ГЕОМОРФОЛОГИЯ

№ 1 январь — март 1980

УДК 551.435.13

Р. С. ЧАЛОВ

О КЛАССИФИКАЦИИ РЕЧНЫХ РУСЕЛ

В статье дается критический анализ существующих классификаций речных русел. Предлагается новая классификация, включающая все многообразие морфологии русел равнинных и горных рек, режима их деформаций и геолого-геоморфологические условия формирования.

Разработка геоморфологической классификации речных русел позволяет среди многочисленных проявлений русловых процессов выделить наиболее типичные их формы, установить механизм формирования и развития последних, а также выявить их специфические особенности в различных природных условиях. В проблеме классификации речных русел и форм руслового рельефа намечается три основных подхода. Первый связан с определением интенсивности развития русловых деформаций независимо от морфологического облика русла и вида его переформирований. В основу классификаций кладутся различные показатели устойчивости русла (В. М. Лохтина, Н. И. Маккавеева и др.), определенные интервалы значений которых соответствуют типам русла, отличающимся по интенсивности переформирований. Самостоятельного значения эти классификации не имеют, так как не могут применяться без характеристики русел по виду русловых деформаций.

Второй подход заключается в типизации перекатов как наиболее распространенных форм руслового рельефа, связанных с грядовым перемещением наносов. В настоящее время существует большое число классификационных схем, в которых типы перекатов (или грядовых форм руслового рельефа) выделяются по различным признакам (размерам, морфологии, генезису, скорости перемещения вдоль русла, режиму переформирований, сезонным изменениям глубин и т. д.). В основе некоторых из них лежит связь перекатов с формами самого русла («Проектирование судовых ходов...», 1964), поскольку главные особенности их режима определяются гидравлическими характеристиками потока и его структурой на излучинах, в узлах разделения и слияния рукавов и т. д.

Формы русла и перекаты являются различными по генезису и порядку русловыми образованиями, развитие которых взаимосвязано, но в главном определяется различными факторами. В этом отношении вполне обосновано выделение макро-, мезо- и микроформ русла (Кондратьев и др., 1959). К последним относятся мелкие грядовые формы рельефа, размеры которых несоизмеримо малы по отношению к самому руслу и развитие которых определяется гидродинамическими особенностями потока; мезоформы представлены перекатами и другими грядовыми образованиями, соизмеримыми с шириной русла, а их развитие определяется как гидравлическими характеристиками потока, так и формой самого русла (макроформами); макроформы не только определяют общий облик русла и режим его деформаций, являясь производными режима потока в целом, но и сами активно влияют на его структуру.

Третий подход к типологии речных русел основывается на морфологическом облике речных русел, т. е. на их очертаниях в плане и основных

Таблица 1

Классификации русел горных рек

Авторы					Условия развития	
Н. И. Маккавеев, 1955	С. Т. Алтунин, 1962	Р. С. Чалов, 1968	А. Н. Крошкин, 1970	З. Д. Копалиани, В. С. Цхададзе, 1972	Уклоны (Чалов, 1968), в %	Число Фруда (Крошкин, 1970)
Горные	Высокогорные	Горные порожисто-водопадные	Высокогорные	С преобладанием ограничивающего фактора	>23—27	>1,2
	Горные	Горные с неразвитыми аллювиальными формами	Горные		15—16—23—27	0,8—1,2
		Горные с развитыми аллювиальными формами	Горно-предгорные	Осередковое и побочневое	5—6—15—16	0,3—0,8
Полугорные	Предгорные	Полугорные	Предгорно-равнинные	Горная пойменная многорукавность	0,2—0,5—5—6	<0,3

закономерностях их переформирований во времени и в пространстве. Большинство исследователей при этом опирается на материалы изучения равнинных рек; русла горных рек либо вообще не принимаются во внимание, либо предложенные классификации автоматически распространяются на горные реки (Кондратьев и др., 1959; Попов, 1961, 1965; Розовский и др., 1976; Барышников и др., 1976). Такой подход не учитывает специфику развития русловых процессов в условиях бурного потока, больших уклонов, повышенных скоростей течения и крупного аллювия. Между тем на различия горных и равнинных рек, проявляющиеся через уклоны и скорости течения в особенностях руслоформирования, впервые обратил внимание еще В. М. Родевич (1931). Впоследствии Н. И. Маккавеев (1955) и С. Т. Алтунин (1962) обосновали необходимость выделения трех классов речных русел — горных, полугорных и равнинных, основываясь на различной степени кинетичности водных потоков и, следовательно, на неодинаковом проявлении последних в морфологии и русловом режиме рек.

