

Научные сообщения

УДК 551.435.124(282.251.1)

© 2019 г. Г.Б. ГОЛУБЦОВ*, Р.С. ЧАЛОВ**

ОСТРОВА ВЕРХНЕЙ ОБИ: МОРФОМЕТРИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА, ЭВОЛЮЦИЯ И ДИНАМИКА

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
географический факультет, Москва, Россия
*E-mail: georgy1995golubcov@yandex.ru, **E-mail: rschalov@mail.ru*

Поступила в редакцию 10.11.2017
После доработки 10.06.2018
Принята к печати 09.10.2018

Участок верхней Оби, на примере которого рассматриваются особенности морфометрии и динамики островов, является достаточно сложным в морфологическом отношении, характеризуется очень слабой устойчивостью русла и большим стоком песчаных наносов. Свободные условия развития русловых деформаций приводят к активным не только многолетним, но и сезонным переформированиям русла. Русловые деформации способствуют трансформации русла и его морфодинамического типа во времени. Участок интенсивно используется в качестве водотранспортной магистрали, поэтому любые переформирования русла и островов необходимо учитывать для обеспечения навигации и судоходства.

Морфометрический и морфодинамический анализ островов позволил разработать их морфолого-морфометрическую классификацию. Морфометрические параметры островов, будучи связанными с характеристиками самого русла, являются одним из основных классификационных признаков. Были получены зависимости линейных размеров островов (L_o , B_o) и их формы в плане (L_o/B_o) от морфодинамического типа русла и его устойчивости, степени разветвленности русла (количество островов n_o на 1 км длины русла x). Особенности динамики островов также определяются морфодинамическим типом русла и связаны с морфометрическими характеристиками самих островов и их положением в русле, которое определяет трансгрессивное, регрессивное и поперечное их смещение или стабильное состояние во времени.

Ключевые слова: русловые процессы, русловые деформации, разветвления, переформирования островов, устойчивость русла.

<https://doi.org/10.31857/S0435-42812019180-90>

ISLANDS OF THE UPPER RIVER OB: MORPHOMETRIC CHARACTERISTIC, EVOLUTION AND DYNAMICS**G.B. GOLUBTSOV*, R.S. CHALOV****

*Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Moscow, Russia
*E-mail: georgy1995golubcov@yandex.ru, **E-mail: rschalov@mail.ru*

Received 10.11.2017
Revised 10.06.2018
Accepted 09.10.2018

S u m m a r y

The studied reach of the upper River Ob is quite complicated in the morphological aspect and characterized by very low channel stability and high discharge of sand load. Unconstrained conditions for lateral channel migration promotes active channel deformations not only at long-term scale, but also seasonally. Channel deformations contribute to the transformation of the channel and its morphodynamic type in time. The upper River Ob is intensively used as a water course, so any reorganization of the channel and river islands should be taken into account to support navigation.

Morphometric and morphodynamic analysis of the islands made it possible to develop their morphological classification. Morphometric parameters of islands, being associated with the characteristics of the channel itself, are one of the main classification features. Empirical relations were obtained that link the dimensions (L_o , B_o) and shape of islands (L_o/B_o) with the morphodynamic channel type and its stability, the degree of branching of the channel (number of islands n_o per 1 km of channel length x). The features of island dynamics are also determined by the morphodynamic type of the channel and are associated with the morphometric characteristics of the islands themselves and their position in the channel, which determines the transgressive, regressive and transverse shift or their stable position in time.

Keywords: channel processes, channel deformations, branching, deformation of islands, stability of river channel.

Введение

Острова — важнейший морфологический элемент разветвленного русла, определяющий рассредоточение потока по рукавам, особенности переформирования рукавов и всего русла в зависимости от их конфигурации, размеров и положения на реке. Отличаясь в этом отношении большим разнообразием, а также количеством и взаимным расположением, они характеризуют морфодинамический тип русла. В условиях свободного развития русловых деформаций, будучи аккумулятивными аллювиальными образованиями, и постоянно подвергаясь воздействию потока, острова постоянно изменяются, размываются, наращиваются, смещаются, объединяются, причленяются к береговой пойме, создавая, вместе с бывшими рукавами или протоками, обсохшими и заросшими, ее ложбинно-островной рельеф. При размыве островов со стороны оголовков в русло поступает значительное количество наносов, которые, аккумулируясь в их ухвостьях или рукавах ниже по течению, способствуют формированию перекатов. Возле островов возможно образование заторов льда во время ледохода, также оказывающих воздействие на развитие разветвлений.

