

ГЕОГРАФИЯ ОПАСНЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ РУСЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ НА РЕКАХ РОССИИ

Р. С. ЧАЛОВ,¹ А. В. ЧЕРНОВ,² К. М. БЕРКОВИЧ,³ Н. М. МИХАЙЛОВА⁴

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова

¹ rschalov@mail.ru

² Alexey.chernov@inbox.ru

³ Berkovitch@yandex.ru

⁴ nmmikhailova@yandex.ru

В статье рассматриваются понятия опасности, исходящей от деятельности рек в результате проявления русловых процессов: размывов берегов при блужданиях русел, ускоренного врезания русел или аккумуляции в них наносов, смещения песчаных гряд перекатов и глубоких плесов, надвижения перекатов на судовые ходы и водозаборы, нарушения устойчивости мостовых и иных опор в руслах при смещении плесов. На малых реках рассматривается также опасность заилиения или занесения их русел. Кроме того, опасными в речных долинах являются склоновые процессы, вызванные деятельностью рек: обвалы, осыпи, оползни.

Рассматривается географическое распределение опасности русловых процессов на реках всех федеральных округов России, выявляются закономерности распределения опасных русловых и вызванных ими процессов, проводится картографирование территории РФ по проявлениям опасности русловых процессов и на основании составленных карт выполнено районирование территории РФ по опасным проявлениям русловых процессов в речных долинах.

Ключевые слова: речные русла, берега, русловой рельеф, опасность русловых процессов — естественная и антропогенно-обусловленная: размывы, намывы, врезание, заилиение.

Введение. Среди природных процессов, вызывающих разрушение объектов жизнедеятельности человека или нарушающих их нормальное функционирование, видное место принадлежит деформациям речных русел — размывам и намывам берегов и дна русел, вызывающих постоянные изменения морфологии речных русел (искривление и спрямление излучин, образование и переформирование разветвлений), перемещениям крупных песчаных гряд по дну рек, периодически приводящим к обмелению или чрезмерному углублению русел, заилению и деградации малых рек. Кроме того, русловые процессы в ряде случаев вызывают негативные (вплоть до опасных) процессы в пределах других частей речных долин — на поймах и бортах. В частности, при врезании речных русел происходит снижение затопляемости поймы и ее обсыхание (особенно яркий пример — Волго-Ахтубинская пойма [13]); при нарушении устойчивости опирающихся на русла бортов долин активизируются оползневые, а в горах — и осыпные процессы. Они могут быть связаны как с естественным развитием речных русел, так и вызваны (или спровоцированы) антропогенным вмешательством в русловые процессы при строительстве различных инженерных сооружений в русле, на берегах рек и на пойме, разработке полезных ископаемых, транспортном, сельскохозяйственном и рекреационном использовании речных ресурсов [6].

Как опасное природное и природно-антропогенное (или антропогенно обусловленное) явление русловые процессы стали рассматриваться с 90-х гг. XX в. [6], хотя по существу именно этот аспект сопровождает всю историю развития географического и инженерного русловедения. К настоящему времени разработана концепция опасности русловых процессов, создана методологическая основа их изучения и оценки, обоснованы принципы и методы картографирования, приведшие к созданию ряда специальных карт, в том

числе в общероссийском «Атласе природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций» [1], и региональных (по федеральным округам) атласах, изданных в 2007—2008 гг. Однако обобщения полученных материалов, если не считать пояснительных записок к картам, до сих пор сделано не было. Кроме того, сами атласы, будучи узковедомственными (МЧС РФ), оказались практически недоступными широкой научной общественности.

Поэтому задача настоящей статьи — дать географический анализ распространения и причин возникновения опасных ситуаций на реках России, обусловленных русловыми процессами.

Основные понятия, классификация и принципы картографирования.

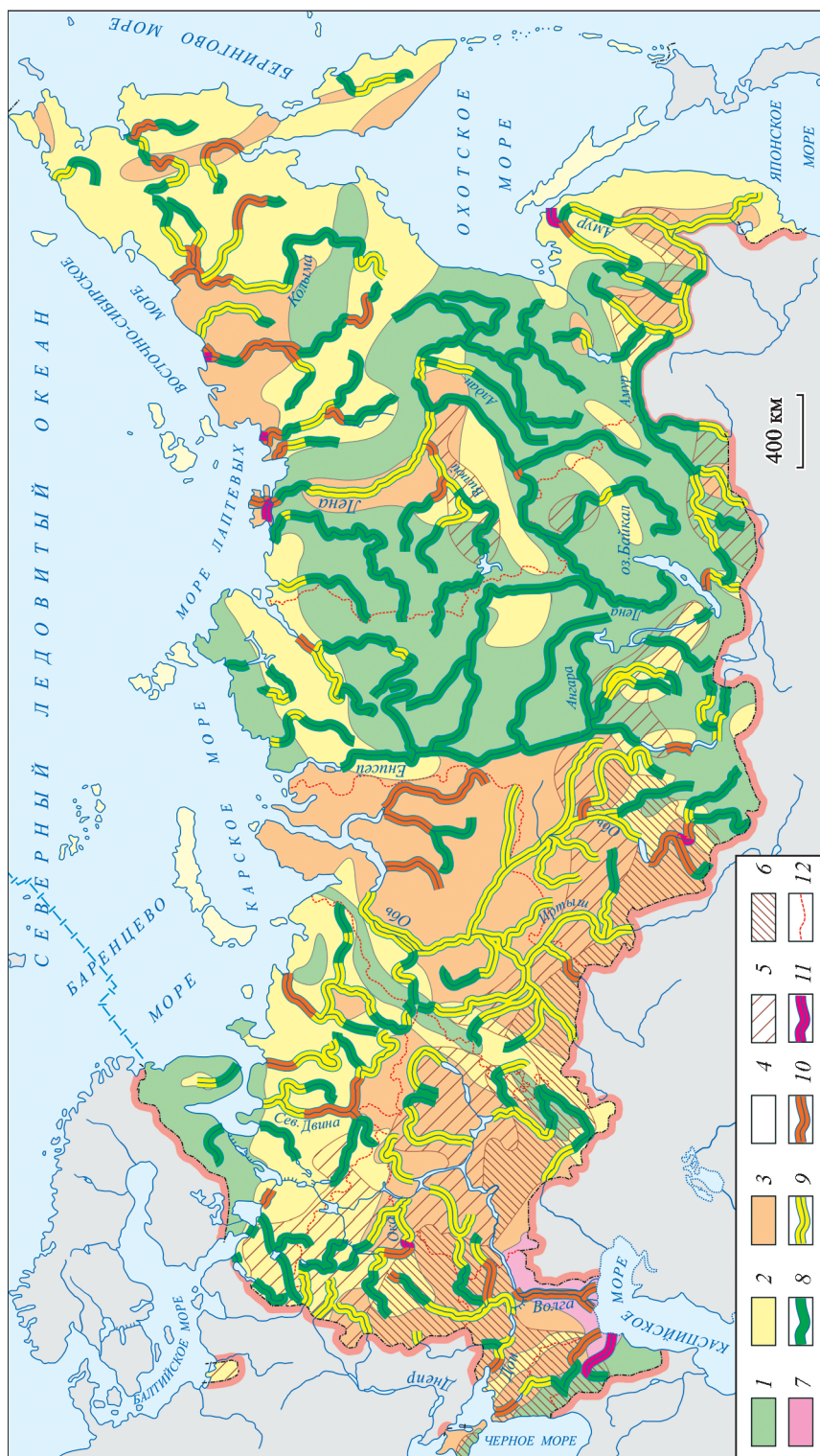
При оценке опасности русловых процессов нужно разграничивать опасность потенциальную и реальную [18]. Потенциальная опасность не учитывает освоения территории и планы ее экономического развития. Она показывает, что можно ожидать, если тот или иной регион, река или ее участок будут вовлечены в хозяйственную деятельность, и может трактоваться как опасность территории при использовании ее водных и связанных с ними ресурсов рек [10]. Потенциальная опасность русловых процессов, таким образом, рассматривается как явление, закономерно проявляющееся на реках, которое следует учитывать при разработке планов освоения рек и приречных территорий.

Реальная опасность отражает угрозу разрушения уже существующих объектов происходящими процессами (например, вследствие размыва берегов) и свидетельствует о необходимости принятия мер по их защите или обеспечению нормального функционирования. Возможность проявления такой опасности (опасности места) обуславливает возникновение риска от ожидаемого при этом ущерба.