Существующие классификации в большинстве своем относятся к равнинным рекам, и первые попытки типизировать русла горных рек появились лишь в последнее десятилетие. В табл. 1 дано сопоставление различных классификаций русел горных рек, а также соответствующие им значения уклонов и чисел Фруда как показателей степени кинетичности потока. Благодаря большой шероховатости русла осредненные по живому сечению скорости потока оказываются меньше критических, вследствие чего значения числа Фруда занижены в 2—2,5 раза по сравнению с полученными путем расчета по формуле Шези. З. Д. Копалиани (Копалиани, Цхададзе, 1972) за основу принял «равнинную» классификацию Государственного гидрологического ин-та (ГГИ), внеся в нее некоторые коррективы, причем в основу выделения каждого типа русла положены различные факторы: геолого-геоморфологические условия формирования, характер рельефа дна русла и морфологический облик самого русла. Первый из выделенных типов охватывает все русла рек в пределах горных областей с огромным диапазоном уклонов и, следовательно, различными формами проявления русловых процессов.

Условия формирования горных русел изменяются по мере увеличения крутизны продольного профиля и повышения степени кинетичности потока, что обусловливает неодинаковую форму транспорта наносов при разных уклонах, различия в морфологии и режиме деформаций русел.

При небольших для горных рек уклонах в руслах возникают грядовые аллювиальные образования антидюнной формы, соизмеримые с шириной русла и развивающиеся во время паводков. Русла с таким морфологическим обликом названы горными с развитыми аллювиальными формами (Чалов, 1968); их облик идентичен руслам равнинных рек, поскольку в обоих случаях основу развития форм русла составляют грядовые образования. С увеличением уклона и повышением бурности потока гряды исчезают. Русла отличаются равномерным распределением глубин по длине потока, нарушаемым крупными валунами и глыбами. Такое изменение формы русла происходит при достижении некоторых критических значений числа Фруда, когда грядовая структура рельефа дна потока утрачивается и начинается «гладкая фаза» движения наносов. В подобных горных руслах с неразвитыми аллювиальными формами перемещение наносов и русловые деформации осуществляются в результате сдвига отдельных валунов и глыб под влиянием полного использования удельной энергии сечения потока и аблювиального эффекта (Литвин, Чалов, 1975). А. Н. Крошкин (1970) характеризует этот тип горных русел как немеандрирующий с преобладанием аллювия и безгрядовой формой движения наносов.

При очень больших уклонах горных рек формируются порожисто-водопадные русла, морфологический облик которых определяется выходами прочных пород (скульптурные русла), скоплениями глыб разного размера (глыбово-валунные русла), а также количеством и характером поступающего со склонов материала. Последнее приводит к развитию селевых русел (Флейшман, 1970), линейных курумов или кочкарных марей (Симонов, 1972), флювиогляциальных русел. Перемещение наносов и русловые деформации происходят при значительном участии гравитационных явлений, аблювиального эффекта, а также по законам движения структурных потоков.

Между равнинными и горными руслами выделяются полугорные русла, в рельефе которых различаются грядовые аллювиальные образования двух видов — асимметричные с крутым низовым откосом (подвальем), идентичные грядам на равнинных реках, и антидюны, соответствующие перекатам горных рек. Чем меньше уклоны, тем больше сходство полугорных рек с равнинными. С увеличением уклона характер полугорных русел все более приближается к горным с развитыми аллювиальными формами; особенно ярко их сходство проявляется, когда реки приобретают полугорный характер еще в пределах горной области, где глубокий врез речных долин и скалистые берега препятствуют боковой эрозии.

В основу типизации русел равнинных рек кладется обычно вид русловых деформаций, проявляющийся в формах самого русла (в табл. 2 приведены классификации, предложенные различными исследователями за последние 20—25 лет и получившие наиболее широкое распространение). В большинстве классификационных схем выделяются самостоятельно три основных разновидности русел — меандрирующие, разветвленные на рукава и неразветвленные, относительно прямолинейные, так как «потоки с одинаковыми гидравлическими характеристиками могут в различных природных условиях создавать различные русловые формы и в свою очередь внешне одинаковые русловые образования могут возникать под влиянием совершенно различных гидравлических процессов» (Маккавеев, 1949, стр. 15), т. е. многофакторность русловых процессов обусловливает развитие того или иного типа русла в зависимости от различных сочетаний условий формирования русла. Исключение представляет классификация ГГИ (Попов, 1961, 1965), в которой выделяемые типы русла имеют строго определенную последовательность (с ней связана нумерация типов русла в табл. 2), по мнению И. В. Попова, соответствующую увеличению интенсивности русловых деформаций и отражающую их

Таблица 2

Классификации русел равнинных рек

К. И. Россинский, И. А. Кузьмин (1947)	Н. И. Маккавеев (1955; «Проектирование судовых ходов...», 1964)	О. В. Андреев, И. А. Ярославцев (1958)	С. И. Пиньковский (Кондратьев и др., 1959)	И. В. Попов (1961)	И. В. Попов (1965)	К. В. Гришанин (1972)	Ф. М. Чернышов (1973)	В. М. Селезнев («Руководство...» 1974)
Прямолинейное, слабоизогнутое (периодическое расширение)	1. Неразветвленное а) слабоизвилистое и прямолинейное	Равнинные неменандрирующие (побочневая форма движения наносов)	Прямолинейные, параллельно перемещающиеся	—	—	1. Прямолинейные, однорукавные	—	1. Прямолинейные и слабоизвилистые
				1. Парные сползающие побочни (побочневой процесс)	1. Ленточно-грядовый 2. Побочневый			1) Перекатные участки
			в) русло, прижатое к одному из склонов долины*	—	—			2) Отдельные перекаты, россыпи, сложные
Извилистые (меандрирование)	б) извилистое	Равнинные меандрирующие				2. Извилистые, однорукавные, меандрирующие	—	2. Меандрирующие
	1) Врезанные излучины		Ограниченное меандрирование (неполное совпадение извилистости русла и долины) Однорукавное немеандрирующее (полное	—	—	—	—	—

