

ГЕОГРАФИЯ РУСЕЛ РЕК, РАЗВЕТВЛЕННЫХ НА РУКАВА, НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

© *Р. С. ЧАЛОВ,² Е. Р. ЧАЛОВА²*

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва

E-mail: ¹ rschalov@mail.ru,

² ekar28@yandex.ru

Впервые в отечественной литературе дается географический анализ условий развития и распространения русел рек, разветвленных на рукава. На мелкомасштабной карте приведено районирование территории России по распространению разветвлений русел на малых и средних горных, равнинных и полугорных реках, в свободных и ограниченных условиях развития русловых деформаций (на реках с широкопойменным или врезанным руслом), определяемых геолого-геоморфологическим строением территорий, по которым они протекают. На больших и крупнейших реках выделены разветвления разного морфодинамического типа в соответствии с классификацией МГУ (одиночные, сопряженные, прибрежные одно-, двусторонние и чередующиеся, параллельно-рукавные и др.), а также разветвления, образовавшиеся при спрямлении излучин и осложняющие морфологию меандрирующих и прямолинейных русел, или их возможные комбинации. Отдельно показаны разветвления, формирующиеся на других структурных уровнях развития русловых процессов — точечные на горных реках, раздвоенные русла крупнейших рек и дельтовые разветвления. Описаны причины формирования разветвлений разного типа в различных природных условиях.

Ключевые слова: русловые процессы, русла рек, разветвления, острова, рукава, протоки.

Введение. Разветвления русел рек на рукава — наиболее сложные и разнообразные как по морфологии и режиму деформаций (динамики) проявления русловых процессов, так и по условиям управления ими при освоении речных ресурсов, эксплуатации рек как водных путей сообщения, прокладки через реки коммуникаций, предотвращении размывов берегов, обмеления водозаборов и акваторий портов, образования заторов льда и т. д. Считается, что разветвления русел на рукава — в основном прерогатива больших и крупнейших рек [1]. Их доля от общей протяженности рек Северной Евразии (в пределах бывшего СССР) длиной более 500 км составляет около 20 %, причем на свободные условия развития русловых деформаций (широкопойменные русла) приходится всего 7.4 %, изменяясь в разных регионах от 32.5 % на реках северной половины европейской части России до отсутствия разветвлений на реках Урала [15]. Эти цифры занижены, так как получены по карте «Русловые процессы на реках СССР» (1:4 000 000) [14], на которой выделены морфологически однородные участки рек по преобладающему на них морфодинамическому типу русла (более 50 % от их длины). При этом не учтены разветвления, встречающиеся на остальном их протяжении. Таковы разветвления в меандрирующих и прямолинейных руслах не только больших, но и малых рек, осложняющие излучины русла или образующие второстепенные прибрежные разветвления; пойменная многорукавность, расчленяющая поймы маловодными протоками (ответвлениями) на отдельные массивы; разветвления, возникающие при образовании прорванных излучин, в зонах подпора от сужения днищ долин или самих русел, в узлах слияния рек и др. Кроме того, одиночные и односторонние разветвления, разветвленно-извилистые русла как морфодинамические типы (в классификации МГУ, положенной в основу составления карты [17]) по разным причинам объединены с относительно прямолинейными или меандрирующими руслами. Если принять во внимание все возможные разветвления

на реках, то их доля в общей протяженности рек Северной Евразии возрастает не менее чем до 50—60 %.

Любые разветвления русла, образующие морфологически однородные участки, второстепенные или осложняющие морфологию русел других типов, обуславливают рассредоточение стока по рукавам и, соответственно, сказываются в русловом режиме реки и, как следствие, определяют возможности и подходы к управлению русловыми процессами, методы и приемы регулирования русел. При этом формирование как разветвлений различных типов, так и осложняющих русла других морфодинамических типов зависит от водности (размеров) рек, стока наносов, устойчивости русел, местных условий их формирования, с которыми связаны изменения транспортирующей способности потоков, аккумуляция наносов или размыва берегов и т. д.

Разнообразие условий формирования русловых разветвлений, многочисленность морфодинамических типов (в классификациях МГУ [20, 22] — 11, Д. Л. Росгена [32] — 14) и разновидностей создает сложную пространственную картину их распространения на реках в пределах обширных и географически неоднородных территорий или бассейнов больших и крупнейших рек. Вместе с тем природная предопределенность формирования русел обуславливает географические закономерности в развитии разветвлений тех или иных типов или разновидностей. Однако именно эти закономерности формирования разветвлений до настоящего времени практически не рассматривались. Лишь в региональных обобщениях [2, 11—13, 15] приводятся сведения о распространении вдоль рек разветвлений основных типов, в том числе в областях со свободными и ограниченными условиями развития русловых деформаций, или в крупных регионах (Европейская часть, Западная и Восточная Сибирь, Дальний Восток, Урал, Средняя Азия и Казахстан). В еще более обобщенном виде С. И. Пиньковским [9] приведены сведения о встречаемости (без разделения на типы) разветвленных русел (в % от длины всех рек) по крупным регионам бывшего СССР и по отдельным геоморфологическим районам. Тем не менее получать представления о разнообразии разветвлений в различных природных условиях не представляется возможным, что объясняется недостаточной изученностью разветвлений в то время, когда составлялись соответствующие региональные характеристики (60-е годы XX в. — в Государственном гидрологическом институте, в 70—80-е гг. — в Московском государственном университете) и принятыми в них принципами картографирования и генерализации.

Поэтому задача исследований, результаты которого представлены в настоящей статье, — показать общие географические закономерности, во-первых, распространения разветвлений разных типов, образующих как морфологически однородные участки русел, так и их формы, встречающиеся либо осложняющие русла других типов; во-вторых — условий их формирования.

Исходные данные и методика исследований. В основу статьи положены результаты многолетних (с 1957 г.) исследований русловых процессов на реках с разветвленным руслом, и реках, на которых разветвления встречаются эпизодически или в виде единичных форм, осложняющих морфологию извилистых (меандрирующих) или относительно прямолинейных русел. Объектами изучения разветвлений были Северная Двина, Сухона и Вычегда, Мезень, Печора, Обь, Бия и Катунь, Енисей и Ангара, Лена и ее основные притоки — Киренга, Витим, Алдан и Вилюй, Яна, Индигирка, Амур и Уссури, Терек, полугорные и горные реки Алтая и Кавказа. На большинстве из них проводились крупномасштабные русловые исследования, иногда с многократ-

ной повторностью, выполнялся ретроспективный анализ перестроений за периоды от первых десятилетий до 150—200 лет в зависимости от наличия исходных картографических материалов, а за последние годы — космических снимков. Разработана морфодинамическая классификация разветвлений [20, 22], структура которой позволяет дополнять ее новыми «ячейками» по мере получения новых данных. Определены структурные уровни развития разветвлений [30], характерные для каждого их типа схемы деформаций [23], роль и место в русловом режиме рек разветвлений 2—3-го порядков [18], прибрежных второстепенных разветвлений, разветвлений, формирующихся на излучинах русла и т. д. Составление карты распространения на реках России разветвлений разного типа в масштабе 1:60 000 000 опиралось на методологию мелко-масштабного картографирования русловых процессов [19, 24, 25].