Таким образом, возникновение, эволюция и деформация островов представляют собой неотъемлемую составную часть руслового режима рек, обуславливающего условия водохозяйственного и водотранспортного их использования и освоения. Вместе с тем сами острова являются объектами хозяйственной деятельности; на них располагаются луговые угодья или пастбища и связанные с ними хозяйственные постройки, они служат на больших и крупнейших реках местами расположения опор мостовых переходов и ЛЭП. Однако именно островам в литературе по морфологии и динамике ручных русел не уделяется должного внимания. Достаточно хорошо изучены лишь условия превращения в острова осередков — обсыхающих на спаде половодий (паводков) повышенных частей макроформ руслового рельефа при их зарастании кустарниковой растительностью [1–5], рассмотрены закономерности переформирования русловых разветвлений и разработана их классификация [4, 6], предложены показатели степени разветвленности русел и схемы их трансформации [7]. Но острова во всех случаях характеризуются только как необходимое условие формирования разветвленных русел (их многорукавности). Переформированию самих островов посвящены единичные работы. При этом основное внимание уделяется механизмам их трансгрессивного или регрессивного смещения [4, 8], приводящего к образованию, соответственно, каплевидной или веретенообразной формы островов, разветвлений веерного типа [6, 9], либо к их гипертрофированной конфигурации,

напоминающей, по образному выражению китайских ученых, “голову утки” [4, 10, 11]. В.Р. Бейкер [12] и П.Д. Комар [13] соотнесли форму островов с различиями в гидравлических сопротивлениях, оказываемых островами на поток. Их выводы были подтверждены А.М. Тарбеевой [14], установившей на примере средней Оби оптимальное соотношение параметров островов $L_o/B_o = 3:4$ (L_o — длина, B_o — ширина острова).

Задача исследования, положенного в основу статьи — показать зависимость количества и размеров островов от факторов, определяющих их формирование, связь параметров островов с морфодинамическими типами русла и классифицировать их по этим признакам. Рассматриваются только острова, формирующиеся в широкопойменных руслах и представляющие собой аккумулятивные образования; такие острова являются наиболее распространенными, создающими наиболее сложные по морфологии и переформированиям в многолетних и вековых масштабах времени русловые разветвления.

Объект исследования

Верхняя Обь (в пределах Алтайского края), на участке от слияния Бии и Катунь до устья р. Чарыша (100 км), отличается большим количеством островов и сильно разветвленным руслом [15, 16]. Среди рек России с ней может сравниться только нижняя Лена, среднегодовой расход которой почти в 15 раз больше: на верхней Оби (гп. Фоминское, непосредственно ниже слияния Бии и Катунь) он равен $1150 \text{ м}^3/\text{с}$, максимальный $5310 \text{ м}^3/\text{с}$. Годовой сток наносов оценивается на Оби в 5.65 млн. т, в том числе влекомых — 0.65 млн. т, взвешенных — 5.0 млн. т [17]. Русло неустойчивое или слабоустойчивое: показатель устойчивости русла число Лохтина $L = d_{cp} / I$, коэффициент стабильности Н.И. Маккавеева $K_c = d_{cp} / I \cdot b_p$ (здесь d_{cp} — средний диаметр руслообразующих наносов, мм; I — уклон, ‰; b_p — ширина русла в пойменных бровках (м) изменяются, соответственно, в пределах 1.6–4.5 и 3.0–5.9, повышаясь, с некоторыми колебаниями от слияния Бии и Катунь к устью Чарыша. Ширина русла в пойменных бровках (без островов) от 600 до 1000 м, а суммарная ширина (с островами) в 2.5–4 раза больше — от 1300 до 2900 м. Характерно, что ширина русел составляющих Обь рек перед слиянием равна соответственно у Бии 0.3–0.5 и 1.1 км, у Катунь — 0.5–0.8 км (островов здесь нет).

Разветвленное русло Оби формируется на фоне его врезания со скоростью 1.5 см/год, установленного как по анализу кривых расходов воды за многолетний период, так и по балансу наносов по длине реки [17, 18]. Определяющие условия развития островов и русловой многорукости — неустойчивость русла, большая его ширина и изменение преобладающей формы транспорта наносов. На Бие и Катунь песчаные наносы перемещаются во взвешенном состоянии, руслообразующим служит галечный и галечно-валунный аллювий; на Оби русло исключительно песчаное.

Методы исследования

Морфометрические параметры островов определялись по планам русла, полученным изыскательской партией Барнаульского района водных путей и судоходства в 2016 г. и космическим снимкам. Сопоставление карт русел разных лет издания позволило выявить многолетнюю динамику островов, скорости и направленность их смещения, размывов берегов. Морфодинамические типы русла выделены в соответствии с классификацией МГУ [15, 16] и откорректированы по новейшим данным в связи с трансформацией русла во времени.