	2) Вынужденные излучины		совпадение извилистости долины и русла) а) сильноизвилистое б) слабоизвилистое —	—	—	а) вынужденный изгиб русла		А. Свободные меандры 3) вынужденный изгиб потока у коренного берега
	3) Свободные излучины		Свободномеандрирующие а) излучины, расположенные в средней части долины б) излучины, переходящие от одного склона долины к другому	3. Свободномеандрирующие излучины 2. Сползающие излучины (ограниченное меандрирование)	4. Меандрирование свободное 3. Меандрирование ограниченное	б) свободное меандрирование в) ограниченное меандрирование		1) отдельные извилины 2) смежные излучины
Разбросанное (блуждание)	2. Разветвленное 1) Ответвления	Равнинные немеандрирующие (островная форма переноса наносов)	в) фуркационные	—	5. Меандрирование незавершенное	г) незавершенное меандрирование	Разветвленные А. Пойменная многорукавность 1) трех- или четырехрукавное (в том числе меандрирующие рукава)	Б. Незавершенное меандрирование 1) с наметившейся во время половодий спрямляющей протокой (ранняя стадия) 2) с действующей спрямляющей протокой (поздняя стадия)

Таблица 2 (продолжение)

К. И. Россинский, И. А. Кузьмин (1947)	Н. И. Маккавеев (1955; «Проектирование судовых ходов...». 1964)	О. В. Андреев, И. А. Ярославцев (1958)	С. И. Пиньковский (Кондратьев и др., 1959)	И. В. Попов (1961)	И. В. Попов (1965)	К. В. Гришанин (1972)	Ф. М. Чернышов (1973)	В. М. Селезнев («Руководство...» 1974)
			Разветвленное	4. Процесс формирования протоков на пойме	5а. Пойменная многорукавность	3. Разветвление а) пойменная разветвленность		3. Разветвленное 1) пойменные многорукавные разветвления 2) пойменные двурукавные разветвления
			—	5. Дельтовые участки (внешних и внутренних дельт) 6. Макроформы осередкового типа (осередковый процесс)	—	—	2) устья рек и больших притоков	
	2) Разветвления на протоки		а) русло дробится на очень короткие рукава (острова слабо закреплены растительностью)	а) многорукавные русла осередковые б) блуждающие	1а. Осередковый (русловая многорукавность)	б) русловая разветвленность (осередковая)	Б. Русловая мелкоострова и осередковая многорукавность 1) мелкие острова и осередки, группирующиеся вдоль берегов (развитие побочневых протоков) 2) наряду с мелкими островами—два-три крупных непобочневого	3) осередковая многорукавность

3) Разветвления на рукава	Блуждающие	б) русло, разбитое на рукава значительной длины (острова с лесной растительностью)	в) многорукавные русла островные	в) русловая разветвленность (островная)	происхождения В. Чисто островная многорукавность 1) с малоизменяющимися в плане берегами рукавов 2) свободное или незавершенное меандрирование рукавов 4) русловые двурукавные разветвления 5) русловые многорукавные разветвления

* Примечание. В схеме С. И. Пиньковского этот тип русла отнесен к свободно меандрирующим рекам.

связь с твердым и жидким стоком реки и ограничивающими факторами руслового процесса. В действительности количество факторов намного больше (водность реки, условия прохождения руслоформирующих расходов, устойчивость русла, величина стока наносов, степень внутригодовой и многолетней неравномерности стока, характер изменения уклонов по длине реки, тенденция развития продольного профиля — глубинная эрозия или аккумуляция, соотношение размеров крупных гряд с шириной русла, наличие высоких неразмываемых берегов и их форма в плане, ледовый режим, чередование сужений и расширений дна речной долины и т. д.), и их сложное сочетание на каждой реке или отдельных ее участках не позволяет однозначно решать вопрос о причинах развития того или иного типа русла и закономерных переходах одного в другой. Помимо перечисленных в табл. 2 классификации русел разрабатывались также Е. В. Шанцером (1951), Н. А. Ржаницыным (1960) и М. А. Великановым (1958). Две последние представляют собой перечисление всех основных форм русла и руслового рельефа. Е. В. Шанцер повторяет наиболее общие из упомянутых классификаций, но в отличие от них разветвленные русла считает разновидностью меандрирующих.