Все опасные проявления русловых процессов объединяются в четыре большие группы, для которых характерны определенные количественные характеристики различных видов или форм опасности на больших и малых реках. Они соответствуют, с одной стороны, оценке степени опасности в баллах, а с другой — сопоставимы с принятыми в русловедении показателями устойчивости русла: числом Лохтина $L = d / I$ и коэффициентом Н. И. Макавеева $Kc = d / b_p I$, где d — крупность донных отложений, мм; I — уклон, ‰; b_p — ширина русла, м (см. таблицу) [5]. Выделение этих групп позволяет, во-первых, разделить природную и антропогенно-обусловленную опасность, во-вторых, интегрально или раздельно по видам и формам проявления рассматривать опасность на больших (средних) и малых реках, отличающихся количественными и качественными ее характеристиками. Естественная опасность русловых процессов оценивается параметрами, характеризующими размывы берегов: среднемноголетней и максимальной скоростями и протяженностью фронта размыва, скоростью смещения форм руслового рельефа, периодичностью переформирования самого русла (излучин, разветвлений, перекатов). Возможен учет и других форм проявления опасности русловых процессов, имеющих местное значение (в отличие от перечисленных процессов повсеместного распространения). На малых реках интенсивность этих процессов и соответственно количественные критерии опасности русловых процессов по сравнению с большими реками имеют значительно меньшие значения, но качественная (балльная) оценка при этом не изменяется, поскольку эти критерии нормируются по отношению к размеру реки: например,

Опасность русловых процессов

Количественная оценка опасных процессов									
Тип процесса по степени опасности	Показатели опасности		Природная опасность					Антропогенно обусловленная опасность	
			большие и крупнейшие реки			малые реки		Большие и крупнейшие реки	Малые реки
			размыв берегов		средняя скорость смещения форм руслового рельефа, м/год	характер и периодичность горизонтальных русловых деформаций	размыв берегов	периодичность горизонтальных русловых деформаций (аккумуляция и врезание), см/год	количественная оценка вертикальных деформаций (аккумуляция и врезание), см/год
	баллы	Число Лохтина K_c	средняя скорость, м/год	прогуженность зон размыва, % от длины участка реки			средняя скорость, м/год	прогуженность зон размыва, % от длины участка реки	количественная оценка антропогенной изменности, % от длины реки
Опасный	4	$\frac{\leq 2}{< 6}$	10	> 60	> 300	Быстрые (годы)	Отсутствует на реках России	> 5	Полная (80—100 %)
Умеренно-опасный	3	$\frac{2-5}{6-15}$	5—10	20—60	50—300	Постепенные (десять-ки лет)	1—5	10—30	Частичная (20—80 %)
Малоопасный	2	$\frac{5-10}{15-20}$	2—5	< 20	< 50	Медленные (сотни лет)	0—1	0—25	Локальная или отсутствует (0—20 %)
Незначительно опасный	1	$\frac{> 10}{> 20}$	0	0	0	Отсутствуют	0—0.1	0—5	То же



скорости размыва берегов соотносятся с шириной русла; в результате опасность от этого размыва остается прежней.

Основным интегральным критерием, определяющим степень опасности антропогенно-обусловленных русловых процессов на крупных реках, выступает скорость вертикальных русловых деформаций — врезания реки или аккумуляции наносов, вызванных функционированием водохранилищ и крупными русловыми карьерами. На малых реках таким критерием выступает степень заиления их русел.

Оптимальным методом, показывающим наличие интегральной опасности русловых процессов на больших и малых реках в масштабе страны, отдельных речных бассейнов или федеральных округов, служит картографирование рек [16]. На рисунке приведен упрощенный вариант карты, составленной для «Атласа природных и техногенных опасностей...» [1]. Вне зависимости от масштаба карты степень опасности русловых процессов для средних и больших рек показывается внесмаштабной лентой-диаграммой, ориентированной вдоль линии реки. Цвет ленты соответствует баллу опасности русловых процессов.

Для оценки опасности русловых процессов на малых реках проводится районирование территории. По степени опасности выделяются три типа районов: с умеренной (для малых рек) опасностью (3 балла), с малой (2 балла) и с практическим ее отсутствием (1 балл). По такому опасному для малых рек явлению, как заиление их русел, отдельно выделены три типа районов: с повсеместным заилением преобладающей части русел малых рек (что соответствует 3—4 баллам опасности), с локальным (на отдельных участках) заилением малых рек (2 балла), с отсутствием антропогенно-обусловленного заиления русел (1 балл).

Все приведенные критерии и показатели опасности русловых процессов относятся только к рекам, протекающим на равнинах. Для рек, протекающих в горах и имеющих врезанные русла, многие проявления опасности русловых процессов не характерны: горизонтальные русловые деформации там отсутствуют или имеют местные проявления; в то же время вертикальные русловые деформации — врезание рек в скальное ложе — иногда происходят достаточно интенсивно (до нескольких сантиметров в год), создавая определенные трудности при прокладке коммуникаций и строительстве водозаборов. Большие уклоны и скорости потока, а также отсутствие распашки склонов — основной причины ускоренной эрозии на водосборах, практически исключают возможность заиления русел горных рек. Поэтому в горных районах обычно отсутствует опасность, связанная с русловыми процессами (при наличии очень высокой опасности от обвалов, осыпей, лавин и селей). Исключения составляют реки, протекающие во внутригорных котловинах и имеющие

Распространение опасных проявлений русловых процессов на больших и малых реках России. Опасность на малых реках. Районы с природной опасностью: 1 — с практическим отсутствием опасности (1 балл), 2 — с малой опасностью (2 балла), 3 — с умеренной опасностью (3 балла). Районы с антропогенно-обусловленной опасностью: 4 — с отсутствием антропогенно-обусловленного заиления русел (1 балл), 5 — с локальным заилением малых рек (2 балла), 6 — с повсеместным заилением русел малых рек (3—4 балла), 7 — территории с отсутствием малых рек. Опасность на больших и крупнейших реках: 8 — практически отсутствует, 9 — малая, 10 — умеренная, 11 — высокая, 12 — границы федеральных округов России.

широкую пойму: здесь интенсивно размываются берега, происходят активные переформирования русла и руслового рельефа. Так как в таких долинах сосредоточено население, причем оно тяготеет к поймам, реальная опасность русловых процессов оказывается очень высокой.

Характеристика опасности русловых процессов на реках (по федеральным округам России). В пределах *Дальневосточного федерального округа* по опасности русловых процессов можно выделить 2 группы районов, во многом совпадающих с орографическими особенностями территории: районы со свободными условиями развития русловых деформаций, природной и антропогенно обусловленной опасностью русловых процессов; районы с полнотой или частично литологически ограниченным развитием русловых деформаций, где опасность преимущественно связана с антропогенным воздействием на русла и поймы. К первым относятся Центрально-Якутская, Яно-Индигирская, Колымская, Анадырская, Зейско-Буреинская, Нижнеамурская низменности, а также крупные межгорные котловины Северо-Востока и Дальнего Востока: Среднеянская, Пенжино-Майнская, Нижнеамуро-Амгуньская, Нижнеудинская и др. Здесь реки имеют широкопойменные неустойчивые русла, характеризующиеся интенсивными деформациями. На реках низменностей проявляются оба вида опасности русловых процессов: природная — от размыва пойменных и террасовых берегов и сложного режима переформирований перекаатов, и природно-антропогенная. Среди крупнейших и больших рек, на которых проявляются опасные русловые процессы, выделяются р. Лена, широкопойменное сложно разветвленное русло которой в среднем течении легко размывает берега на многих участках. В нижнем течении почти до пос. Кюсюра (в Ленской трубе) на реке размывается то правый, то левый (чаще) берега. Легкоразмываемыми берегами отличаются также реки Вилюй — на участке от устья р. Тюкана и до впадения в Лену, Яна — в Среднеянской котловине, Индигирка и Колыма в их нижнем течении, Амгуэма. На р. Лене в районе Якутска русловые процессы привели к уходу реки от города, обмелению городского водозабора, подходов к речному порту и Жатайскому ССРЗ, угрозе размыва федеральной автомобильной дороги и причалов паромной переправы [14]. На р. Колыме интенсивному размыву подвержен пос. Зырянка. Умеренная опасность русловых процессов на реках Пенжине, Анадыре, Великой и их притоках связана с размывами берегов на широкопойменных участках русел в низменностях.