Типы разветвлений, морфометрия островов и их динамика

На верхней Оби увеличение устойчивости русла по мере удаления от узла слияния Бии и Катунь, хотя и незначительное, но сопровождается изменением морфодинамического типа русла и развитием узлов разветвлений. Наименее устойчивому руслу соответствуют наиболее сложные разветвления – параллельно-рукавные, с обилием небольших островов, образовавшихся на основе обсохших осередков при их зарастании и называемых поэтому элементарными [3, 4]. Русло такого типа начинается непосредственно ниже слияния Бии и Катунь и охватывает более половины (до 70 км) длины участка. Его формированию способствует значительный сток наносов, особенно из Катунь, мутность которой больше, чем на Бие в 2–5 раз, в зависимости от фазы водного режима. Увеличение общей ширины русла, по сравнению с приустьевыми участками сливающихся рек, определяет расплывчатость потока, изменение формы транспорта наносов и формирование многочисленных осередков – основы будущих островов [15]. Ниже происходит увеличение устойчивости, количество островов уменьшается, параллельно-рукавные разветвления сменяются односторонними, острова становятся более крупными, изменяются не только их размеры, но и форма. Если в параллельно-рукавном русле они имеют преимущественно веретенообразную или каплевидную форму (соотношение длины и ширины островов, или коэффициент формы $L_o/B_o > 3-4$), длина элементарных островов L_o не превышает 300–500 м, при ширине $B_o=150-180$ м, минимальные значения $L_o < 200$ м и $B_o < 100$ м, то ниже 70–72 км острова становятся более изометричными (часто $L_o/B_o < 3$). Наиболее крупные острова здесь представляют собой островные массивы сложной формы и достигают в длину 3.5 км, в ширину 1.5 км. Они характерны для Карповско-Шишевского разветвления (80–95 км от слияния). В то же время длина большинства элементарных островов в параллельно-рукавном русле не превышает 400 м, ширина 100 м (табл. 1). У некоторых островов коэффициент их формы не превышает 2.5. По мере роста, хотя и незначительного, показателей устойчивости, происходит объединение элементарных островов в крупные острова за счет обмеления разделяющих их протоков и превращения последних в пойменные ложбины. Поэтому объединившиеся бывшие элементарные острова на поверхности больших островов отчетливо дешифрируются на аэро- и космических снимках, и выделяются даже на крупномасштабных топографических картах, что позволяет восстановить характеристики разветвлений и эволюцию их в процессе развития русла.

Таблица 1

Характерные морфометрические параметры островов верхней Оби

Название острова, его расположение	Устойчивость русла		Параметры		
			Длина L_o , м	Ширина B_o , м	L_o/B_o
	Л	K_c			
Параллельно-рукавные разветвления					
Безымянный (Фоминский-Усть-Ануйский узел)	2.0	3.1	220	60	3.6–3.7
Прорва (Фоминский-Усть-Ануйский узел)	2.0	3.1	400	90	4.3–4.4
Безымянный (Талицкий узел)	2.2	3.4	350	70	4.9–5.1
Односторонние разветвления					
Карповский (Карповско-Шишевский узел)	4.1	5.2	3200	1200	2.6–2.7
Шишов (Карповско-Шишевский узел)	4.1	5.3	2900	1400	2.1–2.2
Луговые (Завьяловский узел)	3.8	5.0	1900	750	2.7

Увеличение размеров элементарных островов связано с большими размерами грядовых форм руслового рельефа, повышенные части которых на спаде половодья и в межень обсыхают, образуя осередки. В неустойчивом русле (при минимальных значениях L и K_c) на участке устье Ануя — пос. Быстрый Исток длина островов колеблется от 120 до 450 м. В слабоустойчивом русле (пос. Быстрый Исток — устье р. Чарыша) — от 200 до 520 м, в зависимости от относительной ширины русла и водности рукавов, в которых они сформировались [19]. Соответственно изменяются размеры элементарных островов (с поправочным коэффициентом 0.5–0.6), так как зарастают растительностью и превращаются в острова только повышенные части осередка.

Форма больших островов, возникших при объединении от двух до нескольких элементарных островов, сохраняется каплевидной, если они размываются с оголовка и наращиваются в ухвостье (трансгрессивное смещение) или становятся веретенообразными при образовании отмели, примыкающей к оголовку (регрессивное смещение). Кроме того, к таким островам примыкают со стороны рукавов побочни, которые зарастая, вызывают поперечное (по отношению к оси русла) смещение и увеличение их ширины, усиливая изометричность формы.

Дальнейшая эволюция островов при определенных условиях приводит к объединению уже больших островов в крупные островные массивы сложной формы. На верхней Оби от слияния Бии и Катунь до устья Чарыша они характерны для односторонних разветвлений (Карповско-Шишевский узел и др.), в которых основной рукав забирает большую часть расхода воды (70–90%); острова формируются в прибрежных зонах русла, где происходит аккумуляция наносов, а острова отделяются друг от друга и от протоков маловодными протоками. Русло такого типа отличается большими значениями показателей устойчивости.

Помимо параллельно-рукавных и односторонних разветвлений на верхней Оби в устьях слияния Бии и Катунь и Оби и Чарыша формируются разветвления дельтового типа. Каждое из них, вне зависимости от устойчивости русла, представлено несколькими большими островами и островными массивами.

Средние величины длины и ширины на разном удалении от слияния Бии и Катунь, их минимальные и максимальные значения, а также соотношение L_0/B_0 , характеризующие форму островов, представлены в табл. 2.

Косвенной морфометрической характеристикой островов служит такой показатель, как количество островов (n_0) на 1 км длины русла x , т. е. степень разветвленности русла: чем меньше устойчивость русла, тем выше степень разветвленности русла (рис. 1).