Структурные уровни развития, морфодинамические типы, морфологически однородные участки и единичные формы разветвлений. По Н. И. Маккавееву [7, с. 139] русловые процессы представляют собой «одну из форм перемещения твердого вещества текущей водой», которые вместе с тем «нельзя рассматривать изолированно от географической среды, без учета конкретных особенностей, характеризующих ландшафт водосбора» (там же, с. 3); отсюда «русловые процессы в такой же мере зональны, как и другие географические процессы» (там же, с. 179), а «потоки с одинаковыми гидравлическими характеристиками могут в различных природных условиях создавать различные русловые формы и, в свою очередь, одинаковые русловые образования могут возникать под влиянием совершенно различных гидравлических процессов» [6, с. 15]. Это определяет многообразие условий формирования разветвлений, как и других основных морфодинамических типов русел — извилистых (меандрирующих) и относительно прямолинейных, неразветвленных. Вместе с тем наряду с формами русла и руслового рельефа (грядями), представляющими собой результат эрозионно-аккумулятивной деятельности рек и транспорта (переноса) ими наносов, встречаются скульптурные разветвления [22, 23, 29], обязанные своим происхождением взаимодействию потоков с трудноразмываемыми, в том числе скальными грунтами.

Согласно закону дискретности и континуальности русловых процессов [4, 5, 16, 21] разветвления формируются на разных структурных уровнях их развития, которые, характеризуясь только им присущим механизмами, в то же время взаимосвязаны, создавая единый генетический ряд морфологических образований — от элементарных до очень сложно построенных. На самом низком (первом) структурном уровне, соответствующем сдвигу, перемещению, взвешиванию и остановке частиц грунта (наносов), разветвления самого русла не возникают. Но при большой крупности наносов (валунно-глыбовые) в межень на горных реках с руслами порожиисто-водопадными и с неразвитыми аллювиальными формами возможно образование точечных разветвлений [31], в которых поток, обтекая крупные выступы (валуны, глыбы), разбивается на несколько струй. Точечные разветвления могут быть образованы локальными выходами в русле скал, крупными обломками скальных пород, обвалившихся со склонов или имеющих ледниковое происхождение.

На следующем, втором, структурном уровне формируются осередковые разветвления, возникающие также на спаде уровней воды и в межень при частичном обсыхании крупных грядовых форм руслового рельефа. Не определяя морфологию самого русла, они при зарастании и закреплении поверхности осередков растительностью превращаются в острова, образующие уже

разветвления самого русла (третий структурный уровень разветвлений). Они определяют его морфодинамический тип русла, вызывая разделение потока на ветви течения во все фазы водного режима, в том числе при их полном затоплении. Расположение островов по длине реки, автономность или сопряженность переформирований связанных с ними рукавов, наличие двух равноценных по водности ветвей течения, разделенных цепочками островов посередине реки, или одного основного и второстепенных рукавов возле одного или обоих берегов, создают морфологически однородные участки. Среди русловых (островных) разветвлений это обуславливает выделение одиночных, одно-, двусторонних или чередующихся прибрежных, сопряженных, параллельно-рукавных и разбросанных разветвлений. В меандрирующих руслах регулярное спрямление развитых и крутых сегментных излучин в условиях глубокого затопления поймы и прохождения в эту фазу режима руслоформирующих расходов воды приводит к формированию прорванных излучин (незавершенное меандрирование, по классификации ГГИ [5]). В них речной поток разделяется между старым изогнутым рукавом — бывшей излучиной (староречьем), параметры которой превысили критические значения [7, 23]: $l/L > 1.4—1.7$ (l — длина русла по излучине, L — ее шаг), и новым, спрямляющим рукавом. При этом устойчивость русла, свободные или ограниченные условия развития русловых деформаций (широкопойменное или врезанное русло), изменение формы транспорта наносов при резких изменениях уклонов русел и ширины днища долин определяют степень разветвленности русел, характеризующуюся соотношением n_0/x — количеством островов n_0 на единицу длины русла x [31]. Относительная ширина русла b_p/h (b_p — ширина, h — глубина русла) и гидравлические сопротивления движению потока $\lambda = C^2/2g$ (C — коэффициент Шези, зависящий от шероховатости русла, определяемой крупностью донных наносов; g — ускорение свободного падения) определяют значение критерия И. Ф. Карасева [3] $\Theta = b_p/h\sqrt{\lambda}$, согласно которому при $\Theta > 9.5$ поток разбивается на две и более ветвей течения, между которыми при достаточно большом стоке наносов образуются острова, то есть осуществляется формирование разветвленного русла. Чем больше величина Θ , тем больше разветвленность русла и вероятнее формирование все более сложных по морфологии и режиму деформаций разветвленных русел (параллельно-рукавных, сложносопряженных, разбросанных). Формированию разветвлений и их наиболее сложных разновидностей способствуют местные источники поступления наносов. На Северной Двине, например, начавшийся в начале XX в. размыв песчаного уступа 40-метровой террасы (Толоконная гора) со скоростью до 20 м/год явился причиной трансформации ниже по течению вплоть до устья р. Ваги существовавших здесь одиночных и сопряженных разветвлений в параллельно-рукавные.

Единичные прибрежные разветвления встречаются на крыльях и в привершинных частях излучин, создавая разветленно-извилистое русло. В относительно прямолинейном, неразветвленном русле, также возникают разветвления 2-го или 3-го порядков [18, 22], параметры которых существенно меньше ширины неразветвленного русла. Разделяя его на отдельные протяженные фрагменты, они не образуют морфологически однородных участков. Скульптурным аналогом третьего структурного уровня являются разветвления, связанные с крупными скальными выступами в русле (огрудками), на которых поселилась растительность, и они превратились в цокольные острова. Сформировавшиеся за длительную геологическую историю врезания рек скульп-

птурные разветвления образованы зачастую незатопляемыми в половодье (паводки) островами со скальным цоколем (Ангара, Сухона, верхняя Лена). Если ухвостья таких островов удлинились благодаря развитию и последующему зарастанию аккумулятивных кос, разветвления становятся скульптурно-аккумулятивными [29].