На низменностях юга Дальнего Востока опасные русловые процессы характерны для Амура и Зеи в пределах Зейско-Буреинской, на Амуре — также в Нижнеамурской низменности (от Хинганского хребта до Комсомольска-на-Амуре) и ниже — в Нижнеамурской котловине [11], почти на всем протяжении рек Уссури и Амгуни, на нижней Уде. На Амуре природная опасность русловых процессов особенно ярко проявляется в районе Хабаровска, где неблагоприятные для города тенденции развития русла обуславливают развитие периферийных левобережных пойменных протоков, что в свою очередь может привести к отходу реки от города на значительное расстояние [17]. Для их предотвращения здесь были выполнены крупные гидротехнические мероприятия. Активные русловые деформации и блуждания русел на пограничных участках Амура, Уссури и Аргуни создают условия для возникновения специфической политической напряженности между Россией и Китаем [7]. Повышенная опасность от русловых процессов характерна также для низовий Амура и Амгуни, нижнего течения р. Буреи.

Природная опасность, вызванная размывами главным образом пойменных берегов и переформированиями русел, оценивается на этих реках как опасная и умеренно-опасная. На малых и средних равнинных реках опасность колеблется от малой до умеренной. Здесь она усугубляется режимом замерзания-оттаивания грунтов, слагающих размываемые уступы.

Антропогенное вмешательство в жизнь крупных равнинных рек округа незначительно, дноуглубительные работы на судоходных реках практически не изменяют естественного хода русловых процессов, иные вмешательства человека немногочисленны и локальны. На Яне и Омолое повышенная опасность русловых процессов обусловлена деятельностью горно-обогастительных комбинатов, резко повышающих мутность рек и полностью изменяющих морфологию русел, а в межгорных котловинах рек Чукотки — с разработкой россыпных месторождений. Кроме того, антропогенно-обусловленная опасность изменений русел и пойм проявляется выше Зейского водохранилища, где активизируются размывы берегов. В нижнем бьефе Зейской ГЭС происходит интенсивное врезание реки, вызывающее посадку уровней воды.

В зонах земледельческого освоения низменностей юга Дальнего Востока и районах нефтегазоразведки в Центральной Якутии опасность на берегах и в руслах малых рек повышается за счет их заиления.

Ко второй группе относятся горные районы. Среди них выделяются районы с минимальной опасностью русловых процессов: бассейны р. Оленёк и верховьев рек Мархи, Моркоки и Тюнга (северо-запад Якутии), юго-восток Якутии, приуроченный к Алданскому нагорью и охватывающий бассейны Олёкмы, верхней Амги, верхнего Алдана с его притоками. Здесь развиты врезанные галечно-валунные русла со скальными берегами. Эти районы характеризуются крайне низкой плотностью населения и хозяйственной освоённостью. Напротив, другая группа горных районов, в которых развита горнодобывающая промышленность, отличается высокой и умеренной опасностью русловых процессов. На горном северо-востоке округа опасность обусловлена добычей россыпных полезных ископаемых в руслах и на поймах рек. Это реки бассейнов Омолая, Дулгаллаха, Сартанга, верхнего течения Индигирки и Колымы, Омолона. На верхней Индигирке в золотопромышленных регионах происходят умеренно опасные и опасные изменения русел, там ликвидированы естественные формы русла и руслового рельефа, наземный сток заметно перешел в подземный. Такая же обстановка отмечается и на верхнем Омолоне. Повышенной опасностью русловых процессов отличаются также районы, приуроченные к межгорным котловинам, где на реках с широкопойменным разветвленным руслом происходят размывы пойменных берегов и частое перераспределение стока между многочисленными рукавами.

Подобные распределения речных долин различной морфологии и антропогенные воздействия обуславливают в горных районах округа преимущественно очаговое проявление опасности русловых процессов, вызванной природными условиями и антропогенными факторами.

Реки *Сибирского федерального округа* характеризуются невысокой интенсивностью русловых процессов. Лишь на юге Западной Сибири — в Новосибирской, на севере Томской области и Алтайском крае русловые процессы на реках представляют повышенную опасность при любом виде хозяйственного освоения рек и приречных территорий.

По степени опасности русловых процессов всю территорию округа можно разделить на 3 крупных района — Западно-Сибирский, Среднесибирский и

Забайкальский. Деформации русел средних и крупных рек Западно-Сибирского района (среднего Иртыша, верхней и средней Оби и ее притоков) отличаются умеренной и высокой опасностью русловых процессов. На среднем Иртыше и средней Оби, на большинстве притоков Оби опасность связана с размывами вогнутых берегов свободных излучин, которые смещаются, искривляются, спрямляются: скорость размыва берегов составляет в среднем от 2 до 5 м/год, возрастая в многоводные годы в несколько раз и сокращаясь в годы с низкими половодьями. На больших реках ширина пояса активных русловых деформаций, где в обозримом отрезке времени (десяtkи лет) может ожидатьс я размыв берегов, достигает нескольких сотен метров, а при спрямлении излучин — 1 км и более. На средних реках ширина такого пояса сужается до первых сотен метров.

На р. Оби опасность русловых процессов максимальна (4 балла) — она заключается в размывах берегов разветвленного, разветвленно-извилистого и извилистого русла (иногда со скоростью 10—15 м/год). У г. Колпашево [15] размыв вогнутого берега вписанной излучины привел к уничтожению части города в полосе шириной около 1.5 км за 110 лет. За это же время произошло спрямление около двадцати излучин или их серий, развитие одних и отмирание других рукавов, изменение морфодинамического типа русла, развитие наиболее сложных разветвлений. Смещение песчаных отмелей и кос сопровождается обмелением водозаборов, вызывает постоянные изменения и регулярные обмеления судового хода. На Оби выше Барнаула одновременно с намывом песка у правого берега размывался противоположный берег, из-за чего под угрозой оказалась опора ЛЭП; чтобы ликвидировать аварийную ситуацию, у обоих берегов были выполнены очень большие по объему русловыправительные работы. Кроме Оби, максимальная опасность русловых процессов проявляется на нижнем Чулыме, Кети, Васюгане, где очень быстро размываются пойменные вогнутые берега сегментных излучин.

Антропогенно обусловленная опасность на больших реках проявляется выше Новосибирского и меньших по размеру водохранилищ (например, Верхнеалейского). Здесь русла мелеют из-за аккумуляции наносов. В нижнем бьефе Новосибирского водохранилища, вплоть до устья р. Томи, происходят размыв русла, посадка уровней воды и, как следствие, обсыхание водозаборов в Новосибирске, отмирание рукавов, трансформация разветвлений в прямолинейное русло или пологие излучины, активизация размывов берегов.

Малые реки Западной Сибири в естественном состоянии не несут опасности от русловых процессов, однако в сельскохозяйственных районах юга большая часть их русел в разной степени заилена.

Среднесибирский район в физико-географическом отношении подразделяется на несколько подрайонов: северная Сибирь (равнинная тундра и низкогорья Бырранга), горы и плоскогорья средней Сибири, горы и межгорные котловины южной Сибири. Реки северной Сибири (Пясина, Дудыпта, Хета, Хатанга) отличаются высокой потенциальной опасностью русловых процессов из-за интенсивного размыва берегов, сложенных рыхлыми морскими и аллювиальными отложениями, а также широким распространением термоабразионных процессов, усиливающих темпы размыва берегов.

Реки, протекающие на Среднесибирском плоскогорье, характеризуются минимальной опасностью почти на всем их протяжении, так как русла их врезанные. Берега здесь практически не размываются. Галечно-валунные гряды перемещаются в русле очень медленно и также не создают опасность. Од-

нако обвалы, камнепады, осыпи, оползни на крутых бортах долин нередко перегораживают русла малых рек, образуя подпрудные озера.

В межгорных котловинах опасность русловых процессов проявляется в размывах пойменных берегов со скоростью до 5 м/год. Таково, например, опасное проявление русловых процессов верхнего Енисея в Минусинской [2] и Тувинской котловинах. В северной части средней Сибири, как и восточнее — на просторах Яно-Оймяконского нагорья, хребта Черского и соседних горных стран, широко распространены долинные наледы, которые при их образовании также представляют потенциальную опасность для русел и прибрежных территорий.

Ограниченное развитие русловых деформаций почти на всей территории Средней Сибири определило минимальную антропогенную опасность русловых процессов. Отмечаются незначительное врезание русел Енисея ниже плотин Саяно-Шушенской и Красноярской ГЭС на Енисее и Усть-Илимской (а теперь и Богучанской) ГЭС на Ангаре, аккумуляция наносов в нижней части свободного участка русла Енисея выше Красноярского водохранилища в Минусинской котловине [2, 3].