В то же время чем больше n_0/x , тем меньше размеры островов и соответственно больше степень разветвленности русла. Параметры островов и их форма неодинаковы в активной и периферической частях русла. В Фоминском-Усть-Ануйском узле разветвления (рис. 2) крупные острова изометричной формы, по размерам во много раз превышающие большинство островов, находятся в правобережной части русла, вдоль террасового уступа, сформировавшись за его плечом, ниже вогнутости правого коренного берега. Они сопровождают параллельно-рукавные разветвления активной части русла, где происходят его основные переформирования.

Под воздействием вогнутости правого берега в Фоминском-Усть-Ануйском узле происходило направленное смещение зоны активных переформирований русла влево [18], острова в правобережной части оказывались в области устойчивой аккумуляции наносов; здесь образовались сначала большие острова, которые затем объединялись в островные массивы. Правая ветвь потока между ними и коренным берегом превратилась в маловодную протоку (если в 1962 г. ее относительная водность составляла около 20%, то сейчас она не превышает 2–3% от общего расхода воды в реке). В настоящее время процесс смещения активной зоны русла и параллельно-рукавного разветвления влево усилился из-за сооружения в Фоминском-Усть-Ануйском узле крупной выпра-

Таблица 2

Морфометрические характеристики островов верхней Оби *

Расстояние от слияния, км	Средняя		Минимальная		Максимальная		Форма островов, L_0/B_0
	L_0	B_0	L_0	B_0	L_0	B_0	
0–11	850	200	200	60	2100	560	4.25–4.3
11–14	700	190	170	65	1900	450	3.5–3.6
14–21	450	120	120	40	1800	450	3.7–3.8
21–27	580	120	150	50	1550	350	4.8–4.9
27–34	490	100	150	60	1200	350	4.9
34–45	540	120	120	50	1800	400	4.5
45–56	800	180	170	60	2500	800	4.4–4.5
56–64	570	130	200	65	2300	750	4.3–4.4
64–72	1600	550	350	90	3600	850	2.8–2.9
72–82	2200	900	400	190	3200	900	2.4
82–94	1100	300	550	150	2900	600	3.6–3.7
94–100	1200	350	450	180	2400	500	3.4–3.5

Примечание. *Приведенные данные несколько отличаются от представленных в литературных источниках [16]; последние получены по материалам съемки русла в конце 1980-х гг., в таблице — по современным (2016 г.) космическим снимкам. Различия связаны с размытиями/намывами островов, происшедших в это время и выполнением выправительных работ на реке.

тически не изменится по сравнению со всем руслом, так как большие острова и особенно островные массивы в 2–3 раза превышают единицу длины русла, принятую для оценки степени его разветвленности — 1 км. Исключение из общего правила (параллельно-рукавных разветвлений на верхней Оби) составляют цепочки элементарных островов в основных рукавах, создавая в них разветвления второго порядка [4]. Большие острова в Фоминском-Усть-Ануйском узле разветвления (5–11 км) образуют верхнее (начальное) звено параллельно-рукавных разветвлений верхней Оби. Во многом это связано с многолетними систематическими дноуглубительными работами, которые привели к обмелению и отмиранию протоков между несколькими островами и объединению их в большие острова. Бывшие

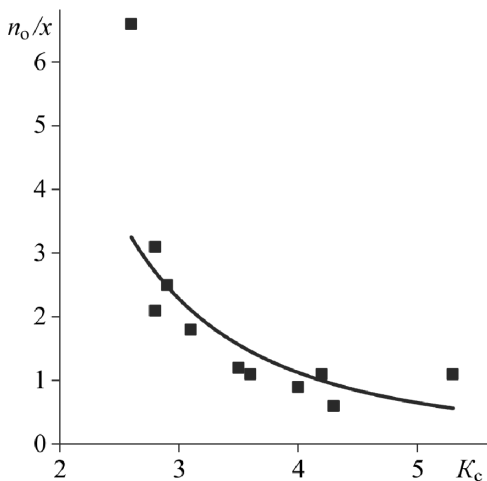


Рис. 1. Зависимость степени разветвленности русла верхней Оби n_0/x от его устойчивости (коэффициента стабильности русла Н.И. Маккавеева K_c)

вительной дамбы, перекрывшей заходы в правобережные протоки и рукава.

Ниже по течению большие острова в параллельно-рукавных разветвлениях также сформировались в скоростной “тени” за выступами ведущих берегов, отклоняющих поток в противоположную часть русла (в Дмитриевском, Талицком, Быстроистокском узлах). Если большие острова и островные массивы в периферических частях параллельно-рукавного русла исключить из анализа, то степень разветвленности русла в его активной зоне прак-

тически не изменится в виде узких (10–15 м) заполненных водой ложбин. Эти острова разделяют реку на два параллельных рукава, дающих начало протяженному участку русла с параллельно-рукавными разветвлениями и являющиеся единственными при таком типе русла большими островами в активной его зоне.