Более высокие уровни разветвлений присущи исключительно рекам с широкопойменным руслом. Пойменно-русловые разветвления образуются островами, размеры которых соизмеримы с шириной днища долин и которые имеют сложную изометричную форму, зависящую от типа русла рукавов. Обычно они формируются там, где река перемещается от одного борта долины к другому (по диагонали), что обуславливает несоответствие направлений руслового и пойменного потоков в многоводные фазы водного режима. При этом русла рукавов имеют свой морфодинамический тип или при одном и том же типе различаются, в соответствии с их водностью, параметрами их форм. Пойменно-русловые разветвления встречаются как на реках с меандрирующим, так и разветвленным руслом, на больших (средняя Обь ниже устья р. Томи) и средних (р. Вычегда выше слияния с р. Сысолой) реках. Каждый рукав может образовывать до 5—6 смежных излучин или иметь разветвленное русло, которое в свою очередь осложняется разветвлениями 2-го и 3-го порядков, прибрежными разветвлениями и т. д.

Самый высокий пойменный уровень разветвленности образуют раздвоенные русла, обычно характерные для нижнего течения больших и крупнейших рек (средняя и нижняя Обь, Волга и Ахтуба, Дон и Аксай, нижний Амур), но встречаются на Аргуни, Чарыше и некоторых других средних по водности реках, там, где они пересекают крупные погружающиеся морфоструктуры и отличаются направленной аккумуляцией наносов. На крупнейших реках каждый такой рукав, имея протяженность в десятки и сотни километров, имеет собственный водосбор, характеризуется своими гидрологическим и русловым режимами и набором морфодинамических типов русла особенно при большой разнице в их водности (Ахтуба, нижняя Волга). Первая меандрирует или имеет прямолинейное неразветвленное русло с единичными, очень редкими разветвлениями, вторая (основная Волга) обладает разветвлениями разного типа, прорванными излучинами, прямолинейными участками. Определенную аналогию раздвоенным руслам составляют дельтовые разветвления, в которых основные магистральные рукава также характеризуются своими типами русла, в том числе разветвлениями, но они самостоятельно впадают в приемный водоем.

К этому же уровню формирования разветвленности относится пойменная многорукавность, свойственная рекам с широкопойменным руслом, у которых руслоформирующие расходы воды проходят при затопленной пойме. Вследствие этого отшнуровывающиеся от основного русла протоки (при спрямлении излучин или отмирании рукавов) не превращаются в ложбины и старичные озера, а поддерживаясь потоками воды, затопляющими пойму, продолжают функционировать. В результате днище долины представляет собой сложный лабиринт относительно маловодных водотоков, расчленяющих пойму на отдельные массивы, в совокупности существенно рассредотачивающими (до 20—30 %) сток воды и снижающими водность основного русла.

Особый тип разветвлений формируется в узлах слияния рек [8], где острова или группы островов заполняют раструбообразные расширения русел в зонах переменного подпора или выдвигения в объединенную акваторию ниже стрелки.

Географические закономерности в распространении русел рек, разветвленных на рукава. Для обобщенной оценки особенностей распространения на реках России разветвлений русел и природных условий их формирования составлена мелкомасштабная карта (см. рисунок). Для характеристики малых и средних рек, которые из-за масштаба и возможностей картографирования на ней не показываются, применен метод районирования территории, по которой протекают реки с однородными или близкими условиями формирования разветвлений и сходным набором их типов и разновидностей. Большие и крупнейшие реки показаны внемасштабными полосами, цвет которых соотносится с морфодинамическим типом разветвлений. Цвет границ этих полос использован в условиях свободного развития русловых деформаций (широкопойменные русла) для отражения раздвоенных русел и пойменной многорукавности; в устьях рек дельтовые разветвления показаны специальными значками.

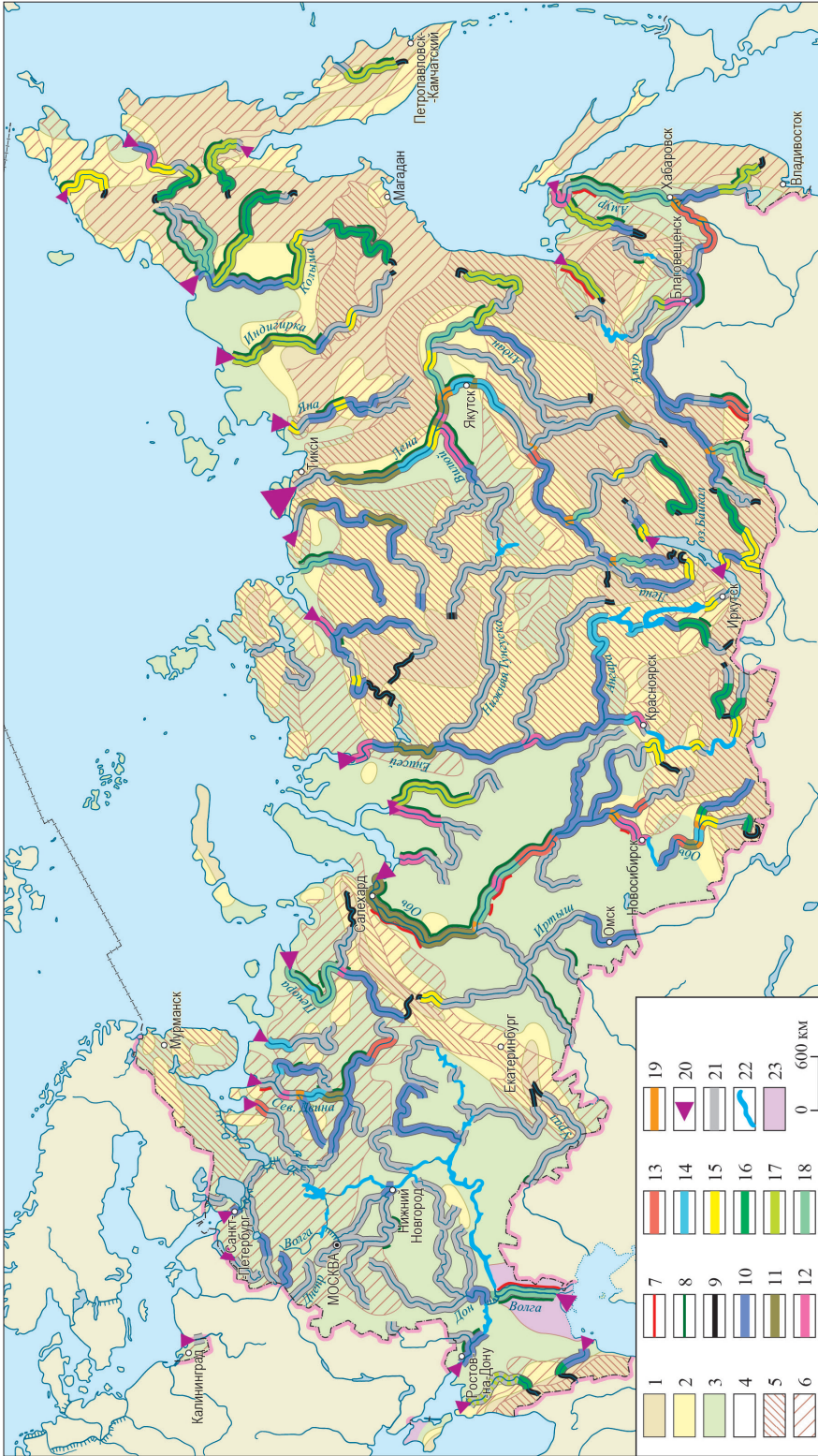
Районирование территории по условиям формирования и развития тех или иных типов разветвлений на малых и средних реках выполнено двумя способами: цветовым фоном — районы распространения горных, полугорных и равнинных (малых и средних) рек, различающихся по кинематике потоков, форме транспорта и крупности наносов, уклонами; штриховкой — районы со свободным или ограниченным (по геоморфологическим условиям) развитием русловых деформаций.