В рельефе юга Забайкалья горные хребты, ориентированные с юго-запада на северо-восток, разделяются широкими межгорными долинами. При пересечении хребтов реки врезанные, недеформируемые: трансцендентные долины представляют собой ущелья, безопасные с точки зрения русловых процессов, но опасные в отношении развития склонов. В межгорных долинах условия русловых деформаций свободные, русла широкопойменные. Пойменные берега размываются со средней скоростью до 2 м/год. Как правило, это вогнутые берега распространенных здесь прорванных излучин основных русел и многочисленных пойменных проток.

На севере Забайкалья большинство рек имеет врезанные русла (верхняя Лена, Витим, Олекма, Чара), поэтому они безопасны для хозяйственной деятельности на берегах. Лишь в Верхнеангарской, Баргузинской, Киренской, Верхнечарской и других котловинах русла широкопойменные, берега рек размываются со скоростью до 2 м/год, создавая незначительную опасность.

В степном южном Забайкалье преобладают свободные условия развития русловых деформаций. Здесь опасность от русловых процессов на средних и больших реках составляет 2—3 балла и выражается в основном в размывах пойменных вогнутых берегов излучин. Малые реки здесь, как и на юге Западной Сибири, имеют устойчивые русла, их берега почти не размываются. Вместе с тем многие малые реки заилены.

В *Уральском федеральном округе* на большей части Западно-Сибирской низменности (в пределах округа расположены ее северо-западная и западная части) преобладают условия свободного развития русловых деформаций как на больших, так и на малых реках. Горизонтальные деформации русел проявляются в интенсивном размыве берегов рек, а следовательно, в высокой степени природной опасности русловых процессов. Она усугубляется активными переформированиями форм руслового рельефа, сложенных в основном песком, — у них высокие скорости смещений и сложный режим деформаций. Свою лепту в интенсификацию размывов берегов вносят и процессы термоэрозии, когда вытаиваются и быстро разрушаются берега, ранее скованные вечной мерзлотой [19].

Средние и крупные реки почти на всей территории округа отличаются высокой опасностью природных русловых процессов. Интенсивные русловые

процессы характерны для крупнейших рек — Обь (в среднем течении), Иртыш (в нижнем течении), их крупных притоков — Тобол, Демьянка, Вах, Аган, Лямин и др. На Оби в среднем течении (между городами Нижневартовском и Сургутом) и нижнем Иртыше скорости размыва вогнутых берегов излучин (на Иртыше), островов и пойменных берегов (на Оби) достигают в многоводные годы 20—30 м/год при среднем значении 10—15 м/год. Ненамного медленнее размываются пойменные берега крупных притоков Иртыша и Оби. На Оби опасность заключается еще и в интенсивных переформированиях руслового рельефа. Участки остальных рек, на которых размывы берегов представляют малую (2 балла) и среднюю (3 балла) опасность, встречаются приблизительно поровну. Большие скорости размыва берегов, сложенных позднечетвертичными и голоценовыми морскими отложениями, характерны для тундровых рек Крайнего Севера — обоих Юрибеев, Мессояхи, Мордыахи и др. Опасность русловых процессов составляет здесь 2—3 балла.

Вместе с тем опасность русловых процессов во многом зависит от морфодинамического типа русла. Так, практически не представляют опасности русловые процессы в главном правом рукаве раздвоенного русла нижнего течения Оби (ниже устья Иртыша). Русло главного рукава расположено вдоль правого коренного берега, оно глубокое и устойчивое. Лишь ниже устья р. Казыма, где рукав располагается в пойменных размываемых берегах, опасность русловых процессов составляет 4 балла. В то же время крупные пойменные протоки, сопровождающие основное русло реки, и левый рукав — Малая Обь — отличаются высокими темпами горизонтальных деформаций (до 10—15 м/год), поэтому представляют среднюю опасность (3 балла) при освоении водных ресурсов и пойменных земель.

Малые реки севера, востока и юго-востока Западносибирской низменности в пределах округа отличаются опасными проявлениями русловых процессов (3 балла). Здесь эта опасность также связана с интенсивным размывом вогнутых берегов излучин, широко представленных на большинстве рек региона. Скорости их размыва, вызывающие среднюю опасность, составляют на малых реках в среднем 3—5 м/год.

При чередовании свободных и ограниченных условий развития русловых деформаций из-за быстро меняющегося геологического строения берегов интегральная степень природной опасности снижается на 1 балл, так как количество рек или их участков, на которых сохраняется размыв берегов, сокращается и составляет приблизительно $1/3$ — $1/2$ их общей длины. На тех реках или их участках, где размывы берегов не происходят, природная опасность русловых процессов отсутствует. Такие условия возникают на реках в пределах Сибирских увалов и Худосей-Большехетского поднятия, где ограничивающим фактором служат суглинки и глины ледникового и озерно-ледникового генезиса. В подобных условиях развиваются также малые реки бассейна Тобола — здесь размыву их берегов препятствуют тяжелые покровные суглинки. Торфяники Кондинской низменности практически полностью препятствуют горизонтальным русловым деформациям на протекающих там малых реках. Большая часть малых рек предгорий Урала и в пределах Белогорского материка также испытывает литологические ограничения блуждания рек, поэтому природная опасность русловых процессов оценивается в 1 балл. Вместе с тем на средних реках бассейна Тобола эти породы не являются препятствием к размыву берегов.

Антропогенная опасность русловых процессов в округе обусловлена тремя основными причинами: заилиением русел и пойм малых рек на юго-западе Западносибирской равнины, механическим изменением русел вблизи крупных промышленных центров (организация крупных горнозаводских прудов) и загрязнением русел малых рек вплоть до их фактического уничтожения в нефтегазодобывающих районах Западной Сибири. Первая причина, вызывающая опасность, имеет региональное распространение; опасные участки малых рек в пределах городских и горнозаводских агломераций и районов нефте- и газодобычи отличаются точечным распространением: они сосредоточены в центре и на севере Западно-Сибирской низменности.

На территории *Приволжского федерального округа* по условиям формирования опасности, различиям в степени ее проявления и причинах, ее определяющих, выделяются равнинная и горная части. Преобладающая по площади равнинная часть округа неодинакова по характеру и степени опасности русловых процессов в северном, центральном и южном районах. В северном районе, к которому относятся бассейны рек левобережья средней Волги, Вятки и верхней Камы (большая часть Кировской области, Марийской и Удмуртской республик, Пермского края, северная часть Нижегородской области), русла рек формируются в песчаных и супесчаных легко размываемых отложениях. Здесь долины широкопойменные, пойменные берега достаточно интенсивно размываются в процессе горизонтальных русловых деформаций, создавая существенную природную опасность практически на всех реках района. Степень опасности зависит от размера реки: большие и некоторые средние реки (Вятка, Кама, нижняя Чепца) иногда размывают берега со скоростью более 10 м/год, что соответствует опасным и очень опасным проявлениям русловых процессов. На больших реках (на нижней Вятке, на свободных участках нижней Камы) опасность определяется не столько размывами берегов, сколько интенсивным смещением песчаных перекатов на относительно прямолинейных участках русел.

На малых реках скорости размыва берегов редко превышают 1—5 м/год. При этом размыву подвержены в основном вогнутые берега излучин, которые оцениваются как максимальные для рек этой категории — в 3 балла [9]. В то же время в северном районе выделяются две территории, где фрагментарные и не повсеместные размывы берегов малых рек обуславливают малую опасность (2 балла) — это реки бассейнов средней Моломы, сложенного московской мореной, и средней Вятки, сложенного известняками и гипсами Вятских Увалов. Подобные же условия опасности русловых процессов на малых реках характерны для предгорной части Урала, в том числе для Тулвинской возвышенности.

Антропогенно обусловленная опасность русловых процессов в северном районе минимальна — она проявляется в слабой аккумуляции наносов выше Камского водохранилища, распространяющейся по руслу Камы до г. Соликамска. Кроме того, заилены русла некоторых малых рек ополей западной части Кировской области (район г. Яранска) как следствие относительно недавней регулярной распашки их водосборов.