Большинство классификационных схем относится к условиям свободного развития русловых деформаций, которые характеризуются распространением преимущественно легкоразмываемых пород и наличием широкой поймы, в пределах которой блуждает русло, меандрируя, разветвляясь на рукава или смещаясь в сторону одного из берегов. В районах ограниченного развития русловых деформаций, где боковой эрозии препятствуют трудноразмываемые или скальные породы, слагающие берега рек, русла развиваются часто в беспойменных, глубоковрезанных долинах, что накладывает существенный отпечаток на образование форм русла и режим их переформирований. Однако лишь немногие исследователи это учитывали, выделяя врезанные излучины (Н. И. Маккавеев, С. И. Пиньковский) или беспойменные русла (К. И. Россинский и И. А. Кузьмин). Им соответствуют не показанные в табл. 2 русла сложного строения в классификации К. И. Россинского и И. А. Кузьмина

(русла в трудноразмываемых грунтах и беспойменные) и русла с неразмываемыми грунтами — в классификации В. М. Селезнева.

Различные исследователи выделяют одинаковые по морфологии типы русла, опираясь на разные признаки. Так, при типизации разветвленных русел чаще всего учитывается степень раздробленности русла островами на рукава; иногда принимается во внимание генезис островов и интенсивность размыва их берегов (Чернышов, 1973); Н. И. Маккавеев (1955) опирается на взаимосвязь узлов разветвления и узлов слияния рукавов (в ответвлениях процессы в устьях рукавов не зависят от режима их истоков; разделения русла на короткие протоки полностью определяются режимом переката, в пределах которого образовался осередок; переформирования рукавов зависят от всего комплекса русловых деформаций на участке реки и происходят сопряженно).

Схемы К. И. Россинского и И. А. Кузьмина (1947) и О. В. Андреева и И. А. Ярославцева (1958) наиболее общие. В первой из них привлекает внимание указание авторов, что прямолинейной или слабоизогнутой форме русла соответствует процесс периодического его расширения. Действительно, при последовательном прохождении переката и плесовой лощины через данный створ в случае отторжения побочней при их прохождении вдоль вогнутых берегов, а также при периодическом надвигании на стабильный перекат побочней с вышележащего участка реки создается впечатление периодического расширения русла. Графический материал, приводимый К. И. Россинским и И. А. Кузьминым и их последователями, показывает, что речь идет о перемещении вдоль русла побочней и их местных переформированиях. Так же поступают О. В. Андреев и И. А. Ярославцев (1958) и В. И. Селезнев («Руководство...», 1974). В результате происходит «сдвиг» анализа с формы русла на грядовую форму движения наносов. Еще большую непоследовательность допускает И. В. Попов (1961, 1965), который в один ряд ставит развитие в русле ленточных гряд, побочней, различных излучин и рукавов, считая, что в этом отражено нарастание интенсивности развития русловых процессов. Тем самым нарушаются постулируемые Н. Е. Кондратьевым и др. (1959) и развиваемые самим И. В. Поповым представления о дискретности русловых процессов (т. е. развитии макро-, мезо- и микроформ).

В большинстве классификаций сравнительно хорошо разработана типология русел меандрирующих рек, основанная на особенностях и механизме их формирования; в то же время разновидностям разветвленных русел даются лишь общие описания, а признаки для их выделения различны: длина рукавов и соотношение узлов разветвления с размерами русла (Н. И. Маккавеев, С. И. Пиньковский), количество островов (Ф. М. Чернышов, В. М. Селезнев) и т. д. Дельтовые разветвления упоминают только И. В. Попов (1961) и Ф. М. Чернышов (1973). Вызывает возражения выделенная в классификации ГГИ осередковая и русловая разветвленность. Образование в русле осередка, его закрепление растительностью и превращение в элементарный остров лежит в основе разветвления. Дальнейшая эволюция узла разветвления зависит от устойчивости русла, гидрологического режима реки и других факторов. В результате на реках возникает в одних случаях система небольших островов, а в других — крупные острова или островные массивы, состоящие из объединившихся между собой бывших элементарных островов. Первую разновидность И. В. Попов (1961) и К. В. Гришанин (1972) называют осередковой, а вторую — островной разветвленностью. Закономерности же их переформирований могут быть различными или одинаковыми в зависимости от соотношения факторов руслового процесса. Таким образом, при иной терминологии эта классификация разветвленных русел по существу не отличается от других и также не учитывает особенности режима переформирований самих разветвленных русел.

Пойменная многорукавность рассматривается обычно только как разновидность разветвленных русел, и лишь И. В. Попов (1965) считает, что этот тип русла представляет собой эволюцию так называемого незавершенного меандрирования. В действительности (Чалов, 1972) пойменная многорукавность может наблюдаться как на разветвленных, так и на меандрирующих реках. Условием для ее развития служит прохождение руслоформирующего расхода при затопленной пойме, когда отшнуровывающиеся от основного русла протоки и старицы полностью не отмирают, а образуют длинные рукава, расчленяющие пойму на отдельные массивы. На меандрирующих реках это происходит благодаря спрямлению излучин при достижении ими крутой сегментной формы, а на разветвленных — при неполном причленении островов к берегам. В последнем случае формирующуюся пойму еще Р. А. Еленевский (1936) назвал проточно-островной. Таким образом, пойменная многорукавность представляет собой единицу более высокого ранга, чем само русло, сопоставляясь уже с поймой реки.