Горные реки с порожиисто-водопадным руслом и неразвитыми аллювиальными формами характеризуются точечными и осередковыми разветвлениями, проявляющимися в межень, когда обсыхают крупные валуны и глыбы, вызывающие разделение потока на отдельные обтекающие их струи, или осередки на бесструктурных скоплениях галечно-валунных наносов. На горных реках с развитыми аллювиальными формами встречаются одиночные разветвления, в том числе скульптурные и скульптурно-аккумулятивные.

Полугорные реки, характерные для переходных зон от гор к равнине, предгорий, межгорных и внутригорных котловин, отличаются разбросанными блуждающими, с очень интенсивными деформациями руслами, рисунок которых меняется после прохождения каждого паводка или половодья. Формируясь иногда на конусах выноса, образующих наклонные подгорные поверхности, они распадаются на сеть рукавов, подобно дельтовым разветвлениям, самостоятельно впадающих в главную реку или соединяющихся с рукавами соседних рек.

Районы распространения разветвленных русел на полугорных реках широко распространены в Сибири (к востоку от р. Енисей), на Дальнем Востоке и северо-востоке России, в предгорьях Алтая, Саян, горных массивов Забайкалья, Приморья, Урала и Северного Кавказа. Они также встречаются в высокогорьях, особенно в приледниковых зонах, но из-за масштаба карты на ней не отражаются.

Равнинные реки с преимущественно одиночными и реже сопряженными разветвлениями, чаще всего не образующими морфологически однородные участки и представляющими собой единичные формы (в зонах подпора от сужения днища долины или самого русла, в местных его расширениях) характерны для европейской территории России (ЕТР), Западной Сибири, низменностей Восточной Сибири и Дальнего Востока. Геолого-геоморфологические условия обуславливают выделение здесь трех групп районов: со свободными или ограниченными условиями развития русловых деформаций, со сложным пространственным чередованием тех и других районов. Свободные условия



соответствуют равнинным территориям, сложенным легко размываемыми отложениями и абсолютным преобладанием широкопойменных русел, создающих благоприятную обстановку для формирования разветвлений, что, однако, еще не означает их развитие. Разветвления на малых и средних реках этих районов очень редки и не образуют морфологически однородных участков. Таковы районы юга ЕТР, Западная Сибирь и низменности Восточной Сибири и Дальнего Востока.

В районах с ограниченными условиями развития русловых деформаций преобладают врезанные русла, формирующиеся в трудноразмываемых пластичных (морские глины, моренные суглинки) или практически неразмываемых скальных грунтах; здесь разветвления на малых и средних реках отсут-

Карта распространения разветвленных русел на реках России. Районирование по условиям формирования разветвлений на малых и средних реках.

1 — горные реки, характеризующиеся точечными разветвлениями (порожисто-водопадные русла, русла с неразвитыми аллювиальными формами); 2 — полугорные реки в предгорьях и межгорных котловинах (разбросанные, блуждающие русла); 3 — равнинные реки преимущественно с одиночными и сопряженными разветвлениями, разветвлениями в узлах слияния с притоками, в зонах подпора от сужения днищ долин и т. д.; 4 (без штриховки) — районы свободного развития русловых деформаций, с благоприятными условиями для формирования разветвлений; 5 — районы ограниченного развития русловых деформаций (разветвления не формируются; встречаются скульптурные разветвления); 6 — сложное пространственное чередование районов со свободными и ограниченными условиями развития русловых деформаций. Морфологически однородные участки на больших и крупнейших реках с абсолютным преобладанием разветвлений разных типов; 7 — раздвоенные русла; 8 — пойменная многорукавность; 9 — горные реки с точечными, осередковыми, единичными одиночными и скульптурными разветвлениями; 10 — единичные одиночные, 2—3-го порядков, прибрежные (одно-, двухсторонние, чередующиеся) разветвления, не создающие морфологически однородных участков в меандрирующем (в т. ч. разветленно-извилистом и отдельными прорванными излучинами) или относительно прямолинейном русле; 11 — одиночные и прибрежные разветвления, образующие морфологические однородные участки; 12 — сопряженные разветвления; 13 — пойменно-русловые разветвления; 14 — параллельно-рукавные разветвления; 15 — сложносопряженные и разбросанные разветвления равнинных рек; 16 — разбросанные разветвления на полугорных реках; 17 — прорванные излучины; 18 — чередование одиночных, сопряженных, прибрежных (одно-двухсторонних, чередующихся), пойменно-русловых разветвлений, прорванных излучин с относительно прямолинейным неразветвленным и меандрирующим руслом; 19 — разветвления в узлах слияния рек; 20 — дельтовые разветвления; 21 — неразветвленные русла (разветвления отсутствуют); 22 — водохранилища; 23 — территории с отсутствием речной сети.

The map of distribution of braided channels on the rivers of Russian Federation. Zoning of braided channels on small and middle-sized rivers due to channel pattern controls.