Смена параллельно-рукавного русла односторонними разветвлениями сопровождается увеличением длины и ширины островов, изменяется их форма, они становятся более изометричными: для отдельных больших островов и островных массивов L_0/B_0 не превышает 2.5. Элементарные острова встречаются очень редко, представляя собой молодые образования (зарастающие осередки), которые быстро объединяются друг с другом и превращаются в большие

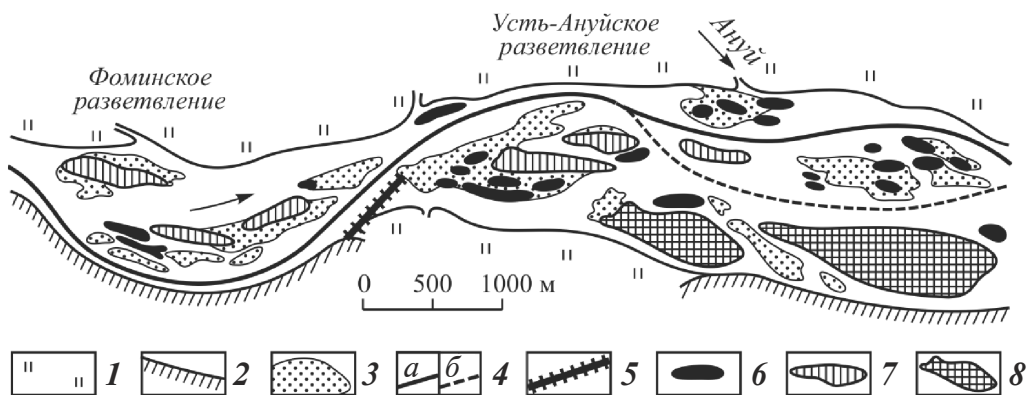


Рис. 2. Фоминский-Усть-Ануйский узел параллельно-рукавного разветвления верхней Оби

1 – пойма; 2 – коренные берега; 3 – прирусловые отмели; 4 – положения стреловых зон потока (а – современное; б – прошлое); 5 – дамбы; 6 – элементарные острова; 7 – большие острова; 8 – островные массивы (по [15] с дополнениями)

острова. В результате размеры островов и соотношение между их длиной L_0 и шириной B_0 оказываются зависящими от типа разветвленного русла (рис. 3).

Острова, находящиеся в активной зоне русла, то есть там, где сосредоточен основной расход воды в реке (до 70–90%) и происходят наиболее интенсивные его деформации, или являющиеся верхними в цепочке островов, разделяющих русло на основные рукава, обычно размываются с оголовка, причем скорость размыва достигает 10–20 м/год. Одновременно происходит аккумуляция наносов в их ухвостье; формирующиеся здесь косы со временем покрываются растительностью, что приводит к удлинению острова. Таким образом, острова и группы островов смещаются здесь трансгрессивно, то есть вниз по течению (рис. 4) [3, 8, 19]. Острова же (элементарные и большие), находящиеся в зонах замедления течения, внутри групп островов, образующих основные узлы разветвления или расположенные в скоростной “тени” потока ниже выступов коренных берегов, перемещаются регрессивно из-за образования отмелей у их оголовков, или растут в ширину (поперечное смещение) при образовании примыкающих к их берегам побочных. Трансгрессивное смещение островов в активной зоне русла обычно рассматривается в качестве морфодинамического признака врезания реки как одно из проявлений направленных вертикальных деформаций, что коррелирует с общей тенденцией объединения островов и уменьшения их количества. По данным [18, 20] на участке 15–55 км от слияния Бии и Катунь за 60 лет объединилось или причленилось к берегу около 20 островов, а общее их количество сократилось на 14%.

В периферических зонах русла, где мощность потока и водность второстепенных рукавов и разделяющих острова проток незначительны, большие острова и островные массивы, в течение длительных отрезков времени (десятилетия-столетия) испытывают лишь местные деформации, не изменяя свои размеры и форму. То же

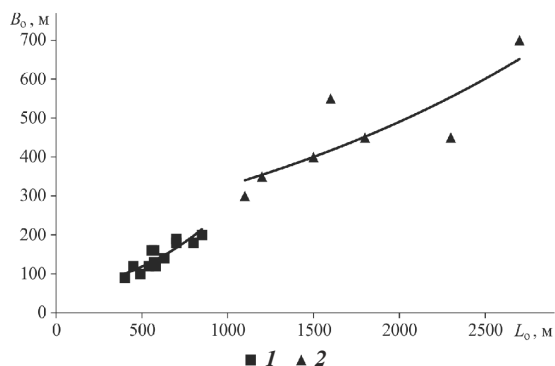


Рис. 3. Соотношение линейных размеров островов (L_0 и B_0) при разных типах разветвлений: 1 – параллельно-рукавные; 2 – односторонние и дельтовые