В классификации ГГИ (Попов, 1965) среди меандрирующих русел выделены русла с незавершенным меандрированием: излучина, достигнув определенной стадии развития, спрямляется, причем в дальнейшем начинают существовать как старое, так и новое русло, т. е. возникает пойменная многорукавность. «Незавершенное» меандрирование в данном случае противопоставляется «свободному». При этом считается, что полный цикл развития свободной излучины заканчивается развитием русла петлеобразной (*S*-образной) формы; поэтому спрямление русла на стадии крутой сегментной излучины и названо незавершенным меандрированием. Между тем Н. И. Маккавеев (1955) показал, исходя из анализа живых сил на изгибе потока, что оптимальные условия для развития русла возникают на излучине при соотношении $l=1{,}6\ L$ (l — длина излучины, L — ее шаг). В этом случае русловые деформации протекают наиболее активно, а излучина интенсивно смещается как вниз по течению, так и поперек дна долины. При $l<1{,}6\ L$ преобладает продольное перемещение. При $l>1{,}6\ L$ русловые деформации затухают, продольное перемещение становится ничтожно малым, поперечное развивается все медленнее, а излучина постепенно приобретает форму петли. Эту особенность развития свободных излучин подмечали многие исследователи (Wolf, 1958; Шатберашвили, 1963; Noble, Palmqust, 1968; Матвеев, 1970; Чалов, 1974), в том числе И. В. Попов (1965). Таким образом, оптимальные условия развития излучины соответствуют ее сегментной, а не петлеобразной форме. Достигнув ее, излучина получает потенциальную возможность спрямиться, которая реализуется, если руслоформирующий расход проходит при затопленной пойме и через основание пойменного сегмента идет мощный поток, обладающий большими уклонами и скоростями и, следовательно, характеризующийся повышенной размывающей способностью. Иными словами, полный цикл развития излучин заканчивается на стадии сегментной излучины, и поэтому термин «незавершенное меандрирование» применительно к спрямленным (прорванным) излучинам лишен физического смысла.

Высказанные соображения дают основание возразить и против термина «меандрирование ограниченное», которое И. В. Попов (1961) определил как «сползание излучин», т. е. их продольное перемещение. Эта разновидность излучин характерна для нешироких долин, в которых смежные излучины своими вершинами касаются коренных берегов. В результате петлеобразная излучина формироваться не может, а у сегментной преобладающим видом смещения является продольное. Но такое же смещение характерно и в широкопойменной долине для свободных излучин, не достигших оптимального соотношения $l=1{,}6\ L$. Само же понятие ограничения развития излучин соотносится с возможностью их поперечного перемещения, т. е. лишь с одной формой их развития. Кроме того,

порядок расположения типов русла в классификации ГГИ определен интенсивностью русловых деформаций. В этом смысле сползающие излучины характеризуются более высокими показателями по сравнению с поперечным развитием *S*-образных излучин. Здесь налицо противоречие в выводах авторов классификации.

Лишь немногие классификации включают вынужденные и адаптированные излучины, хотя их деформации протекают по иным законам. Они образуются в условиях свободного развития русловых деформаций, но на подходе потока к коренным берегам или под их направляющим воздействием.