1 — mountain rivers with point mid-channel bifurcations (step-pool channels, plane bed channels); 2 — semi-mountain rivers in piedmont and intermountain areas (wandering channels); 3 — plain rivers mostly with single and conjugated braided channel reaches, braided reaches at the confluences with tributaries, in the backwater reaches due to narrowing of river valleys, etc.; 4 (without hatching) — areas of free channel changes development, with favorable conditions for braided reaches formation; 5 — areas of limited channel changes development (braided reaches do not form; there are only structural braided channel patterns); 6 — complex spatial alternation of areas with free and limited conditions of channel changes development. Morphologically homogeneous sections on the large and largest rivers with an absolute predominance of braided channel reaches of different types: 7 — split channels; 8 — anabranching channels; 9 — mountain rivers with single, point mid-channel and structural bifurcations; 10 — single, lateral (one-sided, two-sided or alternating) braided channel reaches of the 2—3rd order, which do not form morphologically homogeneous sections in the meandering (including braided-meandering reaches and single cut-off loops) or relatively straight channel; 11 — single braided reaches which form morphologically homogeneous sections; 12 — conjugated braided reaches; 13 — anastomosing channel; 14 — sub-parallel braided channel; 15 — composite conjugated and wandering braided reaches of plain rivers; 16 — wandering multi-channel on semi-mountain rivers; 17 — cut-off meanders; 18 — alternation of single, conjugated, lateral (one-sided, two-sided, alternating) braided channel reaches, anastomosing reaches, cut-off meanders with a relatively straight unbranched and meandering channel; 19 — braided channel patterns on the reaches of river confluences; 20 — deltaic braided reaches; 21 — non-braided channels (no branching); 22 — water-reservoirs; 23 — territories without river network.

ствуют или встречаются очень редко, образуя единичные формы. Эти районы охватывают огромные территории Среднесибирского плоскогорья, гор и нагорий юга Сибири и Дальнего Востока, Урала, Кавказа, а также Скандинавского кристаллического щита (Карелия, Кольский п-ов).

Третья группа районов охватывает сложенную моренными отложениями территорию северной половины ЕТР, Среднерусскую возвышенность, предгорные области Северного Кавказа и Урала, северо-востока России, включая Камчатку и Приморье, фрагментарно встречается по всей Восточной Сибири. Сложное геолого-геоморфологическое строение обуславливает здесь соседство рек с широкопойменным, в том числе разветвленным и врезанным неразветвленным руслом, чередование этих типов русел по длине рек, создавая мозаичную картину их распространения. На реках северо-востока страны широкопойменные русла малых и средних рек отличаются преобладанием разбросанных разветвлений, тогда как на севере ЕТР — одиночных, не образующих морфологически однородных участков, но встречающихся в виде единичных форм.

На больших и крупнейших реках разным цветом полос вдоль их изображения на топографической основе выделены морфологически однородные участки, характеризующиеся абсолютным преобладанием разветвлений различных типов: одиночные и прибрежные одно- и двусторонние или чередующиеся, сопряженные, параллельно-рукавные, сложносопряженные и разбросанные на равнинных реках, разбросанные на полугорных реках, прорванные излучины, образующие следующие друг за другом формы. Так же показаны пойменно-русловые разветвления, если они по длине реки несколько раз прерывают, подобно одиночным разветвлениям, меандрирующее, относительно прямолинейное или разветвленное русло. На меандрирующей средней Оби между устьями Кети и Ваха находится 10 пойменно-русловых разветвлений (более 20 % длины участка). Оба рукава меандрируют, образуя до 5—6 развитых и крутых сегментных излучин [28]. Кроме того выделяются: горные участки с точечными, осередковыми, одиночными, в том числе скульптурными, разветвлениями в верховьях рек; протяженные участки с единичными одиночными и прибрежными разветвлениями и разветвлениями 2—3-го порядков; отдельные прорванные излучины, не создающие морфологически однородных участков, встречающихся в виде отдельных форм в меандрирующем или относительно прямолинейном русле; протяженные участки, в пределах которых сложно чередуются одиночные, сопряженные, односторонние, пойменно-русловые разветвления и прорванные излучины с относительно прямолинейным неразветвленным руслом или излучинами; участки рек, на которых разветвления полностью отсутствуют; разветвления в узлах слияния рек, которые могут формироваться одним или несколькими островами, относится к пойменно-русловому типу.

Большинство больших и крупнейших рек России в среднем и нижнем, а иногда и в верхнем течении (практически по всей длине рек) разветвлены на рукава. Это связано с тем, что рост водности потока сопровождается преимущественным, по сравнению с глубиной русла h , увеличением его ширины b_p . При большом соотношении b_p/h поток сначала утрачивает форму компактной струи, образует широкую стрежневую область, а затем разделяется на обособленные ветви течения, между которыми происходит аккумуляция наносов, возникают осередки, превращающиеся при закреплении их растительностью в острова. Но ширина русла зависит также от его устойчивости, свободных

или ограниченных условий развития русловых деформаций, сужений и расширений днища долины и самого русла, обуславливающие чередование по реке явлений подпора и гидравлического спада, изменений соотношения стока руслообразующих наносов с транспортирующей способностью потока. Соотношение b_p/h (высокое >40 , низкое <40), уклон и состав руслообразующих наносов в широкопойменных руслах позволили Д. Л. Росгену [32] выделить 14 разновидностей разветвлений русел, каждую из которых он обозначил определенным индексом. При этом обязательным условием формирования разветвлений является достаточно большой сток руслообразующих наносов, скопления которых в виде гряд создают предпосылки для образования островов.

Действительно, практически все крупнейшие реки России на значительной части своей длины имеют разветвленные русла, хотя их морфологический тип зависит также от устойчивости и геолого-геоморфологических условий. Наиболее сложные разветвления — параллельно-рукавные со сложным режимом деформации — характерны для широкопойменного русла средней и нижней Лены в пределах Центрально-Якутской низменности, верхней Оби ниже слияния Бии и Катуня, Северной Двины выше устья р. Ваги и нижней Мезени. На Оби ниже Новосибирского гидроузла и до устья р. Томи основной тип разветвлений — сопряженный. В среднем и нижнем течении, несмотря на значительно большую водность, сначала (от слияния с р. Томью) река меандрирует с массовым развитием прорванных излучин, а затем пойменно-русловых разветвлений. Ниже (от устья р. Вах до дельты) Обь имеет в основном раздвоенное русло, основные рукава которого характеризуются чередованием одиночных, сопряженных (в районе г. Сургута), односторонних, пойменно-русловых разветвлений и прорванных излучин. Ниже слияния с Иртышом (нижняя Обь) одиночные разветвления преобладают.

Енисей имеет в верхнем течении разбросанное русло (в Тувинской котловине), сложносопряженные разветвления между Саяно-Шушенским гидроузлом и Красноярским водохранилищем, а ниже последнего — врезанное прямолинейное русло, осложненное редкими одиночными и односторонними разветвлениями и островами 2—3-го порядков.