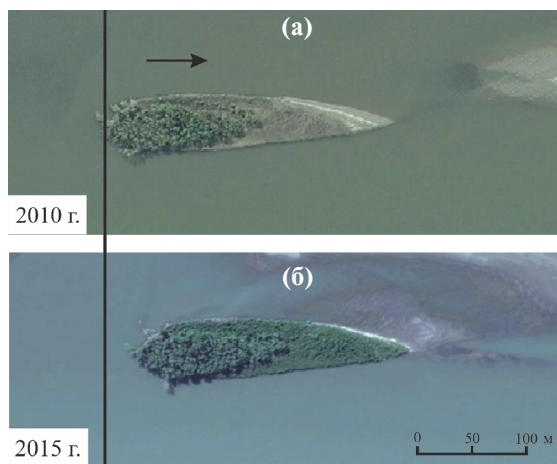


Рис. 4. Трансгрессивное смещение элементарного острова в параллельно-рукавном русле верхней Оби (космические снимки: (а) – 2010 г., (б) – 2015 г. <https://www.arcgis.com>)

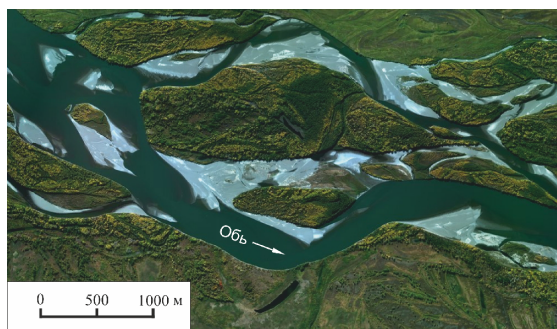


Рис. 5. Островные массивы Карповского одностороннего разветвления верхней Оби (космический снимок, <https://www.arcgis.com>)

в котором они формируются – параллельно-рукавные разветвления, отличающиеся самыми низкими показателями устойчивости ($L = 1.8–2.5$). Острова имеют небольшие размеры, лишь у некоторых длина превышает 500 м. Для них характерна каплевидная или веретенообразная форма ($L_o/B_o \approx 3–4$), близкая к оптимальной по гидравлическим сопротивлениям. Большое количество элементарных островов обуславливает высокую степень разветвленности русла ($n_o/x = 6$, максимальная – 7), число рукавов и протоков, их разделяющих, в одном створе может достигать 7–10. Такие острова чаще всего характеризуются трансгрессивным смещением – размывом оголовков и аккумуляцией наносов с образованием косы в устье; регрессивные смещения (отмель, формирующаяся у оголовка острова) происходят при их расположении в зонах замедления течения.

Второй тип – большие острова, образовавшиеся в ходе эволюции и объединения элементарных островов. Они в основном встречаются на наиболее устойчивых участках и в зонах замедления течения в параллельно-рукавном русле и в односторонних разветвлениях. Линейные размеры таких островов больше (L_o может достигать 1000 м), а форма становится более изометричной ($3 < L_o/B_o < 4$). Степень разветвленности русла уменьшается и составляет обычно $n_o/x = 2–3$. Форма их смещения – трансгрессивная, поперечная, регрессивная в зависимости от их положения по отношению к зонам замедления и ускорения течения.

самое относится к островам и островным массивам односторонних разветвлений. Таковы острова, образующие Карповско-Шишевские односторонние разветвления (рис. 5), и правобережные, в периферийной зоне русла, сопровождающей Фоминский-Усть-Ануйский узел параллельно-рукавных разветвлений.

Морфолого-морфометрическая классификация островов

Протяженность участка верхней Оби от слияния Бии и Катунь до устья р. Чарыша относительно небольшая (100 км). Несмотря на это неустойчивость или очень слабая устойчивость русла, разнообразие местных условий, в которых образуются и развиваются острова, позволяют их классифицировать по форме, размерам, принадлежности к разветвлениям того или иного морфодинамического типа, а также особенностям их временной эволюции и динамики (табл. 3).

Первый тип – элементарные острова, возникающие при зарастании осередков. Их на участке большинство, особенно на первых 45–50 км от слияния. Основной морфодинамический тип русла, в

**Морфолого-морфометрическая классификация островов разветвленного русла
верхней Оби от слияния Бии и Катунь до устья р. Чарыш**

Типы островов	Параметры островов			Количество островов на единицу длины русла l_0/x	Морфодинамический тип разветвлений	Устойчивость русла		Динамика острова
	длина L_0 , м	ширина B_0 , м	соотношение, L_0/B_0			Л	K_c	
Элементарные острова	150–400	90–130	4.0–5.2	2.0–4.5 макс.–6.6	Параллельно-рукавные	1.8–3.0	2.8–3.5	В основном трансгрессивное смещение, реже – регрессивное (в зонах замедления течения) смещение
Большие острова	500–900	150–350	3.5–4.0	1.2–3.5	Параллельно-рукавные, односторонние, дельтовые (в узлах слияния рек)	2.5–3.5	3.5–4.1	Трансгрессивное, регрессивное и поперечное смещение
Островные массивы	1200–1400 (макс.) 3500)	600–900	2.4–3.0	0.9 и менее	Односторонние, дельтовые, периферийные зоны русла с параллельно-рукавными разветвлениями	3.0–4.0	4.2–5.3	Относительно стабильное положение

Третий тип – островные массивы, расположенные в периферийных частях русла, или образующие односторонние разветвления. Они формируются при относительно повышенных значениях показателей устойчивости русла ($Л = 4–5$) в результате объединения нескольких больших островов. В обоих случаях островные массивы находятся вне зоны активных переформирований русла и транзита руслообразующих наносов и отделены от берегов маловодными рукавами. Их линейные размеры составляют более 1 км (максимум – 3.5 км) в длину и 0.5–1 км в ширину. Многолетние переформирования незначительны, и в многолетнем плане островные массивы сохраняют свою форму и размеры.