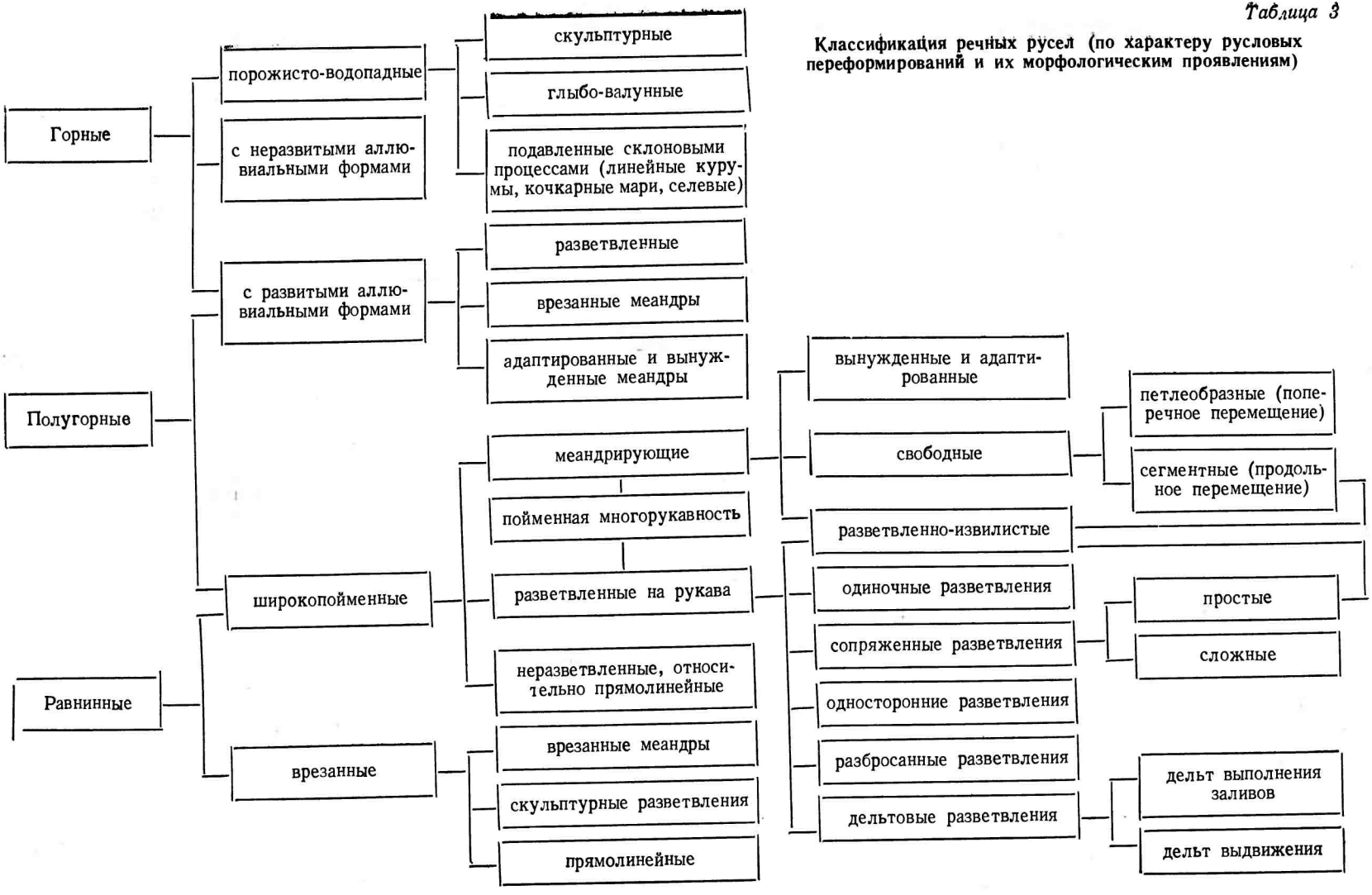
Подводя итог анализу существующих классификаций речных русел, следует подчеркнуть: 1) отсутствие единой классификации, включающей все многообразие русел равнинных и горных рек; 2) неодинаковые принципы, положенные различными исследователями в основу типизации русел, непоследовательность одних и обобщенность других; 3) неразработанность классификации с точки зрения характера русловых деформаций, что в первую очередь относится к разветвленным руслам; 4) отсутствие учета условий формирования русел, т. е. свободного и ограниченного развития (в геоморфологическом смысле) русловых деформаций.

Основу предлагаемой автором классификации речных русел (табл. 3) составляет выделение трех основных классов речных русел — горных, полугорных и равнинных, различающихся по степени кинетичности потока, уклонам и составу аллювия (валунно-галечному, галечно-гравийному и гравийно-песчаному). На равнинных реках, где движение донных наносов осуществляется в виде гряд, ведущим фактором проявления русловых процессов служит ограниченный или свободный характер развития русловых деформаций (боковой эрозии), вследствие чего основными подклассами русел равнинных рек являются русла врезанные (ограниченные условия) и русла широкопойменные (свободные условия). На горных реках влияние геолого-геоморфологического фактора сказывается на развитии русел рек особенно ярко, проявляясь как в ограниченном развитии русловых деформаций, так и в изменении форм транспорта наносов в зависимости от уклона. Поэтому в соответствии с различным механизмом формирования горные русла подразделяются на подклассы: с развитыми аллювиальными формами, с неразвитыми аллювиальными формами и порожисто-водопадные. Полугорные русла, являясь переходными от горных к равнинным, соотносятся с горными руслами с развитыми аллювиальными формами в условиях ограниченного развития русловых деформаций и широкопойменными руслами равнинных рек при свободном развитии русловых деформаций. Морфология и динамика полугорных русел изучены еще очень слабо, и дальнейшие исследования позволят уточнить их типологию. Принятый же порядок построения классификационной схемы дает возможность корректировать ее и вносить дополнения в виде новых граф в любом разделе, не меняя структуры самой схемы.