На средней (выше г. Якутска) и верхней Лене разветвления встречаются почти на всей реке, имеющей врезанное русло, причем перед выходом ее в пределы Центрально-Якутской низменности находится протяженный участок параллельно-рукавных разветвлений, образованных вытянутыми вдоль реки крупными островами и островными массивами.

На Амуре от слияния Шилки и Аргуни эпизодически встречаются одиночные и односторонние разветвления; выше устья Зеи и при пересечении Малого Хингана во врезанном русле разветвлений нет; на остальных участках среднего и всем протяжении нижнего Амура чередуются одиночные и пойменно-русловые разветвления с участками прямолинейного неразветвленного или меандрирующего русла, в котором иногда встречаются прорванные излучины или разветвления на крыльях излучин.

На Северной Двине от слияния Сухоны и Юга до устья Вычегды встречаются редкие одиночные и односторонние разветвления, и лишь перед слиянием с Вычегдой находится крупное устьевое разветвление. Ниже по течению в широкопойменном русле развиты одиночные разветвления, образующие достаточно протяженный морфологически однородный участок, который затем, ниже мощного местного источника поступления наносов — песчаной Толоконной горы (ее берег интенсивно размывается), сменяется параллельно-ру-

кавными разветвлениями, преобладающими вплоть до устья Ваги, хотя русло здесь становится врезанным. Ниже по течению только на коротком широкопойменном участке развиты сопряженные разветвления, а во врезанном русле на остальном протяжении встречаются лишь одиночные разветвления. Ниже слияния с Пинегой и до вершины дельты в Архангельске река разветвляется на рукава, разделенные крупным скульптурно-аккумулятивными незатопленными островами с высоким коренным цоколем.

Параллельно-рукавное врезанное русло, очень сложное морфологически и по режиму деформаций, сформировалось на нижней Мезени [26], хотя уже выше устья Вашки встречаются лишь редкие одиночные и односторонние разветвления; в верхнем течении разветвлений вообще нет.

Печора, выходя с гор на равнину почти до устья Усы, характеризуется редкими одиночными разветвлениями, не образующими морфологически одиночных участков, и лишь ниже слияния с этим притоком находятся сопряженные разветвления. Ниже по течению вплоть до дельты на реке разветвления разных типов (одиночные, сопряженные, пойменно-рукавные, параллельно-рукавные) чередуются с участками прямолинейного неразветвленного русла [27].

На нижней Волге одиночные и односторонние разветвления чередуются с прорванной излучиной (Саралевский узел) [10], пойменно-русловыми разветвлениями, развитыми и крутыми излучинами и прямолинейными неразветвленными участками.

Таким образом, чередование различных типов русла и преобладание одиночных разветвлений, образующих морфологически однородные участки, является характерной чертой морфодинамики русел больших и крупнейших рек севера ЕТР и Сибири. Лишь широкопойменные неустойчивые и слабоустойчивые русла Северной Двины, верховьев Оби (ниже слияния Бии и Катуня), частично средней и нижней Лены имеют сложные по морфологии и режиму деформаций параллельно-рукавные русла, образующие очень протяженные морфологически однородные участки, определяющие в целом их облик.

Разбросанные русла, также отличающиеся сложной морфологией и перестроениями, характерны для рек, пересекающих предгорья и внутриворонные котловины. Таковы участки Кубани и Терека на Северном Кавказе, Енисея выше Саяно-Шушенского водохранилища и полугорных русел составляющих его рек в Тувинской котловине, Бии и Катуня в низовьях и в Уйминской котловине, Селенги и Чикоя, Ангары и Илима, нижнего Алдана, отдельных участков Яны, Индигирки, Колымы, Анадыря и других рек северо-востока России. Вместе с малыми и средними реками они создают общий морфодинамический облик рек этого региона [9].

На остальных больших реках равнинных регионов южной половины и северо-запада ЕТР, включая Дон и Оку с их притоками, нижнюю Кубань, верхний Днепр, Неву, Свирь и др., Западной Сибири — притоки Оби, включая Иртыш с его притоками, верхнее течение Пура и Таза, разветвления практически отсутствуют; они встречаются в виде единичных форм на Иртыше выше и ниже Омска, в нижнем течении Чулыма и Кети; на р. Таз широко развиты прорванные излучины и только в нижнем его течении и на Надыме — сопряженные разветвления. Разветвления не характерны для врезанных русел рек Среднесибирского плоскогорья, Таймыра, верхнего и среднего Вилюя и его основного притока — р. Мархи, притоков Лены — Витима и Олекмы, Амги и верхнего Алдана, верховьев Яны и Индигирки. В то же на реках севера Восточной Сибири и северо-востока, начиная от р. Хатанги, распространены оди-

ночные и прибрежные разветвления как в виде единичных форм, так и образующих морфологически однородные участки, встречаются сопряженные разветвления, а на Индигирке, Колыме и ее притоках, Камчатке распространены прорванные излучины, отражая прохождение на реках руслоформирующих расходов воды при загопленной пойме.

Заключение. Выполненный анализ распространения разветвлений на реках России показал, что они образуют морфологически однородные участки на больших и крупнейших реках, а также на реках предгорных территорий, внутригорных и межгорных котловин. При этом наиболее сложные по морфологии и режиму деформаций параллельно-рукавные и сложноспряженные разветвления характерны для больших рек с неустойчивым руслом (Северная Двина, Мезень, верхняя Обь, частично средняя и нижняя Лена), формируются как в свободных, так и ограниченных условиях развития русловых деформаций (широкопойменные и врезанные русла). Разбросанные русла, присущие малым и средним рекам предгорий и межгорных впадин, отличаются неупорядоченными и очень интенсивными деформациями, причем в морфодинамическом и гидролого-морфологическом отношении они относятся к наименее изученным. На остальных реках разветвления или отсутствуют, или встречаются, хотя и довольно часто, в виде единичных форм, не создающих морфологически однородные участки, но осложняющие морфологию меандрирующих и относительно прямолинейных русел.

Во всех случаях разветвления, вызывая в зависимости от их типа большее или меньшее рассредоточение стока по рукавам и изменения транспортирующей способности потока, характеризуются, по сравнению с руслами других морфодинамических типов, более сложной структурой и переформированиями, носящими опасный характер. Это проявляется в развитии одних и отмирании других рукавов, изменении положения зон размыва и намыва берегов и т. д., что создает особенно большие затруднения при решении различных водохозяйственных, воднотранспортных задач, прокладке через реки коммуникаций, защите берегов от размыва. Поэтому выявленные особенности в географии разветвлений позволят оптимизировать подходы к освоению речных ресурсов, разработке проектов регулирования русел с учетом различий природных условий, определяющих их развитие.