Заключение

Анализ морфометрических и морфологических характеристик, формы и размеров островов верхней Оби показали, что:

– многообразие разветвлений и морфометрических характеристик островов связаны с неустойчивостью или слабой устойчивостью русла, которая при удалении от узла слияния Бии и Катунь несколько повышается; соответственно изменяется морфодинамический тип русла и увеличиваются размеры островов. В параллельно-рукавном русле преимущественное развитие получили элементарные острова, основу которых составляют зарастающие осередки; при повышении устойчивости русла, а также в периферийных его частях, в одиночных и дельтовых разветвлениях их объединение приводит к образованию больших островов и островных массивов;

– количество и положение островов зависит от его устойчивости и морфодинамического типа русла: чем выше устойчивость, тем меньше островов приходится на единицу длины русла;

– количество островов больше, а их линейные размеры меньше в параллельно-рукавных разветвлениях; односторонние и дельтовые разветвления характеризуются достаточно крупными островами изометричной формы;

– переформирования и динамика островов зависят от их положения в русле, определяющего трансгрессивное, регрессивное и поперечное смещение, а для больших островов и островных массивов в периферийных частях русла также и относительно стабильное их состояние.

Благодарности. Выполнено по планам НИР (госзадание) НИ Лаборатории эрозии почв и русловых процессов им. Н.И. Маккавеева, кафедры гидрологии суши МГУ им. М.В. Ломоносова и частичной поддержке РФН (проект 18-07-00086).

Acknowledgements. Present paper was carried out according to the plans of the state task at the Laboratory of Soil Erosion and Fluvial Processes named after N.I. Makkaveyev, Department of Hydrology, Lomonosov Moscow State University, and partial support of the Russian Scientific Foundation (project 18-07-00086).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Попов И.В. Деформации речных русел и гидротехническое строительство. Л.: Гидрометеиздат, 1965. 328 с.
2. Сурков В.В. Динамика пойменных ландшафтов верхней и средней Оби. М.: Геогр. ф-т МГУ, 1999. 254 с.
3. Чалов Р.С. Географические исследования русловых процессов. М.: Изд-во МГУ, 1979. 232 с.
4. Чалов Р.С. Русловедение: теория, география, практика. Т. 2: Морфодинамика речных русел. М.: КРАСАНД, 2011. 960 с.
5. Чернов А.В. Геоморфология пойм равнинных рек. М.: Изд-во МГУ, 1983. 198 с.
6. Маккавеев Н.И. Русло реки и эрозия в ее бассейне. М.: Изд-во АН СССР, 1955. 347 с.
7. Алексеевский Н.И., Чалов С.Р. Гидрологические функции разветвленного русла. М.: Геогр. ф-т МГУ, 2009. 240 с.
8. Чалов Р.С., Кирик О.М. О трансгрессивном и регрессивном смещении островов и островных массивов в разветвленных широкопойменных руслах // Геоморфология. 2015. № 2. С. 16–27.
9. Рулева С.Н. Морфология и динамика русла верхней и средней Оби и влияние на них гидротехнических мероприятий. Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М.: МГУ, 1988. 30 с.
10. Линь Чэнгуань. Наносы и геоморфологические характеристики речного русла. Нанкин: Изд-во Нанкинского ун-та, 1991. 210 с. (на китайском языке)
11. Характеристика русла и русловые процессы в среднем и нижнем течении р. Янцзы. Пекин: Наука, 1985. 272 с. (на китайском языке).
12. Baker V.R. Stream-channel response to floods, with examples from Central Texas // Geol. Soc. Am. Bull. 1977. Vol. 88. No. 8. P. 1057–1071.
13. Komar P.D. Shapes of streamlined island on the Earth and Marth: Experiments and analyses of minimum-drag form // Geology. 1983. No. 11. P. 651–654.
14. Тарбеева А.М. Формирование и эволюция островов в русле Оби // Эрозионные, русловые процессы и проблемы гидроэкологии. М.: Изд-во МГУ, 2004. С. 202–208.
15. Русловые процессы на реках Алтайского региона. М.: Изд-во МГУ, 1996. 244 с.
16. Русловые процессы и водные пути на реках Обского Бассейна. Новосибирск: РИПЭЛ плюс, 2001. 300 с.
17. Чалов Р.С., Лю Шугуан, Алексеевский Н.И. Сток наносов и русловые процессы на больших реках России и Китая. М.: МГУ, 2000. 212 с.
18. Маккавеев Н.И., Чалов Р.С. О развитии рельефа поверхности речных террас и признаки глубинной эрозии на примере верхней Оби // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1964. № 4. С. 120–125.
19. Маккавеев Н.И. Регрессивные переформирования речных островов // Метеорология и гидрология. 1948. № 4. С. 44–50.
20. Чалов Р.С., Жмыхова Т.В. Прирусловые отмели верхней Оби: типизация, морфология и гидролого-морфологический анализ // География и природные ресурсы. 2014. № 4. С. 63–72.