Центральный район округа охватывает бассейны средней Волги, средней и нижней Камы, куда входят реки юга Нижегородской области, Чувашии, Татарстана, Башкортостана, Пензенской и Ульяновской, севера Самарской областей. Несмотря на то что русла рек формируются в рыхлых легко размываемых отложениях (кроме района Сенгилеевских гор и Жигулей),

опасность, вызванная размывами берегов (в основном вогнутых берегов излучин), на большинстве средних и крупных рек незначительна (2 балла). Опасность в 3 и 4 балла, обусловленная размывами берегов, отмечается на некоторых больших меандрирующих реках: на р. Белой между городами Стерлитамаком и Уфой, ниже г. Дютюрли, в нижнем течении р. Уфы.

Особенность малых рек района — частичное заиливание многих из них, что влечет за собой заболачивание поймы и подтопление прибрежных сооружений, ухудшение водоснабжения, усиление энтомологической опасности. В то же время не заилены малые реки в лесных массивах, где поступление наносов с водосборов не претерпело существенного изменения, и на возвышенностях (например, на Приволжской и Бугульминско-Белебеевской), где уклоны достаточно велики и скорости потоков достаточны для выноса поступающих с водосборов продуктов смыва почв.

Опасные проявления вертикальных русловых деформаций связаны с аккумуляцией наносов выше водохранилищ и врезанием рек в нижних бьефах гидроузлов. Первая проявляется в нижнем течении затопленных притоков Волжских и Камских гидроузлов, на р. Белой выше Башкирского, на р. Уфе выше Павловского, на р. Зае выше Заинского и на других водохранилищах. На р. Волге в нижнем бьефе Нижегородского гидроузла размывы русла привели к серьезным проблемам судоходства и на водохозяйственных объектах. Такие же проблемы характерны для нижнего бьефа Воткинского гидроузла на р. Каме. Снижение уровней воды отмечается в местах массовой разработки русловых карьеров песчано-гравийной смеси на реках Белой (ниже г. Уфы), Каме (ниже г. Перми и возле г. Сарапула), Вятки (у г. Кирова).

В южном районе округа, где протекают реки бассейна нижней Волги (Самара и ее притоки, Еруслан, Терешка), бассейна Урала (Сакмара, Большой Ик, Орь, Илек) и реки Прикаспийской низменности — Большой и Малый Узень, опасность русловых процессов определяется свободным развитием горизонтальных русловых деформации, однако ее степень на большинстве рек не превышает 2 баллов. Размывы приурочены к вогнутым берегам излучин: на малых реках эти места в значительной степени занимают постоянное положение на дне долин, на больших (в силу подвижности самих излучин) участках размыва смещаются вниз по течению вслед за излучинами, образуя сплошную «опасную» прирусловую полосу на берегах шириной до нескольких сотен метров. На больших и средних реках существуют участки, где опасность от размыва берегов повышается до 3 и даже 4 баллов. Наиболее опасны в этом отношении участки рек Самары (в среднем и нижнем течении), Урала, Сакмары и Большого Ика [8].

Малые реки южной части района характеризуются резким и высоким половодьем и низкой меженью, во время которой сток воды может вообще отсутствовать и реки превращаются в цепочки озеровидных плесов. Морфология русел таких рек — наличие крутых излучин, указывает на существование здесь горизонтальных русловых деформаций, однако заросшие уступы вогнутых берегов излучин свидетельствуют, что размыв берегов происходит здесь только в экстремально высокие половодья, т. е. с интервалом не чаще, чем один раз в 10 лет. В годы со средними и низкими половодьями опасность снижается до минимума, составляя не более 2 баллов. На р. Большом Иргизе русло формируется в трудноразмываемых суглинках и на всем своем протяжении зарегулировано глухими низконапорными плотинами; опасность размыва берегов здесь незначительна.

На ряде рек крайнего юга округа (Большой и Малый Узень, Орь, Кумак) опасность (2 балла) для жизнедеятельности людей представляют так называемые «разливы» — расширения поймы, в которых русло разветвляется на множество рукавов; пойма при этом заболачивается. Опасность в данном случае заключается в снижении доступности прилегающих к таким участкам территорий, их подтоплении, росте энтомологической напряженности.

Южный район округа — территория с массовым антропогенным заилением русел малых рек; опасность для них определена в 3 балла и заключается в тех же явлениях, что и на участках «разливов», а также в ухудшении водоснабжения прилегающих хозяйств, в том числе животноводческих ферм. Как и в других районах округа, определенную опасность представляет аккумуляция наносов выше прудов-водохранилищ, построенных на малых и средних реках для водоснабжения. Однако врезание русел в нижних бьефах таких водохранилищ из-за незначительности их размеров и маловодности рек практически не проявляется.

Восточная часть округа — Уральские горы и их предгорья. В горах преобладают врезанные русла, лишь на юге округа в горах Южного Урала субмеридионально ориентированные реки, протекая в продольных межгорных долинах, имеют широкопойменные русла (верхние течения Белой, Сакмары, Урала, Ая, Юрюзани) и русловые процессы на таких участках рек представляют опасность из-за размыва пойменных и террасовых берегов. На севере Предуралья — в верхних течениях рек Вишеры и Колвы — незначительная опасность связана с переформированиями галечных отмелей и островов. Заиления русел малых горных рек, как правило, не происходит. Многочисленные горнозаводские пруды на реках западного склона Среднего Урала за столетия своего существования достигли состояния устойчивого равновесия в отношении вертикальных русловых деформаций выше и ниже по течению, «вписались» в местные ландшафты и опасности (в отношении русловых процессов) не представляют.

В *Северо-Западном федеральном округе* геолого-геоморфологическое строение предопределяет преобладание на значительной части территории условий ограниченного развития русловых деформаций или их чередования со свободными. Это в свою очередь отразилось на очень низкой интенсивности проявлений русловых процессов на многих реках и соответственно невысокой степени их опасности. При этом на территории округа выделяется несколько групп районов с различной формой и степенью опасности русловых процессов. К первой группе районов относятся Карелия и большая часть Кольского полуострова, где русла рек очень устойчивы и русловые процессы не представляют опасности для сооружений на берегах и в самих руслах. Здесь реки (как правило, малые) образуют своеобразные озерно-русловые системы, на которых короткие порожистые участки чередуются с вытянутыми озерами. Русла скальные, лишены аллювия и не имеют пойм. Аналогичный «безопасный» с точки зрения русловых процессов район находится на западном склоне Урала — значительной части Большеземельской тундры (реки Колва, Адзъва, Большая Роговая).

К районам второй группы относится западная часть округа, включающая бассейны рек Ловати, Луги, Волхова, рек Ветреного пояса, Онеги. Здесь при чередовании рек с устойчивыми и деформируемыми руслами преобладают первые, что объясняет минимальную опасность русловых процессов.

Восточнее (третья группа районов) также при чередовании условий ограниченного и свободного развития русловых деформаций наблюдается обратная картина. Здесь больше рек или их участков с широкопойменным руслом (Вага, Устья, Кокшеньга, Юг), свободно меандрирующим или разветвленным на рукава. Размывы пойменных или террасовых берегов определяют опасность русловых процессов, которая оценивается в 2 балла.

Четвертая группа районов — это территории с преобладанием свободных условий развития русловых деформаций. Они разбросаны по всему округу: Понойская депрессия на Кольском полуострове (р. Поной), реки побережья Печорского моря к востоку от устья р. Печоры (в том числе нижние течения самой Печоры, рек Шапкиной, Черной, Коротаихи). Обширная территория с повышенной опасностью русловых процессов находится на левобережье среднего и нижнего течения р. Вычегды и на левобережье р. Печоры ниже выхода ее из Уральских гор. Здесь опасность блуждания русел рек оценивается в 3 балла, а на некоторых участках Сысолы, Вычегды и Печоры — в 4 балла. Такая же степень опасности русловых процессов характерна для широкопойменных участков рек Вашки, нижней Мезени, Сулы.

Антропогенная опасность русловых процессов на реках округа невысока в основном из-за недостаточной хозяйственной освоенности речных бассейнов. Механическое изменение русел малых рек типично для пригородов Санкт-Петербурга, где было распространено спрямление русел и их канализование для осушения болот. Часто встречаются канализованные русла на малых реках Калининградской области. Вместе с тем этот вид деятельности не является опасным для человека, если канализирование русел проводится по научно-обоснованным проектам и осуществляется мониторинг для недопущения их заиления. В настоящее время заилены некоторые малые реки в бассейне Мезени, где наиболее активно велись лесозаготовительные работы и были уничтожены леса на значительных площадях, в результате чего с водоразделов стали сноситься в русла малых рек большие массивы песка и супеси. На остальной территории округа антропогенная опасность русловых процессов практически не проявляется.