Работа выполнена по темам НИР кафедры гидрологии суши и научно-исследовательской лаборатории эрозии почв и русловых процессов им. Н. И. Маккавеева МГУ им. М. В. Ломоносова, при поддержке грантов РНФ (проект 18-17-00086) и РФФИ (проект 18-05-00487 — катастрофические проявления русловых деформации в разветвлениях русел).

Список литературы

- [1] *Великанов М. А.* Русловой процесс. М.: Госфизматиздат. 1958. 395 с.
- [2] Водные пути бассейна Лены. М.: МИКИС, 1995. 600 с.
- [3] *Карасев И. Ф.* Русловые процессы при переброске стока. Л.: Гидрометеоздат, 1975. 288 с.
- [4] *Кондратьев Н. Е.* О дискретности русловых процессов // Проблемы русловых процессов. Л.: Гидрометеоздат, 1953. С. 34—42.
- [5] *Кондратьев Н. Е., Попов И. В., Сниценко Б. Ф.* Основы гидроморфологической теории руслового процесса. Л.: Гидрометеоздат, 1982. 272 с.

- [6] *Маккаев Н. И.* Руслевой режим рек и трассирование прорезей. М.: Речиздат, 1949. 202 с.
- [7] *Маккаев Н. И.* Русло реки и эрозия в ее бассейне. М.: Изд-во АН СССР, 1955. 347 с.
- [8] *Никитина Н. А., Чалов Р. С.* Узлы слияния рек и их морфологические типы // Геоморфология. 1988. № 4. С. 64—70.
- [9] *Пиньковский С. И.* Типы речных русел советского Дальнего Востока // Тр. ГГИ. 1967. Вып. 144. С. 77—117.
- [10] *Попов И. В.* Прогноз русловых деформаций Волги на участке Саралевского водного узла в связи с проектированием улучшения его судоходных условий // Тр. ГГИ. 1974. Вып. 216. С. 65—93.
- [11] Русловые процессы и водные пути на реках бассейна Северной Двины. М.: ООО «Журнал РТ», 2012. 491 с.
- [12] Русловые процессы и водные пути на реках Обского бассейна. Новосибирск: РИПЭЛ плюс, 2001. 300 с.
- [13] Русловые процессы на реках Алтайского региона. М.: МГУ, 1996. 244 с.
- [14] Русловые процессы на реках СССР. М-б 1:4000000. М.: ГУГК СССР, 1990. 4 л.
- [15] Руслевой режим рек Северной Евразии. М.: МГУ, 1994. 336 с.
- [16] *Сидорчук А. Ю.* Структура рельефа речного русла СПб.: Гидрометеоздат. 1992. 128 с.
- [17] *Чалов Р. С.* Географические исследования русловых процессов. М.: Изд-во МГУ, 1979. 232 с.
- [18] *Чалов Р. С.* Факторы русловых процессов и иерархия русловых форм // Геоморфология. 1983. № 2. С. 16—26.
- [19] *Чалов Р. С.* Русловые процессы на реках СССР и методика их мелкомасштабного картографирования // Тр. V Всесоюз. гидрол. съезда. Т. 10. Русловые процессы и наносы. Кн. 1. Л.: Гидрометеоздат, 1988. С. 259—266.
- [20] *Чалов Р. С.* Морфологические типы русел равнинных рек, разветвленных на рукава // Водные ресурсы. 1998. Т. 25. № 2. С. 179—185.
- [21] *Чалов Р. С.* Дискретные и континуальные проявления русловых процессов в морфологии и динамике речных русел // Геоморфология. 2006. № 4. С. 22—31.
- [22] *Чалов Р. С.* Русловедение: теория, география, практика. Т. 1. Русловые процессы: факторы, механизмы, формы проявления и условия формирования речных русел. М.: Изд-во ЛКИ, 2008. 608 с.
- [23] *Чалов Р. С.* Русловедение: теория, география, практика. Т. 2. Морфодинамика речных русел. М.: КРАСАНД, 2011. 960 с.
- [24] *Чалов Р. С., Беркович К. М., Кирик О. М., Сваткова Т. Г.* Карта «Русловые процессы на реках СССР» для высшей школы и методика ее составления // Вест. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 1982. № 5. С. 10—16.
- [25] *Чалов Р. С., Беркович К. М., Кирик О. М., Сваткова Т. Г.* Применение картографического метода при изучении русловых процессов // География и природные ресурсы. 1986. № 3. С. 99—108.
- [26] *Чалов Р. С., Завадский А. С., Рулева С. Н., Чалов С. Р.* Морфология, переформирования русла и перекатов р. Мезени (нижнее течение) // Географический вестник. 2010. № 3. С. 11—23.
- [27] *Чалов Р. С., Львовская Е. А., Рулева С. Н., Завадский А. С.* Морфодинамика русла р. Печоры (от города Печоры до устья) на фоне характеристики русла по всей длине // Эрозия почв и русловые процессы. М.: Географ. ф-т МГУ, 2015. Вып. 19. С. 211—236.
- [28] *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.: Географ. ф-т МГУ, 2018. Вып. 20. С. 149—195.

- [29] *Чалов Р. С., Чалов С. Р.* Морфология скального русла реки Ангары на участках Богучанского и Мотыгинского водохранилищ // География и природные ресурсы. 2009. № 1. С. 103—110.
- [30] *Чалов Р. С., Чалов С. Р., Алексеевский Н. И.* Структурные уровни формирования и типизации разветвленных русел рек // Вест. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2011. № 4. С. 8—15.
- [31] *Чалов С. Р.* Гидрологические функции разветвленного русла. Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М.: МГУ, 2007. 25 с.
- [32] *Rosgen D. L.* A classification of natural rivers // *Catena*. 1994. Vol. 22. P. 169—199.

Geography of braided rivers within the territory of Russia

© R. S. Chalov,¹ E. R. Chalova²

Lomonosov Moscow State University, Moscow

E-mail: ¹ rschalov@mail.ru

² ekar28@yandex.ru

The paper represents the geographical analysis of braided river channels development and distribution for the first time in Russian Scientific Literature. On a small-scale map of Russia we display the distribution of braided channels on small and middle mountain, semi-mountain and plain rivers, in free and limited conditions of channel changes development (on rivers with wide floodplain and incised channel), which are determined by geologic-geomorphologic structure of the territory. On the large and largest rivers we distinguish braided reaches of different morphological types according to the MSU classification (single, conjugated, one-sided and alternate one-sided, sub-parallel branches, etc) and also bifurcations as a consequence of meander cut-off which complicate the morphology of straight and meandering channels. Separately we display bifurcations on the other structural levels of channel processes development — point mid-channel bifurcations on mountain reaches of large rivers, split channels and deltaic braided reaches. The causes of different types of braided channels development in different natural conditions are described.

