

УДК 551.435(045)

*А.В. Чернов, А.С. Завадский***ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ И ЛОКАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ РУСЕЛ МАЛЫХ И СРЕДНИХ РЕК (результаты мониторинговых наблюдений)¹**

Описываются результаты мониторинга за размывами берегов на малых и средних реках Центральной России – широкопойменных Керженце и Шерне и узкопойменной врезанной Тарусе. Выявлено, что горизонтальные русловые деформации в целом происходят по ожидаемым схемам: размыв вогнутых берегов излучин, намыв их выпуклых берегов, искривление и затем спрямление. Однако как на средней, так и на малых реках в этот процесс вмешиваются локальные нефлювиальные факторы, нарушающие взаимодействие потока и днища долины, приводя в типичные русловые деформации элементы непредсказуемости. Особенно это заметно на врезанных реках, лишенных широкой поймы – естественного буфера, защищающего русло от воздействия склоновых и иных, происходящих на склонах и в придолинных частях водоразделов процессов.

Ключевые слова: долина, русло, пойма, излучины, русловые деформации, размывы берегов.

DOI: 10.35634/2412-9518-2020-30-2-215-222

При оценке динамики речных русел обычно допускают два положения, принимая их в целом, без каких-либо ограничений. Первое положение – исследователи оперируют средними величинами скоростей размыва берегов за многолетний период, исчисляемый десятилетиями. Второе положение – выявленные в процессе изучения рек закономерности нередко абсолютизируются и формализуются в производственные нормативы и математические модели без учета возможных локальных особенностей процессов в речных долинах. А в них, зачастую, содержатся исключения и коррективы, необходимые для более полной аппроксимации формальных подходов к реальному объекту.

Мониторинг русловых и пойменных процессов на ряде малых и средних рек Европейской России показал, что не учитываемые при составлении нормативных документов и математических моделей особенности строения речных долин и русел могут привести к неожиданным последствиям, нарушая ожидаемые схемы развития русловых деформаций. Часто именно такие отклонения приводят к возникновению опасных геологических ситуаций на берегах рек [1].

В работе приводятся примеры подобных нарушений прогнозируемого развития речных русел и их причины. В данном случае они выявлены на малых реках, мониторинг за русловыми процессами на которых проводится достаточно долго – от 20 лет на реках Керженце и Тарусе, до 10 лет на реке Шерне. Выбор этих рек для организации мониторинга продиктован разными причинами: функционированием биосферного заповедника «Керженский», чья граница проходит по изменчивому руслу реки, учебно-научными целями на реке Тарусе, выявлением рекреационных ресурсов на реке Шерне. К счастью, ни в одном из приведенных примеров непосредственной опасности от неожиданных русловых процессов не было, хотя некоторая геологическая напряжённость в Керженском заповеднике, вызванная произвольным изменением рекой его границ, возникла. Тем не менее приведённые примеры нарушений прогнозируемого поведения рек показывают, что и на других реках возможны такие отклонения. Для большей доказательности локальные нарушения процессов руслоформирования рассматриваются на реках с различной морфологией долин и русел – на двух широкопойменных малых реках, где основные деформации происходят при размыве берегов, и на одной узкопойменной (врезанной) реке, где заметную роль в её динамике играют переформирования аккумулятивного рельефа русла [2].

Объекты и методы исследований

Река Керженец – левый приток Волги, пересекает Нижегородское Заволжье, представляющее собой обширную аллювиальную равнину, сложенную преимущественно аллювиальными песками пра-Волги и перемытыми Керженцем и другими реками днепровскими флювиогляциальными отло-

¹ Работа выполнена по госзаданию НИЛ эрозии почв и русловых процессов им. Н.И. Маккавеева МГУ имени М.В. Ломоносова № АААА-А16-116032810084-0 и при финансовой поддержке РФФИ в рамках научных проектов № 18-05-00712 и № 18-05-00487.

жениями [3]. Общая длина реки – 290 км. Долина реки на всем протяжении широкопойменная, русло реки свободно меандрирует, образуя излучины разной кривизны – от сегментных развитых и пологих до синусоидальных петлеобразных. На ряде участков на дне реки выходят триасовые песчаники, которые, однако, не влияют на морфологию долины и морфодинамику русла. Пойма сегментно-гравистая, высотой в среднем 4,5 м, сложена легкоразмываемыми песками и супесями, местами – суглинками [4]. На выпуклых берегах излучин формируется молодая пойма, покрытая ивовыми лесами; на своей большей части площадь поймы зрелая, заросшая сосновыми лесами с подростом из липы, дуба и ели.