Следующее подразделение русел на типы основывается на морфологическом облике речных русел и связанных с ним общих закономерностях развития форм русла. Исключение представляют лишь горные русла с неразвитыми аллювиальными формами, для типизации которых в настоящее время еще недостаточно данных. Порожисто-водопадные русла разделяются на типы в зависимости от относительной роли в морфологии русла пластов горных скальных пород, аллювия и объема материала, поступающего в русло со склонов. Горные русла с развитыми аллювиальными формами обычно разделяются на рукава в широких горных долинах или внутригорных котловинах, образуют врезанные меандры в ущельях и формируют следующие друг за другом адаптированные и вынужденные меандры — там, где на дне горных ущелий имеется пойма. Среди равнинных широкопойменных русел выделяются

Таблица 3

Классификация речных русел (по характеру русловых переформирований и их морфологическим проявлениям)



меандрирующие, разветвленные на рукава и неразветвленные, относительно прямолинейные. При определенных условиях первые два типа сопровождаются пойменной многорукавностью. Неразветвленные, относительно прямолинейные русла образуются при односторонней пойме и выровненном в плане коренном ведущем береге. В противном случае русло быстро трансформируется в извилистое или разветвленное и, таким образом, представляет собой стадию их развития. Аналогами этих типов русел в условиях ограниченного развития русловых деформаций являются врезанные меандры, отличающиеся замедленными деформациями и большими радиусами кривизны из-за повышенных значений удельного руслоформирующего расхода; скульптурные разветвления, в которых острова представляют собой незатопляемые выступы; прямолинейные, очертания которых предопределены геолого-тектоническими факторами.

Выделение подтипов русел связано с режимом их деформаций. Свободные излучины развиваются в пойменных берегах, могут приобретать разнообразные очертания и смещаться как вдоль долины, так и в поперечном к ее оси направлении. Вынужденные излучины имеют стабильное нижнее крыло, располагающееся вдоль коренного берега, и смещающееся верхнее, вследствие чего кривизна этих излучин в процессе их развития оказывается наибольшей.

Обоснование разделения разветвленных русел на одиночные, сопряженные и разбросанные было дано в специальной статье (Чалов, 1975). Разбросанные разветвления объединяют большую группу многорукавных русел, отличающихся по морфологии и режиму переформирований, что связано с относительно слабой изученностью этой разновидности русловых разветвлений. По-видимому, в будущем эта группа будет заменена несколькими самостоятельными подтипами. Односторонние разветвления характеризуются преимущественным развитием одного рукава, проходящего вдоль коренного берега, тогда как остальные, развитые в пойменной части русла, маловодны и испытывают такие переформирования, которые не сказываются на состоянии всего русла в целом. Особую разновидность разветвленных русел составляют дельтовые разветвления, в которых основные рукава самостоятельно впадают в море и происходит только рассредоточение потока вниз по течению по рукавам, что обусловливает наряду с влиянием морского фактора определенную специфику их развития. В свою очередь режим переформирований дельтовых разветвлений неодинаков в дельтах выполнения заливов и в дельтах выдвижения.

Между разветвленным и меандрирующим руслами выделяются разветвленно-извилистые. Для них характерно образование островов в вершинах излучин с протокой, проходящей возле выпуклого берега, либо крупных островов, составляющих сегмент, заключенный между крыльями излучин. В первом случае разветвленно-извилистое русло по характеру переформирований согласуется с одиночными разветвлениями, во втором — с простыми сопряженными разветвлениями. В обоих случаях этот подтип русел соотносится с сегментными свободными излучинами. Дальнейшее искривление их приводит при достижении оптимального соотношения $l=1{,}6\ L$ к перемещению главного течения реки в спрямляющий рукав возле выпуклого берега или через основание сегмента, и поэтому петлеобразная излучина у разветвленно-извилистого русла не образуется.

Наибольшей дифференциации типизация русел достигает при выделении их видов, связанных с деталями режима переформирований. Так, сопряженные разветвления подразделяются на простые и сложные, а свободные излучины — на сегментные с преимущественно продольным перемещением и петлеобразные, характеризующиеся поперечным перемещением. При определенных условиях по мере изменения кривизны

русла один вид смещения излучин может сменяться другим, т. е. формирование петлеобразных излучин представляет собой результат эволюции сегментных. В то же время сегментные излучины могут и не трансформироваться в петлеобразные, если руслоформирующие расходы наблюдаются при затопленной пойме, либо в сужениях долины, где ширина пояса меандрирования равна удвоенному радиусу сегментной излучины.

Дальнейшее совершенствование предложенной классификации речных русел по характеру русловых переформирований и их морфологическим проявлениям будет заключаться в заполнении «пустых» мест в любой графе (класс, подкласс, подтип, вид) по мере углубленного изучения морфологии и динамики ручных русел.

ЛИТЕРАТУРА

Алтунин С. Т. Регулирование русел. М., Сельхозиздат, 1962.

Андреев О. В., Ярославцев И. А. Русловые деформации на участках рек с мостовыми переходами. В сб. «Русловые процессы». М., Изд-во АН СССР, 1958.

Барышников Н. Б., Левашов А. А., Шмидт С. В. Русловые процессы, протекающие в горных районах и в зонах многолетнемерзлых грунтов. «Тр. IV Всесоюзн. гидрол. съезда», т. 10. Л., Гидрометеоиздат, 1976.

Великанов М. А. Русловой процесс. М., Госфизматиздат, 1958.