Key words: channel processes, river channels, braided channel reaches, islands, channel branches.

References

- [1] *Velikanov M. A.* Ruslovoj process . M.: Gosfizmatizdat, 1958. 395 p.
- [2] *Vodnye puti bassejna Leny.* M.: MIKIS, 600 p.
- [3] *Karasev I. F.* Ruslovyje processy pri perebroske stoka. L.: Gidrometeoizdat, 1975. 288 p.
- [4] *Kondratev N. E.* O diskretnosti ruslovyh processov // *Problema ruslovyh processov.* L.: Gidrometeoizdat, 1953. S. 34—42.
- [5] *Kondratev N. E., Popov I. V., Snishenko B. F.* Osnovy gidromorfologicheskoy teorii ruslovogo processa. L.: Gidrometeoizdat, 1982. 272 p.
- [6] *Makkaveev N. I.* Ruslovoj rezhim rek i trassirovanie prorezej. M.: Rechizdat, 1949. 202 p.
- [7] *Makkaveev N. I.* Ruslo reki i jerozija v ee bassejne. M.: Izd-vo AN SSSR, 1955. 347 p.
- [8] *Nikitina N. A., Chalov R. S.* Uzly sliyaniya rek i ih morfologicheskije tipy // *Geomorfologiya.* 1988. No 4. S. 64—70.
- [9] *Pinkovskiy S. I.* Tipy rechnyh rusel Sovetskogo Dalnego Wostoka // *Tr. GGI.* 1967. Vyp. 144. S. 77—117.
- [10] *Popov I. V.* Prognoz ruslovyh deformazii Saralevskogo vodnogo uzla v svyazi s proektirovaniem uluchshniya ego sudohodnyh uslovii // *Tr. GGI.* 1074. Vyp. 216. S. 65—93.
- [11] *Ruslovyje processy i vodnye puti na rekah bassejna Severnoj Dviny.* M.: OOO «Zhurnal «RT», 2012. 492 s.

- [12] Ruslovye processy i wodnye puti na rekah Obskogo bassejna. Novosibirsk: RIPEL plus, 2001. 300 s.
- [13] Ruslovye processy na rekah Altaiskogo regiona. M.: MGU, 1996. 244 s.
- [14] Ruslovye processy na rekah SSSR. M-b 1:4000000. M.: GUGK, 1990. 4 l.
- [15] Ruslovoi rezhim rek Severnoi Evrazii. M.: MGU, 1994. 336 s.
- [16] *Sidorchuk A. Ju.* Struktura reitfa rechnogo rusla. SPb.: Gidrometeoizdat, 1992. 128 s.
- [17] *Chalov R. S.* Geograficheskie issledovaniya ruslovyh processov. M.: Izd-vo MGU, 1979. 232 s.
- [18] *Chalov R. S.* Factory ruslovyh processov i ierarhiya ruslovyh form // Geomorfologiya. 1983. No 2. S. 16—26.
- [19] *Chalov R. S.* Ruslovye processy na rekah SSSR i metodika ih melkomasshtabnogo kartografirovaniya // Tr. V Wsesojuz. gidrol. s-ezda. T. 10. Ruslovye processy i nanosy. Kn. 1. L.: Gidrometeoizdat, 1988. S. 259—266.
- [20] *Chalov R. S.* Morfologicheskie tipy rusel ravninnyh rek, razvetvlennyh na rukava // Vodnye resursy. 1998. T. 25. No 2. S. 179—185.
- [21] *Chalov R. S.* Diskretnye i kontinualnye proyavleniya ruslovyh processov v vorfologii I dinamike rechnykh rusel // Geomorfologiya, 2006. No 4. S. 22—31.
- [22] *Chalov R. S.* Ruslovedenie: teoriya, geografiya, praktika. T. 1. Ruslovye processy: factory, mehanizmy, formy proyavleniya i usloviya formirovaniya rechnykh rusel. M.: Izd-vo LKI, 2008. 608 s.
- [23] *Chalov R. S.* Ruslovedenie: teoriya, geografiya, praktika. T. 2. Morfodinamika rechnykh rusel. M.: KRASAND, 2001. 960 s.
- [24] *Chalov R. S., Berkovich K. M., Kirik O. M., Svatkova T. G.* Karta «Ruslovye processy na rekah SSSR» dlya vysshei shkoly i metodika ee sostavleniya // Vest. Mosk. un-ta. Ser. 5. Geografiya. 1982. No 5. S. 10—16.
- [25] *Chalov R. S., Berkovich K. M., Kirik O. M., Svatkova T. G.* Primenenie kartograficheskogo metoda pri izuchenii ruslovyh processov // Geografiya i prirodnye resursy. 1986. No 5. S. 99—108.
- [26] *Chalov R. S., Zavadskii A. S., Ruleva S. N., Chalov S. R.* Morfologiya, pereformirovaniya rusla i perekatov r. Mezeni (nizhnee techenie) // Geograficheskii vestnik. 2010. No 3. S. 11—23.
- [27] *Chalov R. S., Lvovsraya E. A., Ruleva S. N., Zavadskii A. S.* Morfodinamika rusla r. Pechory (ot goroda Pechory do ustya) na fone harakteristiki rusla po vsei dline // Eroziya pochv i ruslovye processy. M.: Geograf. f-t MGU, 2015. Vyp. 19. S. 211—236.
- [28] *Chalov R. S., Ruleva S. N., Kamyshev A. A., Berkovich K. M., Zavadskii A. S., Mihailova N. M.* Verhnyaya i srednyaya Ob: ruslovye processy i ocenka uslovii upravleniya imi // Eroziya pochv i ruslovye process. M.: Geograf. f-t MGU, 2018. Vyp. 20. S. 149—195.
- [29] *Chalov R. S., Chalov S. R.* Morfologiya skalnogo rusla reki Angary na uchastkah Boguchanskogoj i Motygin'skogo vodohranikichsh // Geografiya i prirodnye resursy. 2009. No 5. S. 103—110.
- [30] *Chalov R. S., Chalov S. R., Alekseevskii N. I.* Strukturnye urovni formirovaniya i tipizaciya razvetvlennyh rusel rek // Vest. Mosk. un-ta. Ser. 5. Geografiya. 2011. No 4. S. 8—15.
- [31] *Chalov S. R.* Gidrologicheskie funkcii razvetvlenii rusel. Avtoref. dis. ... kand. geograf. nauk. M.: MGU, 2007. 25 s. (*in Russia*).
- [32] *Rosgen D. L.* A classification of natural rivers // Catena. 1994. Vol. 22. P. 169—199.

Поступила в редакцию 25.04.2019 г.
 После доработки 27.11.2019 г.
 Принята к публикации 29.11.2019 г.