REFERENCES

1. Popov I.V. *Deformatsii rechnykh rusel i gidrotehnicheskoe stroitrlstvo* (Deformation of river channels and hydrotechnic building). Leningrad: Gidrometeoizdat (Publ.), 1965. 328 p.
2. Surkov V.V. *Dinamika poymennykh landshaftov verkhney i sredney Obi* (Dynamics of floodplain landscapes of Upper and Middle Ob River). Moscow: MSU (Publ.), 1999. 254 p.
3. Chalov R.S. *Geograficheskie issledovaniya ruslovykh protsessov* (Geographical researching of channel processes). Moscow: MSU (Publ.), 1979. 232 p.

4. Chalov R.S. *Fluvial'nye protsessy: teoriya, geografiya, praktika* (Fluvial processes: theory, geography, practice). Vol. 2: Morphodynamics of river channels. Moscow: KRASAND (Publ.), 2011. 960 p.
5. Chernov A.V. *Geomorfologiya poym ravninnykh rek* (Geomorphology of floodplains at lowland rivers). Moscow: MSU (Publ.), 1983. 198 p.
6. Makkaveev N.I. *Ruslo reki i eroziya v eye basseyne* (River channel and erosion in its basin). Moscow: AN SSSR (Publ.), 1955. 347 p.
7. Alekseevskiy N.I. and Chalov S.R. *Gidrologicheskie funktsii razvetvlyennogo rusla* (Hydrological functions of branched channel). Moscow: MSU (Publ.), 2009. 240 p.
8. Chalov R.S. and Kirik O.M. The transgressive and regressive movements of the islands and island clusters in the braided riverbeds at the wide floodplains. *Geomorfologiya (Geomorphology RAS)*. 2015. No. 2. P. 16–27 (in Russ.).
9. Rulyova S.N. *Morfologiya i dinamika rusla verkhney i sredney Obi i vliyaniye na nih gidrotekhnicheskikh meropriyatiy* (Morphology and dynamics of river channel of Upper and Middle Ob River and influencing of hydrotechnic events). PhD thesis. Moscow: MSU (Publ.), 1988. 30 p.
10. Lyn' Chankuan'. Sediments and geomorphologic characteristics of river channel. Nankin: Nankin Univ. (Publ.), 1991. 210 p. (in Chinese)
11. Characteristics of river channel and fluvial processes at Middle and Lower Yangtze River. Pekin: Nauka (Publ.), 1985. 272 p. (in Chinese)
12. Baker V.R. Stream-channel response to floods, with examples from Central Texas. *Geol. Soc. Am. Bull.* 1977. Vol 88. No. 8. P. 1057–1071.
13. Komar P.D. Shapes of streamlined island on the Earth and Marth: Experiments and analyses of minimum-drag form. *Geology*. 1983. No. 11. P. 651–654.
14. Tarbeyeveva A.M. Forming and evolution of islands in Ob River channel, in *Erozionnyye, ruslovye protsessy i problemy gidroekologii* (Erosional, channel processes and problems of hydroecology). Moscow: MSU (Publ.), 2004. P. 202–208.
15. *Ruslovye protsessy na rekah Altayskogo regiona* (Channel processes on Altai rivers). Moscow: MSU (Publ.), 1996. 244 p.
16. *Fluvial'nye protsessy i vodnye puti na rekah Ob'skogo basseyna* (Fluvial processes and channel ways on the rivers of the Ob River basin). Novosibirsk: RIPEL plus (Publ.), 2001. 300 p.
17. Chalov R.S., Lu Shuguan and Alekseevskiy N.I. *Stok nanosov i ruslovye protsessy na krupnykh rekah Rossii i Kitaya* (Sediment load and fluvial processes on big rivers of Russia and China). Moscow: MSU (Publ.), 2000. 212 p.
18. Makkaveev N.I. and Chalov R.S. On the relief development of river terraces surface and signs of deep erosion on the example of the Upper Ob River. *Izv. Akad. Nauk SSSR. Ser. Geogr.* 1964. No. 4. P. 120–125. (in Russ.)
19. Makkaveyev N.I. Regressive deformations of river islands. *Meteor. Hidrol.* 1948. No. 4. P. 44–50. (in Russ.)
20. Chalov R.S. and Zhmykhova T.V. Riverine shallows of the upper Ob: typification, morphology and hydrological-morphological analysis. *Geogr. Prir. Resur.* 2014. No. 4. P. 63–72. (in Russ.)