В *Центральном федеральном округе* выделяется три крупных района, различающиеся по проявлению горизонтальных русловых деформаций на реках и соответственно с различной степенью природной опасности русловых процессов, в основном связанной с размывами берегов. В северной, северо-западной и северо-восточной частях округа (первый район) частая смена трудноразмываемых морен московского и валдайского оледенений зандровыми песками обуславливает чередование условий свободного и ограниченного развития русловых деформаций. Моренные отложения, а в некоторых местах (на Валдае, Клинско-Дмитровской возвышенности) выходы известняков ограничивают размывы берегов. В таких условиях сформировались врезанные, часто беспойменные русла, с устойчивых берегов которых часто сходят оползни. Природная опасность русловых процессов на таких реках минимальна. Вместе с тем при пересечении реками зандровых полей и ложбин стока талых ледниковых вод, сложенных песчаными отложениями, русловые деформации развиваются свободно. Здесь сформировались широкопойменные русла, реки размывают песчано-супесчаные пойменные или террасовые берега со скоростями от 2 до 5—7 м в годы с высокими половодьями. Такие русловые деформации представляют определенную опасность для прибрежных территорий (2 балла). В целом на реках, протекающих по моренным воз-

вышенностям и зандровым равнинам округа (в Костромской, Ярославской, Тверской, Смоленской областях, северной и западной части Московской области), русловые процессы малоопасны.

Такая же степень опасности характерна для рек, протекающих южнее Москвы по Среднерусской возвышенности (второй район). Здесь также отмечается чередование ограниченных и свободных условий развития русловых деформаций, причем первые связаны с выходами в бортах и днищах долин известняков среднего карбона. Руслу врезанные, располагаются в обрывистых неразмываемых берегах, что делает русловые процессы неопасными [9]. При пересечении реками понижений в кровле известняков долины расширяются, появляются поймы, берега которых размываются со скоростями до 5 м в год. Уровень опасности русловых процессов оценивается в 1—2 балла. Такие условия характерны для рек, протекающих по югу Московской, Тульской, Калужской, Липецкой, отчасти Брянской, северу Курской и Воронежской областей.

В восточной части округа (третий район), сложенной легкоразмываемыми отложениями (выветрелой днепровской мореной, делювиальными покровными суглинками, флювиогляциальными песками), преобладают широкопойменные русла, переформирования которых сопровождаются размывами берегов со скоростью от 1 до 5 м в год. Протекающие здесь реки оцениваются по опасности русловых процессов как малоопасные.

Вместе с тем во втором и третьем районах есть реки, некоторые участки которых по русловым процессам умеренно опасны (3 балла), — это Жиздра и Угра в нижнем течении, Десна (выше границы с Украиной), участки верхнего Днепра (в Дорогобужской депрессии), средней Оки и Клязьмы, Молога в среднем течении. Опасность на них связана с интенсивным меандрированием русел, излучины которых находятся на пике своего развития (отношение длины по руслу к шагу излучин $l/L = 1.4—1.6$). Вогнутые берега таких излучин размываются на 7—10 м, но только в годы с высоким половодьем.

Антропогенная опасность русловых процессов на реках округа достаточно высока. Механически изменены и загрязнены русла и берега малых и средних рек вблизи крупных промышленных агломераций: Московской, Тульской, Липецкой. Нарушены русловые процессы на реках, протекающих по горнодобывающим территориям в Орловской, Курской, Белгородской областях, хотя большой опасности эти изменения для человека не представляют: речной сток, как правило, отводится из сильно измененных русел в искусственные каналы.

Высокую опасность представляет собой заиление русел малых рек на юге округа — в сельскохозяйственных районах Курской, Белгородской, Липецкой, Воронежской, Тамбовской областей. Здесь оно связано с распашкой земель, длившейся на этих территориях на протяжении более 200 лет (конец XVIII—конец XX в.), и ускоренной эрозией почв на водосборах [12]. В лесной части округа заиление русел малых рек практически не встречается (север Смоленской области, Тверская, Костромская области) — здесь ускоренная эрозия не достигла больших масштабов из-за очагового распространения сельскохозяйственных земель. В центральных областях округа заиление русел малых рек происходит только в местах распашки водосборов и вблизи животноводческих комплексов. В целом опасность русловых процессов на реках Центрального федерального округа не является высокой, хотя и увеличивается в направлении с севера на юг за пределами распространения морен

Московского ледника, ограничивающих русловые деформации, и возрастания в этом направлении сельскохозяйственной освоенности территории.

В *Южном и Северо-Кавказском федеральных округах* высокой интенсивностью русловых процессов характеризуются реки Ставропольского края (Егорлык, Калаус, Кума, Мокрая Буйвола), низовья р. Терека в Дагестане и р. Кубани в Краснодарском крае. Южные части бассейнов рек (верхнего их течения) принадлежат к горным территориям Крыма и Большого Кавказа, на них преобладают врезанные русла с горными типами русловых процессов. Центральные и северные районы округов — равнинные, здесь преобладают реки с широкопойменными руслами. Формирование речных русел в округах происходит в условиях убывания с запада на восток количества осадков, а вслед за ним — снижения густоты речной сети и водоносности рек, а также изменения характера водопользования.

В горных районах опасность русловых процессов невелика, скальные берега рек практически не размываются. Глубинная эрозия, свойственная этим рекам, осуществляется очень медленно (миллиметры в год), а высокие уклоны способствуют транзиту поступающего со склонов материала. Однако многие реки характеризуются селевым режимом, что определяет основную опасность при всех видах их освоения.

Иная ситуация складывается у подножия гор, где реки еще сохраняют горный характер, но уклоны их резко уменьшаются. Вследствие этого на значительном протяжении многоводных рек Предкавказья преобладает аккумуляция наносов, способствуя возникновению опасных проявлений русловых процессов. Во-первых, пойменные берега, сложенные мелким галечником, легко размываются во время паводков и половодий. Во-вторых, внутригодовой сток отличается высокой неравномерностью, так как формируется за счет таяния снегов (весной), ледников (летом) и периодического выпадения сильных ливней (в течение всего года). Эти факторы влияют на снижение устойчивости русел и, следовательно, рост опасности русловых процессов. Галечные берега островной и береговой поймы, уступы низких надпойменных террас интенсивно размываются, русло блуждает среди многочисленных островов и осередков, то заполняя рукава наносами, то вновь разрабатывая их. В-третьих, интенсивная аккумуляция наносов привела к тому, что меженные русла оказались выше прилегающих местностей (нижний Терек, Кубань в низовьях), реки протекают в естественных и искусственных дамбах, которые при экстремальных паводках прорываются, вызывая наводнения.

Многие реки Крыма, берущие начало в горах и текущие на север в равнинную часть полуострова (Салгир, Альма, Бодрак, Кача), отличаются маловодностью и относительно незначительными изменениями уклонов между низкогорьем и равниной. В результате русловые процессы на реках предгорий неинтенсивны и опасности не создают.

Равнинная часть характеризуется различной степенью опасности на относительно крупных и малых реках, протекающих в Предкавказье и питающихся в горах, и на реках, расположенных на значительном удалении от гор. На самых крупных реках — Тереке и Кубани — опасность русловых процессов особенно велика. Средняя скорость размыва берегов, сложенных галечниками, песками и легкими суглинками превышает 5 м/год, а на Кубани — местами 10 м/год. На многих реках опасность русловых процессов существует из-за размывов русел в нижних бьефах водохранилищ или аккумуляции наносов выше их.

Реки, протекающие севернее бассейнов Кубани и Терека, а также в низкогорном и равнинном Крыму, маловодны из-за недостаточной увлажненности территории, возрастающей к востоку. Русла рек Приазовской низменности — Кирпили, Бейсуг, Челбас, Ея и их притоки, формируются в плохоразмываемых суглинистых толщах морского, аллювиального и элювиального происхождения. Поэтому размывы их берегов происходят очень медленно (менее 1 м/год) и только в вершинах излучин. Опасность от размыва берегов на малых и на средних реках этой части региона незначительна.

Специфическая особенность рек Приазовья — почти сплошная их зарегулированность земляными плотинами с целью создания запасов воды для летнего орошения обширных кубанских полей. Реки здесь представляют собой каскады прудов, число которых исчисляется на каждой реке десятками. Опасность представляют эвтрофикация и зарастание их акваторий, а также абразия берегов в наиболее широких их частях.

Восточные регионы равнинной части Северного Кавказа в пределах Ставропольского края дренируются реками Егорлык, Калаус, Кума, Мокрая Буйвола. Они протекают в размываемых берегах, сложенных супесями и суглинками. Использование русел многих из этих рек для пропуска вод в оросительные системы Ставропольского края и Калмыкии привело к значительной активизации процессов размыва русел — к ускорению размывов берегов и глубинной эрозии. Так, русло р. Калауса за 20 лет эксплуатации в составе Большого Ставропольского канала врезалось в собственные отложения на 4—5 м. Русло р. Егорлыка после начала попусков из Невинномысского канала врезалось на 4 м и расширилось в 1.5—4 раза. Это повлекло за собой регрессивную глубинную эрозию временных водотоков в балках, в результате чего нарушилась устойчивость инженерных сооружений — мостов, акведуков, плотин. Однако в низовьях этих рек произошла интенсивная аккумуляция наносов, поступивших в русло из-за интенсификации эрозии в среднем течении. В результате образовались обширные внутренние дельты (на реках Калаусе, Куме, Куре), произошли заболачивание и засоление прилегающих территорий, что можно оценить как опасное следствие антропогенно измененных русловых процессов. Интенсивные размывы берегов и глубинная эрозия в реках-приемниках вод из оросительных каналов будут развиваться и в дальнейшем, но по мере выработки продольного профиля русел, соответствующего их современной водности, они будут замедляться.

Опасность изменений русел и пойм северных районов округа, относящихся к бассейну р. Дона, как правило, невысока. Непосредственно на р. Дону опасность колеблется от малой на севере Ростовской области до высокой ниже бьефа Цимлянского водохранилища (размывы русла и берегов реки) и выше его (регрессивная аккумуляция наносов).

На средних реках Волгоградской и Ростовской области (Хопер, Медведица, Иловля, Чир, Сал, Северский Донец) высокая опасность обуславливается в основном интенсивным размывом пойменных берегов на излучинах (более 5 м/год). Такая же опасность существует в нижних течениях рек. Во врезанном русле Северского Донца (от границы с Украиной до устья р. Быстрой) опасность русловых процессов минимальна из-за устойчивости берегов, сложенных трудноразмываемыми скальными породами. Реки меньших размеров северной части округа отличаются малой и незначительной опасностью русловых процессов, выражающейся здесь в заилении их русел и пойм в связи с распашкой водосборов и повышенным стоком наносов с них.

Заключение. Рассмотрев условия возникновения и проявления опасности русловых процессов на больших, средних и малых реках России, необходимо отметить, что целый ряд городов и населенных пунктов уже подвергается опасному воздействию русловых процессов или находится под угрозой таких воздействий. Поэтому в настоящее время проблемы берегоукрепления стоят на первом месте для всех прибрежных населенных пунктов страны, что делает насущно необходимым проведение мероприятий по защите речных берегов в зоне освоения от размыва. Существующие методы защиты от опасных проявлений русловых процессов многообразны и зависят от видов и форм хозяйственной деятельности на реке и ее берегах. При этом важно учитывать направленность русловых процессов и согласовать задачи, стоящие перед потребителями водных ресурсов, т. е. управлять русловыми процессами.

Работа выполнена по планам НИР кафедры гидрологии суши и Научно-исследовательской лаборатории эрозии почв и русловых процессов им. Н. И. Макавеева МГУ им. М. В. Ломоносова при частичной поддержке РФФ (проект 14-17-00155 — параметризация опасных проявлений), РФФИ (проект 15-05-03752 — вопросы предотвращения опасности) и РФФИ-ГФЕН Китая (проект 16-55-53116 — опасные проявления на реках Сибири и Дальнего Востока).

Список литературы

- [1] Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций. Российская Федерация / Опасность изменения речных русел и пойм (Р. С. Чалов, Н. М. Михайлова, А. В. Чернов). М.: ДИК. 2010. С. 452—465.
- [2] Белый Б. В., Виноградова Н. Н., Иванов В. В., Никитина Л. Н., Чалов Р. С., Чернов А. В. Морфология и деформации русла Верхнего Енисея между Саяно-Шушенской ГЭС и Красноярским водохранилищем // Эрозия почв и русловые процессы. М.: Изд-во МГУ, 2000. Вып. 12. С. 158—183.
- [3] Беркович К. М., Виноградова Н. Н., Иванов В. В., Чалов Р. С. Переформирование русла Енисея ниже Красноярской ГЭС в условиях интенсивной техногенной нагрузки // Эрозия почв и русловые процессы. М.: Изд-во МГУ, 2003. Вып. 14. С. 144—161.
- [4] Беркович К. М., Кирик О. М., Лодина Р. В., Чалов Р. С., Чернов А. В. Опасные проявления русловых процессов (на примере рек России) // Вестн. МГУ, сер. V. География. 1996. № 3. С. 35—41.
- [5] Беркович К. М., Чалов Р. С., Чернов А. В. Оценка влияния русловых процессов на геозологическую ситуацию в речных долинах // Геозология. Инженерная геология. Гидрогеология, геокриология. 1998. № 2. С. 59—67.
- [6] Беркович К. М., Чалов Р. С., Чернов А. В. Экологическое русловедение. М.: ГЕОС, 2000. 332 с.
- [7] Завадский А. С. Пограничные проблемы на реках бассейна Амура, обусловленные русловыми процессами, и пути их решения // Водное хозяйство России. 2012. № 3. С. 74—79.
- [8] Завадский А. С., Беркович К. М., Чалова А. С., Чернов А. В. Современные условия формирования русел рек бассейна Урала (в пределах России) // Эрозия почв и русловые процессы. М.: Изд. МГУ, 2012. Вып. 18. С. 178—205.
- [9] Завадский А. С., Кораблева О. В., Чернов А. В. Проявления дискретности флювиальных рельефообразующих процессов // Теория и методы современной геоморфологии. Материалы XXXV пленума Геоморфологической комиссии РАН. Симферополь, 3—8 октября 2016 г. Том 1. Симферополь: Крымский ун-т, 2016. С. 139—144.

- [10] *Завадский А. С., Чернов А. В.* Природные и антропогенные опасности и риски русловых и пойменных процессов // Вопросы прикладной и региональной географии и экологии. Материалы Всерос. науч.-практ. конф. Ижевск: Изд-во Удмуртского ун-та, 2014. С. 235—241.
- [11] *Махинов А. Н., Лю Шуэуан.* Формирование рельефа русел и берегов рек. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2013. 173 с.
- [12] *Павлюк Я. В.* Пространственно-временные закономерности функционирования речных бассейнов на территории Белгородской области. Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Казань, 2017. 23 с.
- [13] *Чалов Р. С., Брылёв В. А.* Еще раз о причинах маловодья в Волго-Ахтубинской пойме // Изучение, сохранение и восстановление ландшафтов. Сб. статей V Междунар. науч.-практ. конф. Волгоград, 12—16 октября 2015 г. М.: Перемена, 2015. С. 234—239.
- [14] *Чалов Р. С., Завадский А. С., Рулева С. Н., Кирик О. М., Прокопьев В. П., Андросов И. М., Сахаров А. И.* Морфология, деформации, современные изменения русла р. Лены и их влияние на хозяйственную инфраструктуру в районе г. Якутска // Геоморфология, 2016. № 3. С. 22—35.
- [15] *Чалов Р. С., Сурков В. В. и др.* Русловые процессы на р. Оби в районе г. Колпашево, размыв города, компьютерное моделирование потока и обоснование оптимального варианта защитных мероприятий // Эрозия почв и русловые процессы. М.: Изд. МГУ, 2012. Вып. 18. С. 205—243.
- [16] *Чалов Р. С., Чернов А. В.* Мелкомасштабное картографирование русловых процессов // Геодезия и картография. 2000. № 3. С. 35—43.
- [17] *Чалов Р. С., Чернов А. В.* Проблемы развития русла Амура в районе Амуро-Уссурийского водного узла // География и природные ресурсы. 2000. № 4. С. 93—98.
- [18] *Чернов А. В., Злотина Л. В.* Основы геоэкологического подхода к изучению пойменно-русловых комплексов // Экологические аспекты эрозионных и русловых процессов. М.: Изд-во МГУ, 2016. С. 104—117.
- [19] *Эрозионные процессы Центрального Ямала / Ред. А. Ю. Сидорчук и А. В. Баранов.* СПб., 1999. 350 с.

Поступило в редакцию
22 февраля 2017 г.

Geography of hazardous channel processes on Russian rivers

© R. S. Chalov,¹ A. V. Chernov,² K. M. Berkovich,³ N. M. Mikhailova⁴

Lomonosov Moscow State University

E-mail: ¹ rschalov@mail.ru

² Alexey.chernov@inbox.ru

³ Berkovitch@yandex.ru

⁴ nmmikhailova@yandex.ru

The paper discusses hazards associated with river activities: channel processes including bank erosion during river channel lateral migration, accelerated incision or aggradation, movement of sandy ridges of riffles and riffle-pool systems, blocking of navigation fairways and water intake structures by migrating riffles, destabilization of bridges and other structures in river channels caused by erosion associated with pool deformations. For small rivers hazards associated with channel siltation or catastrophic aggradation

are also considered. Additional hazards on valley slopes are associated with potentially dangerous slope processes such as rockfalls, landslides, rockslides, which can be triggered by channel erosion.

Geographic distribution of the listed types of hazards associated with river channel processes is considered for all Federal Regions of Russia. Regularities of their territorial distribution and spatial patterns are discussed. Mapping of hazardous channel processes was carried out for the entire territory of Russia. Regioning of the Russian territory based on results of such mapping is one of the results reported in the paper.

Key words: river channel, beach, riverbed topography, the risk of channel processes — natural and anthropogenic by: erosion, accumulation, incision, siltation.

References

- [1] Atlas prirodnih i tekhnogennyh opasnostej i riskov chrezvychajnyh situacij. Rossijskaya Federaciya / Opasnost' izmeneniya rechnyh rusel i pojm (R. S. Chalov, N. M. Mihajlova, A. V. Chernov). M.: DIK, 2010. S. 452—465.
- [2] Belyj B. V., Vinogradova N. N., Ivanov V. V., Nikitina L. N., Chalov R. S., Chernov A. V. Morfologiya i deformacii rusla Verhnego Eniseya mezhdru Sayano-Shushenskoy GES i Krasnoyarskim vodohranilishchem // Eroziya pochv i ruslovyje processy. M.: Izd-vo MGU, 2000. Vyp. 12. S. 158—183.
- [3] Berkovich K. M., Vinogradova N. N., Ivanov V. V., Chalov R. S. Pereformirovanie rusla Eniseya nizhe Krasnoyarskoj GES v usloviyah intensivnoj tekhnogennoj nagruzki // Eroziya pochv i ruslovyje processy. M.: Izd-vo MGU, 2003. Vyp. 14. S. 144—161.
- [4] Berkovich K. M., Kirik O. M., Lodina R. V., Chalov R. S., Chernov A. V. Opasnye proyavleniya ruslovyh processov (na primere rek Rossii) // Vestn. MGU, ser. V. Geografiya. 1996. N 3. S. 35—41.
- [5] Berkovich K. M., Chalov R. S., Chernov A. V. Ocenka vliyaniya ruslovyh processov na geoekologicheskuyu situaciyu v rechnyh dolinah // Geoekologiya. Inzhenernaya geologiya. Gidrogeologiya, geokriologiya. 1998. N 2. S. 59—67.
- [6] Berkovich K. M., Chalov R. S., Chernov A. V. Ekologicheskoe ruslovedenie. M.: GEOS, 2000. 332 s.
- [7] Zavadskij A. S. Pogranichnye problemy na rekah bassejna Amura, obuslovlennye ruslovymi processami, i puti ih resheniya // Vodnoe hozyajstvo Rossii. 2012. N 3. S. 74—79.
- [8] Zavadskij A. S., Berkovich K. M., Chalova A. S., Chernov A. V. Sovremennye usloviya formirovaniya rusel rek bassejna Urala (v predelah Rossii) // Eroziya pochv i ruslovyje processy. M.: Izd-vo MGU, 2012. Vyp. 18. S. 178—205.
- [9] Zavadskij A. S., Korablyova O. V., Chernov A. V. Proyavleniya diskretnosti flyuvial'nyh rel'efoobrazuyushchih processov // Teoriya i metody sovremennoj geomorfologii. Materialy XXXV Plenuma Geomorfologicheskoy komissii RAN. Simferopol', 3—8 oktyabrya 2016 g. Tom 1. Simferopol': Krymskij un-t, 2016. S. 139—144.
- [10] Zavadskij A. S., Chernov A. V. Prirodnye i antropogennye opasnosti i riski ruslovyh i pojmnennyh processov // Voprosy prikladnoj i regional'noj geografii i ekologii. Materialy Vseros. nauch.-prakt. konf. Izhevsk: Izd-vo Udmurtskogo un-ta, 2014. S. 235—241.
- [11] Mahinov A. N., Lyu Shuguan. Formirovanie rel'efa rusel i beregov rek. Habarovsk: Izd-vo IVEHP DVO RAN, 2013. 173 s.
- [12] Pavlyuk YA. V. Prostranstvenno-vremennye zakonomernosti funkcionirovaniya rechnyh bassejnov na territorii Belgorodskoj oblasti. Avtoref. dis. ... kand. geogr. nauk. Kazan', 2017. 23 s.
- [13] Chalov R. S., Brylyov V. A. Eshchyo raz o prichinah malovod'ya v Volgo-Ahtubinskoj pojme // Izuchenie, sohranenie i vosstanovlenie landshaftov. Sb. statej V Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Volgograd, 12—16 oktyabrya 2015 g. M.: Peremena, 2015. S. 234—239.

- [14] *Chalov R. S., Zavadskij A. S., Ruleva S. N., Kirik O. M., Prokop'ev V. P., Androsov I. M., Saharov A. I.* Morfologiya, deformacii, sovremennye izmeneniya rusla r. Leny i ih vliyanie na hozyajstvennyuyu infrastrukturu v rajone g. Yakutska // *Geomorfologia*. 2016. N 3. S. 22—35.
- [15] *Chalov R. S., Surkov V. V. i dr.* Ruslovye processy na r. Obi v rajone g. Kolpashevo, razmyv goroda, komp'yuternoe modelirovanie potoka i obosnovanie optimal'nogo varianta zashchitnyh meropriyatij // *Eroziya pochv i ruslovye processy*. M.: Izd-vo MGU, 2012. Vyp. 18. S. 205—243.
- [16] *Chalov R. S., Chernov A. V.* Melkomasshtabnoe kartografirovanie ruslovyh processov // *Geodeziya i kartografiya*. 2000. N 3. S. 35—43.
- [17] *Chalov R. S., Chernov A. V.* Problemy razvitiya rusla Amura v rajone Amuro-Ussurijskogo vodnogo uzla // *Geografiya i prirodnye resursy*. 2000. N 4. S. 93—98.
- [18] *Chernov A. V., Zlotina L. V.* Osnovy geoekologicheskogo podhoda k izucheniyu pojmenno-ruslovyh kompleksov // *Ekologicheskie aspekty erozionnyh i ruslovyh processov*. M.: Izd-vo MGU, 2016. S. 104—117.
- [19] *Erozionnye processy Central'nogo YAmala* / Red. A. Yu. Sidorchuk i A. V. Baranov. SPb., 1999. 350 s.

Изв. РГО. 2017. Т. 149, вып. 4

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ГРУППИРОВКИ СТРАН И РЕГИОНОВ: ОПЫТ КРУПНЕЙШИХ МЕЖДУНАРОДНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

© Д. Е. МАХНОВСКИЙ

Санкт-Петербургский государственный экономический университет, Санкт-Петербург
E-mail: dmahnovskiy-62@mail.ru

Статья посвящена обзору использования социально-экономических группировок стран в методологическом обеспечении и практической работе крупнейших международных организаций — ООН, Мирового банка, Международного валютного фонда. Несмотря на длительную практику использования, «географический срез» мирового развития еще не занял необходимого места в инструментарии управления программами мирового и регионального развития, мониторинга социально-экономической обстановки. В статье рассматриваются особенности пространственных классификаций, методика их создания, сфера применения, современные изменения. На основе динамического ряда данных в разрезе рассматриваемых регионов анализируются некоторые тенденции современного мирового социально-экономического развития.

Ключевые слова: ООН, Всемирный банк, Международный валютный фонд, ВВП, ВНД, регион, пространственная группировка, классификация.

Общие проблемы мирового развития, все более остро проявляющиеся в ходе углубляющейся экономической глобализации, определенной унификации международных отношений на базе главных закономерностей развития рыночного хозяйства, усиливают новые акценты в теории и практике районирования и, следовательно, выявления пространственных группировок. В методической сфере наблюдается заметное расширение количества факторов, учитываемых в создании различных пространственных типологий; постоянное пополнение и уточнение многих количественных и качественных пара-