Гришанин К. В. Теория руслового процесса. М., «Транспорт», 1972.

Еленевский Р. А. Вопросы изучения и освоения речных пойм. М., Изд-во ВАСХНИЛ, 1936.

Кондратьев Н. Е., Ляпин А. Н., Попов И. В., Пиньковский С. И., Федоров Н. Н., Якунин И. А. Русловой процесс. Л., Гидрометеоиздат, 1959.

Копалиани З. Д., Цхададзе В. С. Типы речных русел Западной Грузии. «Тр. Гос. гидрол. ин-та», вып. 195, 1972.

Крошкин А. Н. К определению гидроморфометрических характеристик и средней весовой концентрации влекомых наносов на горных реках. В сб. «Движение наносов в открытых руслах». М., «Наука», 1970.

Литвин Л. Ф., Чалов Р. С. О руслоформирующей деятельности временных и постоянных водотоков в горах. «Геоморфология», № 1, 1975.

Маккавеев Н. И. Русловой режим рек и трассирование прорезей. М., Речиздат, 1949.

Маккавеев Н. И. Русло реки и эрозия в ее бассейне. М., Изд-во АН СССР, 1955.

Матвеев Н. И. Меандрирование рек Подмосковья. «Уч. зап. Моск. обл. педагогич. ин-та им. Н. К. Крупской», т. 267, вып. 13, 1970.

Попов И. В. Методические основы исследований руслового процесса. Л., Гидрометеоиздат, 1961.

Попов И. В. Деформации речных русел и гидротехническое строительство. Л., Гидрометеоиздат, 1965.

Проектирование судовых ходов на свободных реках. «Тр. ЦНИИЭВТ», вып. 36, 1964.

Ржаницын Н. А. Морфологические и гидрологические закономерности строения речной сети. Л., Гидрометеоиздат, 1960.

Родевич В. М. К вопросу классификации рек. «Изв. Гос. гидрол. ин-та», № 35, 1931.

Розовский И. Л., Базилевич В. А., Гайдученко В. И., Бухин М. Н., Кафтан А. Н. Русловые процессы на предгорных участках рек. «Тр. IV Всесоюз. гидрол. съезда», т. 10. Л., Гидрометеоиздат, 1976.

Россинский К. И., Кузьмин И. А. Некоторые вопросы прикладной теории формирования речных русел. В сб. «Проблемы регулирования речного стока», вып. 1. М., Изд-во АН СССР, 1947.

Руководство по проектированию коренного улучшения судоходных условий на затруднительных участках свободных рек. Л., «Транспорт», 1974.

Симонов Ю. Г. Региональный геоморфологический анализ. Изд-во МГУ, 1972.

Флейшман С. М. Сели. Л., Гидрометеоиздат, 1970.

Чалов Р. С. Некоторые особенности руслового режима горных рек. «Метеорология и гидрология», № 4, 1968.

Чалов Р. С. Географические аспекты изучения руслового режима рек. «Изв. Всесоюз. геогр. о-ва», т. 104, № 6, 1972.

Чалов Р. С. Излучины р. Вычегды. В сб. «Эрозия почв и русловые процессы», вып. 4. Изд-во МГУ, 1974.

Чалов Р. С. Использование особенностей режима разветвленных русел для реконструкции водных путей. «Вестн. Моск. ун-та. География», № 4, 1975.

Чернышов Ф. М. Повышение эффективности путевых работ на многорукавных участках свободных рек. Новосибирск, 1973.

Шанцер Е. В. Аллювий равнинных рек умеренного пояса и его значение для познания закономерностей строения и формирования аллювиальных свит. «Тр. Ин-та геол. наук АН СССР», Геол. сер., вып. 135, № 55, 1951.

Шатберашвили А. А. Формирование русла на повороте потока на примере рек Колхиды. «Тр. Груз. н.-и. ин-та гидротехники и мелиорации», вып. 22, 1963.

Noble C. A., Palmqust R. C. Meander growth in artificially straightened streams. «Proc. Iowa Acad. Sci. 1968», v. 75, des Moines, Iowa, 1968.
Wolf F. Beobachtungen über die morphologische Tatigkeit der Mulde zwischen Hohenpriessnitz und Bad Düben. «Geogr. Berichte», v. IX, 1958.

Московский государственный
университет
Географический факультет

Поступила в редакцию
27.II.1979

ON RIVER CHANNELS CLASSIFICATION

R. S. CHALOV

Summary

Existing classifications of river channels are critically revised. No uniform classification of mountain, semi-mountain and plain rivers is shown to be worked out as yet. Many channel types identification is based on the formal description; the same approach is used to mountain rivers typology and to plain rivers, without consideration of special features of the channels formation; principles for channels identification are often different, and many schemes are inconsistent in their internal structure.

A new classification of river channels is introduced, which includes all the variety of morphological features resulting from channel-forming activity of both plain and mountain rivers. Types, sub-types and species of channels are distinguished according to their morphology and especially to special features of their changes' regime. The classification's structure allows to enlarge it in the course of the channel processes study progress.