По обеим сторонам долины развиты две аккумулятивные надпойменные террасы, также сложенные песком. Первая надпойменная терраса высотой 4,5–6 м к берегам реки почти нигде не подходит – чаще всего сохраняется в виде останцов на пойме или же обрамляет ее с внешней стороны на удалении от русла. Рельеф этой террасы носит следы так называемых макроизлучин – он по-прежнему сегментно-гравистый. Однако, его первичные формы – гривы, межгривные понижения и старицы на порядок превышают по своим размерам первичные формы современного пойменного рельефа. Они представляют собой следы русла древнего пра-Керженца, обладавшего водностью, во много раз превышавшей современную [2]. В ландшафтном отношении такие массивы почти ничем не отличаются от современной зрелой поймы. Вторая надпойменная терраса занимает большие пространства в долине реки, но подходит она к реке тоже очень редко, слагая периферийную часть долины. Высота второй террасы – 8–12 м над межленным урезом Керженца.

Вогнутые берега излучин Керженца активно размываются, из-за чего русло реки отличается высокой динамичностью – излучины искривляются, при достижении критической кривизны спрямляются, отчего пойма изобилует старичными озерами.

Наблюдения за деформациями свободных излучин проводятся с 2001–2003 гг. в среднем течении реки Керженца – приблизительно в 50 км от устья. Ширина реки здесь составляет 75 м. Для ежегодного измерения интенсивности и местоположения размываемых участков вогнутых берегов излучин было выбрано три излучины: сегментная развитая излучина ($K_{изв} = 1,7$), сегментная крутая (почти пальцевидная – $K_{изв} = 2,3$) и совсем пологая, только начинающая свой путь к искривлению ($K_{изв} = 1,11$). Определение размыва берегов излучин в разных точках вдоль их вогнутого берега осуществляется при периодическом изменении расстояний между линией берега и зафиксированными реперами. Отдельные деревья-репера могут оказываться в опасной зоне размыва и со временем падать в реку, в этом случае заблаговременно назначаются репера-дублиеры, по которым затем продолжается измерение размывов берега [5].

Результаты и их обсуждение

За 19 лет наблюдений за размывами вогнутых берегов этих излучин и искривления последних был сделан однозначный вывод о том, что темпы размыва вогнутых берегов, обобщенные по всему фронту размыва, прямо зависят от высоты половодий, то есть от расходов воды в реке в этот период. Любые деформации русел происходят только во время высоких половодий, уровни, а значит и расходы воды, при которых заметно (примерно в 1,5 раза) превышают их среднемноголетние значения; при низких половодьях размывов берегов не происходит вовсе (рис. 1). Также не происходят размывы в иные фазы гидрологического режима, в том числе и дождевые паводки. При осенних измерениях были зафиксированы отступления берегов в отдельных местах (как правило, возле упавших в воду деревьев) от 0,02 м до 0,3 м, что находится в пределах точности измерений [6].

В процессе размыва берегов и искривления излучин ожидалось также закономерное смещение фронта размыва берега от нижнего крыла, что свойственно излучинам в стадии активного развития продольного-поперечного смещения, в вершину. Действительно, на наиболее пологой, формирующейся в настоящее время излучине, устойчиво размывается вогнутый берег только в нижнем крыле излучины. На развитой сегментной излучине наиболее интенсивный размыв вогнутого берега происходит во время высоких половодий в её нижнем крыле (в среднем, 1 м/год), хотя пока заметен и размыв вершины этой постепенно искривляющейся излучины (табл.) [7].

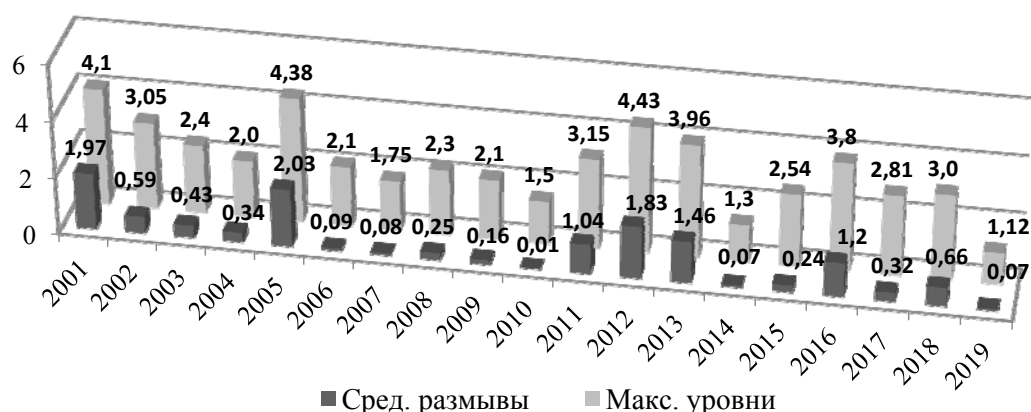


Рис. 1. