

Г.Б. ГОЛУБЦОВ, Р.С. ЧАЛОВ

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
119991, Москва, Ленинские горы, 1, Россия, georgy1995golubcov@yandex.ru, rschalov@mail.ru

КЛАССИФИКАЦИЯ РЕЧНЫХ ОСТРОВОВ

Проведен анализ различных типов островов, возникающих на реках с разветвленным руслом или на меандрирующих реках, который позволил классифицировать острова с учетом особенностей их формирования, развития и динамики, а также в зависимости от характеристик самого русла. Выделены шесть основных категорий островов, связанных с их характеристиками и обусловленных генезисом, положением в русле, соответствием тому или иному структурному уровню разветвленности, формой в плане (гидравлическим сопротивлением, оказываемом островом на поток), а также возрастом. Помимо основных факторов, на классификацию островов влияют характеристики самого русла, среди которых можно отметить его расширение (формирование острова в местных расширениях русла или вследствие разделения потока на две и более ветви течения), устойчивость, определяющую размеры и количество островов в каждом узле разветвления, что, в свою очередь, напрямую связано с рассредоточением стока по рукавам. Отдельно выделены типы островов, образованных песчаными или галечно-валунными отложениями, различающихся по степени устойчивости к воздействию потока (интенсивности размыва оголовка) и по развитости пойменной фации аллювия и пойменным почвам, что определяет тип и характер растительности на острове. Рассмотренные классификационные признаки учитывают основную функцию островов, такую как рассредоточение потока, и могут быть использованы при учете воднотранспортного использования рек.

Ключевые слова: русловые процессы, типизация островов, устойчивость русла, рассредоточение стока, морфодинамический тип, критерий Карасева.

G.B. GOLUBTSOV, R.S. CHALOV

Lomonosov Moscow State University,
119991, Moscow, Leninskie Gory, 1, Russia, georgy1995golubcov@yandex.ru, rschalov@mail.ru

CLASSIFICATION OF RIVER ISLANDS

The analysis of various types of islands occurring on rivers with a branched channel or on meandering rivers was carried out, which made it possible to classify the islands taking into account the features of their formation, development and dynamics, as well as depending on the characteristics of the channel itself. Six main categories of islands have been identified, associated with their characteristics and conditioned by genesis, position in the channel, compliance with a particular structural level of branching, shape in plan (hydraulic resistance exerted by the island on the flow), and age. In addition to the main factors, the classification of islands is influenced by the characteristics of the channel itself, among which we can note its widening (the formation of an island in local widenings of the channel or due to the splitting of the flow into two or more branches of the current), stability, which determines the size and number of islands in each branching node, which, in turn, is directly related to the dispersion of the flow along the branches. Separately identified are the types of islands formed by sand or pebble-boulder deposits, differing in the degree of resistance to the impact of the flow (intensity of erosion of the headland) and in the development of the floodplain facies of alluvium and floodplain soils, which determines the type and nature of vegetation on the island. The considered classification features take into account the main function of the islands, such as flow dispersion, and can be applied when considering the water transport use of rivers.

Keywords: channel processes, typification of islands, channel stability, flow dispersion, morphodynamic type, Karasev criterion.

ВВЕДЕНИЕ

Образование и развитие островов на реках — основа разветвления их русел на рукава и протоки, обуславливающие рассредоточение стока воды и наносов, изменение гидравлических характеристик потока и в конечном счете формирование наиболее сложного и разнообразного в отношении руслового режима морфодинамического типа русла. В последние десятилетия разветвленным руслам, особен-

но на больших и крупнейших реках, уделяется все больше внимания, разработаны их классификация, принципиальные схемы переформирования каждого типа, выявлены закономерности распределения расходов воды по рукавам и протокам, обоснованы методы управления русловыми процессами при освоении водных и других речных ресурсов (в основном для водных путей) [1–7]. Однако собственно острова (важнейший элемент разветвлений), во многом определяющие их формирование и режим, морфологию, морфометрические характеристики и условия формирования, остаются слабо изученными.

Н.И. Маккавеев [1] одним из первых рассмотрел условия образования островов (зарастание осередков, спрямление излучин, массивы поймы, отрезанные притеррасной речкой), но в контексте связанных с ними разновидностей рукавов. Он же [8] дал физическое объяснение трансгрессивному и регрессивному смещению островов. И.В. Попов [9] рассматривал острова сначала через призму формирования поймы рек с многорукавным руслом (островная пойма), но позднее [10] также выделил острова, образовавшиеся при зарастании осередков, спрямлении излучин в целом или в их привершинных частях, при отчленении участков поймы вследствие размыва ее по понижениям, давая иногда их генезису своеобразное толкование, а также острова-останцы, сложенные коренными породами. Однако эти представления не исчерпывают всего многообразия аккумулятивных (на основе зарастания осередков) и других разновидностей островов, условий их формирования и морфологии. Для многих рек (Северной Двины, Мезени, Оби, Лены и др.) в литературе приводятся морфологические и морфометрические характеристики островов, но обобщение этих данных до последнего времени практически не производилось. По существу, впервые для Оби А.М. Тарбеева [11] выполнила анализ формирования и эволюции аккумулятивных островов, образовавшихся при зарастании осередков, и последующего их объединения. В более обобщенном виде процессы образования островов рассмотрены Р.С. Чаловым [12, 13] и А.В. Черновым [14]. Классификацию островов, но только аккумулятивных, с учетом их развития и соотношения с разветвлениями разных типов на больших реках при свободных условиях развития русловых деформаций (на примере Оби и Лены) предложил Г.Б. Голубцов [15], показавший связь размеров островов с их эволюцией, обосновав последовательность стадий развития (осередок → элементарный остров → малый остров → средний остров → большой остров → островной массив) и установив гидролого-морфологические зависимости размеров и формы в плане от водности рек и устойчивости русел.

Полученные в последние десятилетия (со второй половины XX в.) материалы русловых исследований на реках с разветвленным руслом, на которых острова определяют его морфологический облик, на реках с другими типами русла, где острова формируются в определенных условиях, осложняя излучины или прямолинейные участки, позволяют классифицировать речные острова и дать полное представление об их многообразии, а в дальнейшем существенно уточнить закономерности русловых разветвлений.

Характерно, что речные острова, широко распространенные на реках и играющие определенную роль в жизнедеятельности человека возле рек и их освоении, не имеют в то же время должного освещения в справочных изданиях. Так, даже в Большой Советской энциклопедии [16] в статье «Острова» описаны морские острова (собственно, им она и посвящена), а речные лишь упоминаются в двух последних строчках.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

В основу статьи положены материалы исследований практически всех крупных рек России, имеющих разветвленные русла (Северная Двина и Вычегда, Мезень, Печора, Обь и Иртыш, Енисей, Лена, Амур, нижняя Волга и многие другие), на которых выполнялись крупномасштабные съемки русел, определялось рассредоточение стока по рукавам, геолого-геоморфологические условия формирования русел, литология берегов рек и островов. Острова при этом рассматривались как важнейшая составляющая разветвлений, размеры и морфология которых представляют собой результат или стадию эволюции первичных островных форм, их объединение, частичный размыв и наращивание благодаря причленению к ним и зарастанию прирусловых отмелей. Различные формы, эволюция и смещение (трансгрессивное, регрессивное, поперечное) островов во многом определяют особенности рассредоточения стока, гидравлические характеристики потока в узлах его разветвления или слияния рукавов. Н.А. Ржаницин [17] по этому признаку выделял структурный уровень речного русла: раздвоение, слияние, обтекание острова, цепочку островов, перераспределение во времени расходов воды по рукавам.

Наряду с натурными наблюдениями и измерениями, широко использовались карты судоходных рек (лоцманские), регулярно, раз в 5–10 лет, в зависимости от интенсивности переформирования

русла, фиксирующие состояние русел на время их составления (от начала — середины XX века на разных реках), а также космические снимки и топографические карты. По результатам анализа их сопоставления устанавливались скорости размыва и наращивания островов, их объединение и причленение к берегам.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

К типизации островов при их многообразии следует подходить с разных точек зрения в зависимости от морфологии и формы в плане, размеров, условий формирования во врезанном или широкопойменном русле, генезиса, эволюции, положения в русле, соотношения с создаваемыми ими рукавами и протоками, обуславливающими рассредоточение стока, песчаного или галечно-валунного состава руслообразующих наносов, гидравлической структуры потока в узлах разветвления (у оголовков островов), слияния рукавов (в ухвостьях островов) и в рукавах, направленности и интенсивности вертикальных русловых деформаций, устойчивости/неустойчивости русел, морфодинамического типа русла, в котором они возникают, если сами не создают разветвленных на рукава русел. Все перечисленные разновидности островов и факторов, определяющих их развитие, можно свести к следующим основным категориям, которые, однако, нельзя рассматривать независимо друг от друга: они взаимосвязаны и должны учитываться при оценке руслового режима рек с разветвленным руслом или другими его типами, в которых острова выступают как осложняющие их формы русла (излучины, прямолинейные участки).

Категория I островов определяется их генезисом. В этом отношении выделяются острова аккумулятивные, скульптурные и скульптурно-аккумулятивные (рис. 1). Первая группа является наиболее распространенной, связанной с грядовым движением руслообразующих наносов, в процессе которого повышенные части гряд-макроформ руслового рельефа обсыхают в межень, образуя осередки. При определенных условиях водного режима они закрепляются растительностью и превращаются в острова, которые вызывают рассредоточение стока во все фазы водного режима и формирование присущей разветвлениям гидравлической структуры потока, определяющей дальнейшее их развитие [3, 18].

Острова второй группы — скульптурные — формируются при появлении в русле скальных или каменных выступов, которые разделяют поток на ветви течения. Такие острова возникают либо в процессе смещения русла в плане, когда поток обнажает трудноразмываемые или неразмываемые выходы скальных пород посередине русла (так называемые огрудки), либо в процессе врезания реки рукавами в скальные грунты вследствие корродирующего воздействия на них перемещаемых по дну галечно-валунных влекомых наносов. К первым относятся скальные огрудки и скульптурные острова, образовавшиеся при зарастании на Оби ниже Новосибирска, где река, имея широкопойменное русло, огибает несколько гранитных массивов по периферии Томь-Колыванской складчатой зоны; ко вторым — скульптурные острова на Ангаре до создания водохранилищ [19], Витиме, верхнем Алдане, Сухоне.

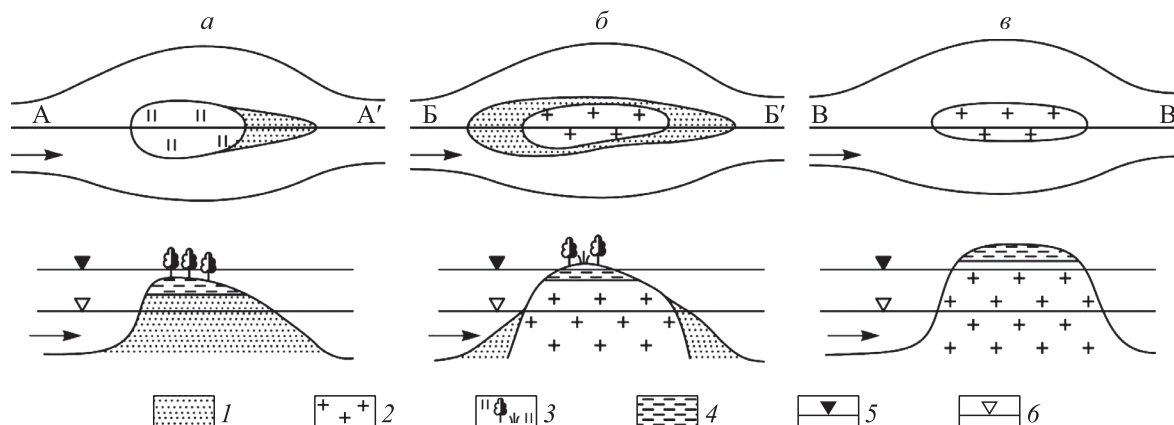
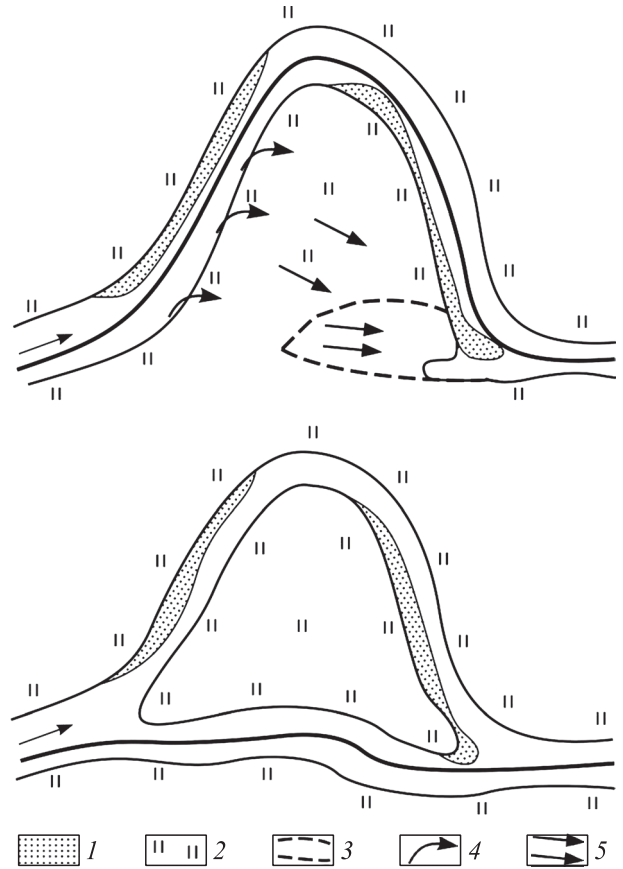


Рис. 1. Типы речных островов (планы и продольные профили).

а — аккумулятивные; *б* — скульптурно-аккумулятивные; *в* — скульптурные. 1 — прирусловые отмели и аллювиальные отложения; 2 — скальное ядро (цоколь) островов и скальные породы, 3 — пойменная луговая, древесная и кустарниковая растительность; 4 — пойменный наилок; 5 — уровень половодья, 6 — уровень межени. Здесь и на рис. 3–6: стрелки указывают направление течения реки (потока).

Рис. 2. Образование острова вследствие спрямления крутой сегментной излучины (формирование прорванной излучины).

1 — прирусловые отмели; 2 — пойма; 3 — пониженная тыловая часть пойменной шпory излучины; 4 — перелив воды из русла в пойму; 5 — направление течений при затоплении поймы. Сплошной линией указана стрежневая зона потока.



Скульптурные острова (и огрудки) создают подпор потока перед их оголовками и зоны тиховода ниже по течению, где при достаточном стоке руслообразующих наносов происходит их накопление. В результате с оголовка и в устье к ним примыкают галечные или галечно-валунные отмели и косы, которые, зарастая растительностью, вместе с исходными скальными выступами превращаются в скульптурно-аккумулятивные острова (таковы были многочисленные острова на средней Ангаре ниже устья Усть-Илимского гидроузла, существующие на средней Лене, Алдане и других реках с врезанным руслом в скальные породы).

Острова **категории II** имеют эрозионное происхождение. Их формирование связано с образованием прорванных излучин, размывами пойменных перешейков между основным руслом и пойменными протоками, основными рукавами раздвоенного русла, расчленением из-за этого же удлинённых островов и островных массивов или спрямлением крутых излучин в привершинных частях (рис. 2). Прорванные излучины формируются при достижении ими критического соотношения параметров (по Н.И. Маккавееву [1], в среднем $l/L = 1,6$, где l — длина по руслу, L — шаг излучины), превышение которого соответствует утрате гидравлической выгоды извилистой формы русла. Это происходит при условии глубокого затопления в половодье пойменной шпory (руслоформирующий расход воды проходит при затопленной пойме). После образования спрямляющего рукава функционируют и новый рукав, и старое русло. В вершине крутых излучин спрямление и образование острова происходит при нарушении правила Миловича — условия безотрывного обтекания потоком берегов с $r > 2,5 - 3b_p$, где r — радиус кривизны, b_p — ширина русла. Очертания такого острова определяются формой шпory излучины и удаленностью вновь образовавшегося рукава от вершины излучины.

При размыве перешейков между рукавами, а также между ними и пойменными протоками возникают острова или островные и даже пойменно-островные массивы, создающие русловые (островные) разветвления (разделение о. Котласского на Малой Северной Двине перед ее слиянием с Вычегдой [20]), пойменное-русловые (Нарыкарское и Новинское разветвления на Малой Оби — левом рукаве раздвоенного русла нижней Оби [21]) и раздвоенное русло как следствие перехвата части ее стока пойменной протокой или малой рекой, протекающей в тыловой (притеррасной) части поймы (о. Симан и протока Симан на верхней Оби, образовавшиеся в бывшем русле р. Уень [20]). Это же привело к расчленению раздвоенного русла средней Оби на широтном ее участке и единого пойменно-островного массива между основными рукавами на три части — Юганскую Обь, протоки Большую Салымскую и Неулёва.

Категория III определяется эволюцией островов с момента преобразования осередка при его зарастании в элементарный остров и превращения последнего в малый, средний и большой острова вплоть до островных массивов (рис. 3) [15]. Эти преобразования связаны с формированием кос в устье острова и (в случае превышения стоком наносов транспортирующей способности потока $W_R + G > W_{тр}$) прирусловой отмели у его оголовка, с причленением со стороны рукавов побочных,

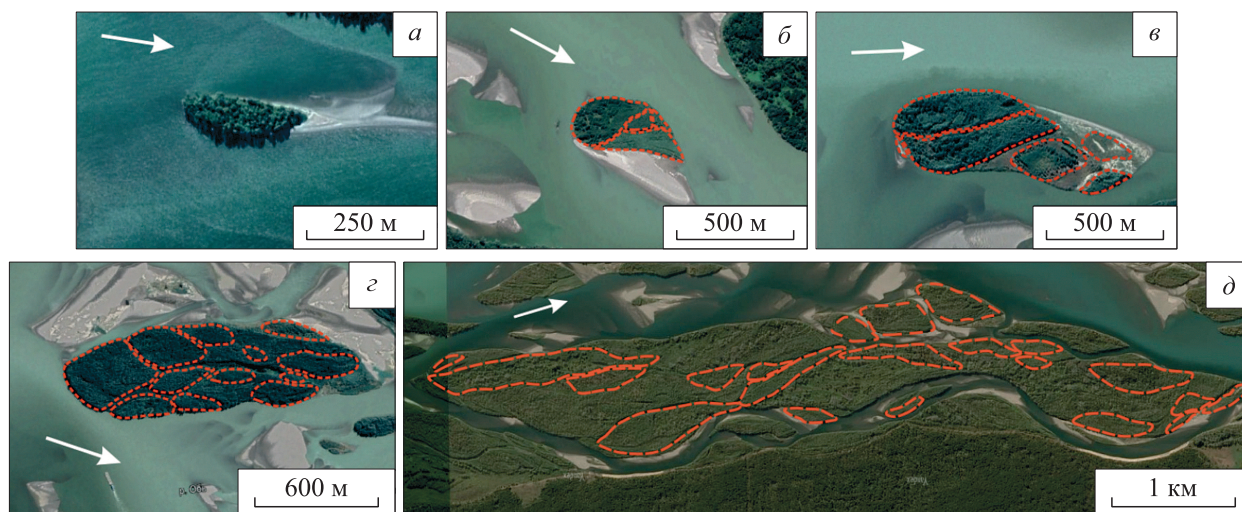


Рис. 3. Острова на разных стадиях эволюции на верхней Оби (космоснимки Google Earth и ArcGIS Imagery).

а — элементарный остров, Акутихинские разветвления; *б* — малый остров, Талицкое разветвление; *в* — средний остров, ниже пос. Быстрый Исток; *г* — большой остров, Солдатовское разветвление; *д* — островной массив, напротив устья р. Ануя. Красным пунктиром оконтурены бывшие элементарные острова.

объединением островов, а также при попадании острова в периферическую зону, для которой характерна местная аккумуляция наносов, с приобретением им изометрической, иногда сложной формы. Такие естественные трансформации островов сопровождаются изменением параметров рукавов, их гидравлических характеристик, развитием излучин рукавов, вторичных разветвлений в них и, как следствие, перераспределением в них расходов воды и изменениями роли в русловом режиме реки.

Категория IV связана с формированием островов в активной или периферической зонах русла или с их смещением в пределы последних в процессе многолетних (вплоть до вековых) переформирований русла. В активной зоне русла происходит образование островов и их последовательная трансформация, но, попадая в ходе русловых переформирований, смещения русла в периферическую зону, где преобладают аккумулятивные процессы, они увеличиваются в размерах, превращаются в островные массивы, протоки между которыми маловодны и со временем отмирают, а острова объединяются. Размеры возникающих в межостровных протоках островов соответствуют их водности, невелики по размерам, и часто их существование сравнительно недолговечно, так как они быстро приключаются к уже существующим островам, увеличивая их размеры. Острова активной зоны русла создают одиночные, сопряженные и параллельно-рукавные разветвления, островные массивы — пойменно-русловые разветвления.

Острова периферических зон русла очень разнообразны по размерам и форме. Преобладают большие острова и островные массивы иногда очень сложной конфигурации. Они образуют также односторонние, двусторонние и чередующиеся односторонние разветвления, суммарная водность рукавов которых составляет от 5 до 20 %, причем у наиболее крупных из них — не более 8–10 %. Другая разновидность периферических зон — их приуроченность к отмирающей части русла, образующейся, например, при направленном смещении реки в сторону одного из ее берегов. Таково русло верхней Оби ниже слияния Бии и Катунь (рис. 4), где его смещение к левому берегу предопределило последовательное обмеление рукавов и протоков в правобережной части русла. За последние 60 лет суммарная водность рукавов и проток между островами здесь сократилась с 20–30 до 5–10 % [22]. Размывы островов, точнее, их берегов, в этих зонах носят локальный характер, как правило, незначительны по темпам и не определяют их развития.

Категория V предусматривает разделение островов по форме и соотношению длины L_0 и ширины B_0 . Нормальные аккумулятивные и скульптурно-аккумулятивные острова формируются при зарастании осередков или отмелей возле коренных выступов посредине реки (огрудков) и имеют каплевидную либо веретенообразную форму с $L_0/B_0 > 3-4$, соответствующую минимуму гидравлических сопротивлений, оказываемых островом на поток [23, 24]. В первом случае острова размываются с

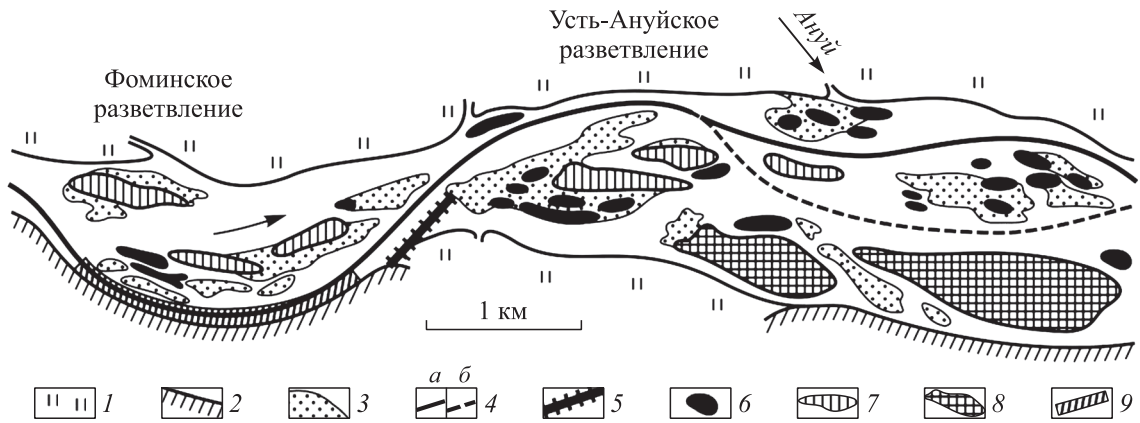


Рис. 4. Усть-Ануйский узел разветвления на верхней Оби ниже слияния Бии и Катунь.

1 — пойма; 2 — коренные берега; 3 — прирусловые отмели; 4 — положение стрежневых зон потока (а — современное; б — прошлое); 5 — дамбы; 6 — элементарные острова; 7 — большие острова; 8 — островные массивы; 9 — капитальная дноуглубительная прорезь.

оголовка, а в его ухвостье, в зоне замедления течения и привноса наносов направленными сюда донными струями циркуляционных течений, растут косы (рис. 5, а); во втором случае отмель (побочень или осередок) возникает перед оголовком острова (см. рис. 5, б). Такие формы островов сохраняются по мере увеличения их размеров и последовательного преобразования в средние и большие острова, представляющие собой уже объединение элементарных и малых и включающие превратившиеся в пойму примкнувшие к ним побочни и косы.

В случае нарушения оптимального соотношения L_o и B_o остров получает удлинненную форму при $L_o/B_o > 3-4$; при $L_o/B_o < 3-4$ — овальную, когда оба рукава равнозначны по водности и образуют пологие излучины, шпорой которых служит остров, или сегментную при неодинаковом распределении расходов воды между рукавами, сохранении одним (с большей водностью) квазипрямолинейной или слабоизогнутой формы и образованием другим (относительно маловодным) развитой или крутой излучины. При развитии удлинненного острова, когда $L_o/B_o \gg 3-4$, его конфигурация может усложняться из-за меандрирования или вторичного разветвления рукавов в соответствии с их водностью и ролью в распределении стока наносов.

Таким образом происходит трансформация нормального острова в островной массив, приобретающий изометричную, иногда очень сложную форму в плане. Особенно существенно подобные трансформации островов происходят, когда они формируются в периферических зонах русла или попадают в них в процессе русловых деформаций и направленного смещения русла, а также при формировании ими шпор разветвленно-извилистых русел или групп островов в чередующихся односторонних разветвлениях.

Категория VI связана с возрастом островов. Выделяются молодые, недавно возникшие острова, поросшие низким ивняком и еще не имеющие развитой пойменной фации аллювия и почвенного покрова. Старые острова, возраст которых оценивается в несколько десятков лет, обычно покрыты древовидными ивняками, другими лиственными деревьями или густыми кустарниковыми зарослями. Древние острова — высокие, редко затопляемые, часто луговые или поросшие лесом,

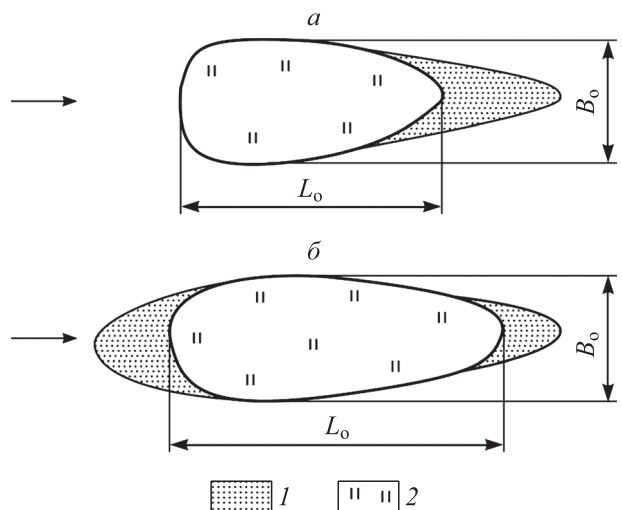


Рис. 5. Аккумулятивные острова каплевидной (а) и веретенообразной (б) гидравлически оптимальной формы ($L_o/B_o = 3-4$).

1 — прирусловые отмели; 2 — пойма.

иногда даже сосновым, существуют уже столетия, определяя устойчивые разветвления. Обычно это большие острова, островные и пойменно-островные массивы. В отличие от них, молодые острова регулярно затапливаются и, подвергаясь воздействию потока практически постоянно, нередко либо размываются, либо причленяются к старым и древним островам или к береговой пойме.

Рассмотренные категории неразрывно связаны между собой, что позволяет оценить каждый остров по всем классификационным критериям: относится ли он к аккумулятивным, эрозионным или скульптурным, элементарным, малым, средним или большим (по этим показателям сразу учитываются их размеры, стадии развития и степень морфологической сложности — это «конгломерат» из нескольких объединившихся островов или единый остров, разросшийся за счет причленения к нему отmelей и кос), молодыми, недавно возникшими, старыми или очень древними, создающими разветвления русла на протяжении веков, а также расположенными в активной или периферической зонах русла, определяющих их дальнейшее развитие.

На эти основные категории островов накладываются дополнительные, которые в большей степени определяют условия их формирования. Во-первых, каждому острову соответствует местное расширение русла или рукава основного его разветвления, образованного средним, большим островом или островным массивом. Эти острова образуют одиночные, реже (при большой длине расширения русла) — сопряженные разветвления. Наличие таких расширений само по себе, вне зависимости от их генезиса, обуславливает разделение потока на ветви течения, которое происходит, если соотношение ширины b_p и глубины h русла превышает критические значения, по [25]:

$$\theta = \frac{b_p}{h} \sqrt{\lambda} > 9,5,$$

где $\lambda = \frac{2g}{C^2}$ — коэффициент гидравлических сопротивлений, C — коэффициент Шези, зависящий от шероховатости русла.

Между ветвями течения (динамическими осями потока) формируется осередок, при зарастании превращающийся в остров. Подобные расширения возникают на крыльях излучин, в их привершинных частях, особенно на крутых излучинах, на прямолинейных вставках между излучинами, в прямолинейном русле ниже выступов и мысов коренного берега, направляющих поток к противоположному пойменному, который в результате размывается, и формируется местное расширение русла — в узлах разветвления или слияния основных рукавов, при развитии в них излучин или разветвлений второго порядка.

На реках с широким и относительно мелким руслом $\theta > 9,5$ оказывается на участках большой протяженности, особенно при его слабой устойчивости, и тогда в потоке возникают две стрежневые зоны, между которыми формируется цепочка нормальных или удлинённых островов ($L_o/B_o \approx 3-4$), образующих одиночные, сопряженные и параллельно-рукавные разветвления, а на крупнейших реках (нижняя Лена) — архипелаги островов посередине реки. В относительно устойчивом адаптированном или врезанном русле это вытянутые вдоль реки очень длинные и относительно узкие (на крупнейших реках до нескольких десятков километров при суммарной ширине русла 3–5 км) островные массивы, образующие также параллельно-рукавные разветвления.

Размывы островов, их объединение зависят от устойчивости русла, и, следовательно, в зависимости от нее на реках с разветвленным руслом преобладают малые или большие острова [26]. Чем устойчивее русло, тем больше старых и древних островов, значительнее их размеры и сложнее структура. Важным условием формирования и развития островов является степень разветвленности русла и, соответственно, рассредоточенность потока по рукавам и протокам. Одиночные острова в местных расширениях прямолинейного русла характеризуются наиболее правильной каплевидной или веретенообразной формой ($L_o/B_o \approx 3-4$). Уже наличие в разветвлении двух островов, обуславливающих усложнение гидравлической структуры потока и вызывающей отвлечение части расхода воды в междоостровную протоку, приводит к нарушению нормальной конфигурации островов. Поэтому чем сложнее разветвленность русла (а это связано с большей рассредоточенностью стока и ее пространственной изменчивостью, соответствием или несоответствием размеров и формы островов водности рукавов и протоков и их переформированиями), тем в их архипелагах многочисленнее острова и разнообразнее размеры. Таковы, например, системы островов посередине реки на нижней Лене с параллельно-рукавными разветвлениями Черпальским и Сахам, в которых суммарная ширина русла составляет от 10–12 до 28 км при ширине основных рукавов не более 2–3 км (рис. 6), либо ниже

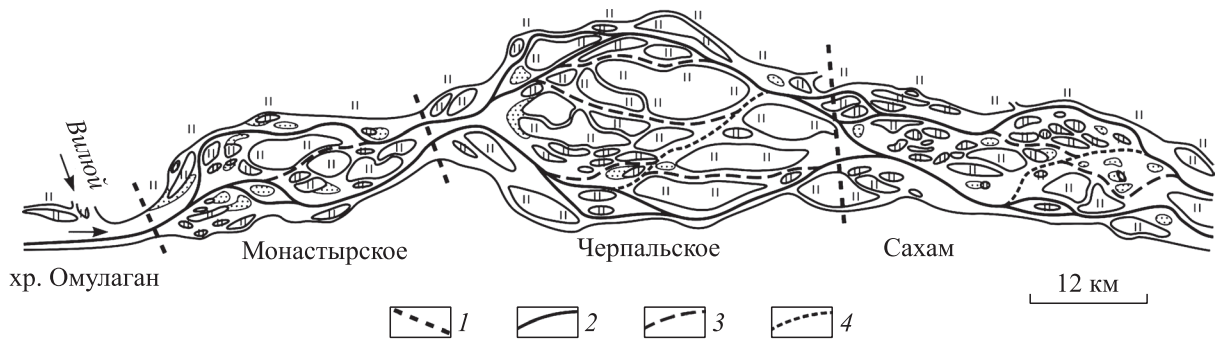


Рис. 6. Общая схема сложноразветвленного русла нижней Лены (разветвления Монастырское — Черпальское — Сахам).

1 — границы звеньев разветвлений. Положение стрежневой зоны потока: 2 — в левом и правом основных рукавах и во вторичных разветвлениях основных рукавов, 3 — в сублипараллельных рукавах, 4 — в диагональных рукавах.

крупных изгибов правого коренного горного берега — с Белогорскими (сложными пойменно-русловыми) разветвлениями. В свою очередь, этот фактор тесно связан с морфодинамическим типом русла. Острова приобретают свою специфику в одиночных и односторонних, сопряженных и параллельно-рукавных разветвлениях, в пойменно-русловых разветвлениях и раздвоенном русле, причем в двух последних рукава характеризуются руслами со своими морфодинамическими типами.

Определенный вклад в формирование и развитие островов вносит песчаный или галечно-валунный состав руслообразующих наносов. Русловая фация аллювия в строении островов в зависимости от него представлена песками или галькой и валунами. На песчаных реках по мере развития острова и его периодического затопления в многоводную фазу режима формируется мощная пойменная фация, представленная супесями и суглинками, на которой развиваются пойменные почвы, вплоть до близких к зональным (на древних островах). На галечно-валунных реках песчаные и мелкодисперсные наносы кольматируют русловые отложения, пойменная фация оказывается редуцированной или мало-мощной. С другой стороны, сложенные песками острова легко размываются потоком, и скорости отступления их берегов колеблются в широких пределах в зависимости от многих причин (максимальные обычно наблюдаются у оголовков) — от первых метров до десятков метров в год, обуславливая слабую или очень сильную изменчивость формы и конфигурации островов. Галечно-валунные острова очень устойчивы к размыву, и, возникнув, они практически навсегда обуславливают разветвление русла. Кроме того, специфика этих руслообразующих наносов заключается в невозможности их переноса донными циркуляционными течениями. Поэтому галечно-валунные острова обычно не размываются с оголовка, возле которого всегда имеется отмель, образовавшаяся в зоне подпора при набегающем потоке на остров: здесь происходит остановка только транзитных наносов, перемещаемых потоком.

Галечно-валунные наносы характерны для больших равнинных рек, протекающих в горных областях. Здесь многие острова в своей основе имеют выступы скальных пород, их появление на реках начинается с образования огрудков, возле которых происходит накопление наносов. Это также служит фактором стабилизации острова и устойчивости русловых разветвлений. Вместе с тем это же является причиной рукавного врезания реки, которое происходит в скальном грунте благодаря корродирующему воздействию на него перемещаемых волочением по дну гальки и валунов. В условиях врезания рек это приводит за геологические отрезки времени к образованию скального цоколя у островов, что в еще большей мере обеспечивает их стабилизацию.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ условий и механизмов формирования, размеров, морфологии, эволюции островов на реках с разветвленным руслом или возникающих на меандрирующих реках позволил классифицировать их по различным признакам и критериям с выделением шести основных категорий и дополнительных условий формирования островов: I — аккумулятивные, скульптурные и скульптурно-аккумулятивные острова, связанные с формированием гряд-осередков, скальными выступами посередине реки (огрудками) и накоплением возле них наносов; II — острова эрозионного генезиса, образующи-

еся при отторжении фрагментов береговой поймы, спрямлении русла (образовании прорванных излучин) и размыве проранов между основным руслом и рукавами, пойменными протоками и малыми реками, протекающими в тыловой части поймы; III — острова, представляющие собой последовательные стадии их развития в процессе превращения осередков в острова, дальнейшего их роста (элементарные острова → малые острова → средние острова → большие острова → островные массивы → пойменно-островные массивы). Переход к каждой последующей стадии происходит при объединении отдельных, меньших по размерам островов, а также вследствие причленения к ним прирусловых отмелей и кос и зарастания бывших протоков между островами. Бывшие обмелевшие протоки становятся хорошо выраженными в рельефе ложбинами, отчетливо дешифрируемыми на аэро- и космоснимках; IV — острова, формирование которых происходит в активной и периферической зонах русла, в прибрежных частях односторонних разветвлений и составляющие шпоры излучин в разветвленно-извилистом русле и чередующихся односторонних разветвлениях, а на больших и крупнейших реках — в центральной части русла между основными по водности рукавами и ниже крупных изгибов коренных берегов, где преобладают процессы местной аккумуляции наносов; V — острова, различающиеся по форме в плане: нормальные — каплевидные и веретенообразные, у которых $L_o/B_o \approx 3-4$, что соответствует минимуму гидравлических сопротивлений; веретенообразные с $L_o/B_o > 3-4$ (сопротивление по длине); овальные или сегментные (сопротивление формы) с $L_o/B_o < 3-4$; островные массивы изометричной конфигурации, имеющие сложную форму, свойственные пойменно-русловым разветвлениям и периферическим зонам; пойменно-островные массивы, представляющие собой участки поймы, расчлененные пойменными протоками и рукавами раздвоенных русел; VI — острова и островные массивы, имеющие разный возраст — молодые, старые, древние, отличающиеся по высоте, растительности, развитости пойменной фации и пойменных почв.

Кроме основных категорий, выделяются также дополнительные, в большей степени косвенно характеризующие особенности разветвлений:

- острова, создающие местные расширения русла в процессе своего развития или формирующиеся в условиях разделения потока на ветви течения в широком русле (цепочки островов или вытянутые вдоль реки длинные и сравнительно узкие острова, у которых $L_o/B_o \gg 3-4$);

- острова, размеры, а иногда и форма которых зависит от устойчивости русла: при прочих равных условиях большие острова формируются в устойчивом русле, малые — в слабо- и неустойчивом;

- острова, связанные или определяющие степень разветвленности русла: одиночные в местных расширениях русла или группы островов, образующих сложные разветвления;

- острова или островные массивы, соответствующие различным морфодинамическим типам русла;

- острова, образованные песчаными или галечно-валунными отложениями, различающиеся по устойчивости к воздействию потока и по развитости пойменной фации аллювия и пойменным почвам.

Образование в руслах рек островов обуславливает формирование отдельных разветвлений и разветвленных русел, рассредоточение стока по рукавам и протокам, различные формы их трансформации во времени, что должно учитываться при всех видах эксплуатации рек и использовании водных и других ресурсов.

Работа выполнена в рамках государственного задания при финансовой поддержке Российского научного фонда (23-17-00065).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Маккавеев Н.И.** Русло реки и эрозия в ее бассейне. — М.: Изд-во АН СССР, 1955. — 347 с.
2. **Гришанин К.В.** Теория руслового процесса. — М.: Транспорт, 1972. — 216 с.
3. **Чалов Р.С.** Географические исследования русловых процессов. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1979. — 232 с.
4. **Чалов Р.С.** Русловедение: теория, география, практика. Т. 2: Морфодинамика речных русел. — М.: КРАС-САНД, 2011. — 960 с.
5. **Водные** пути бассейна Лены / Под ред. Р.С. Чалова. — М.: МИКИС, 1995. — 600 с.
6. **Русловые** процессы и водные пути на реках Обского бассейна / Под ред. Р.С. Чалова, Е.М. Плескевича, В.А. Баулы. — Новосибирск: РИПЭЛ плюс, 2001. — 300 с.
7. **Русловые** процессы и водные пути на реках бассейна Северной Двины / Под ред. Р.С. Чалова. — М.: Журнал «РТ», 2012. — 412 с.
8. **Маккавеев Н.И.** Регрессивные переформирования речных островов // Метеорология и гидрология. — 1948. — № 4. — С. 44–50.

9. Кондратьев А.Н., Ляпин А.Н., Попов Т.В., Пиньковский С.И., Федоров Н.Н., Якунин И.А. Русловой процесс. — Л.: Гидрометеиздат, 1959. — 372 с.
10. Попов И.В. Деформации речных русел и гидротехническое строительство. — Л.: Гидрометеиздат, 1965. — 328 с.
11. Тарбеева А.М. Формирование и эволюция островов в русле Оби // Эрозионные, русловые процессы и проблемы гидроэкологии. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 2004. — С. 202–208.
12. Чалов Р.С. Общее и географическое русловедение. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1987. — 112 с.
13. Чалов Р.С., Алабян А.М., Иванов В.В., Лодина Р.В., Панин А.В. Морфодинамика русел равнинных рек. — М.: ГЕОС, 1998. — 288 с.
14. Чернов А.В. География и геоэкологическое состояние речных русел и пойм рек Северной Евразии. — М.: Крона, 2009. — 684 с.
15. Голубцов Г.Б. Формирование, морфология и динамика островов широкопойменных русел больших рек: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. — М.: Изд-во Ин-та географии РАН, 2022. — 29 с.
16. Большая Советская энциклопедия: В 30 т. / Гл. ред. А.М. Прохоров. — 3-е изд. — М.: Советская энциклопедия, 1974. — Т. 18. — 632 с.
17. Ржаницын Н.А. Руслоформирующие процессы рек. — Л.: Гидрометеиздат, 1985. — 264 с.
18. Маккавеев Н.И. Сток и русловые процессы. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1971. — 116 с.
19. Чалов Р.С., Чалов С.Р. Морфология скального русла р. Ангары на участках Богучанского и Мотыгинского водохранилищ // География и природ. ресурсы. — 2009. — № 1. — С. 103–110.
20. Чалов Р.С., Куракова А.А., Михайлова Н.М., Рулева С.Н. Размывы пойменных берегов и эволюция форм русел рек как факторы перестройки речной сети // Вест. Моск. ун-та. Сер. География. — 2022. — № 5. — С. 29–40.
21. Чалов Р.С., Камышев А.А., Куракова А.А., Завадский А.С., Рулева С.Н. Гидролого-морфодинамическая характеристика разветвленного русла нижней Оби (в пределах Ханты-Мансийского округа — Югры) // География и природ. ресурсы. — 2022. — Т. 43, № 2. — С. 102–113.
22. Чалов Р.С., Рулева С.Н., Камышев А.А., Беркович К.М., Завадский А.С., Михайлова Н.М. Верхняя и средняя Обь: русловые процессы и оценка условий управления ими // Эрозия почв и русловые процессы. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 2018. — Вып. 20. — С. 149–195.
23. Baker V.R. Stream-channel response to floods with examples from central Texas // Geological Society of America Bulletin. — 1977. — Vol. 88, N 8. — P. 1057–1071.
24. Komar P.D. Shape of streamlined island on Earth and Mars: Experiments and analyses of the minimum-drag form // Geology. — 1983. — N 11. — P. 651–654.
25. Карасев И.Ф. Русловые процессы при переброске стока. — Л.: Гидрометеиздат, 1975. — 288 с.
26. Беркович К.М., Чалов Р.С. О развитии русел рек, разветвленных на рукава (на примере среднего и верхнего течения р. Оби) // Вестн. Моск. ун-та. Сер. География. — 1973. — № 4. — С. 55–60.

Поступила в редакцию 06.08.2024

После доработки 03.12.2024

Принята к публикации 10.03.2025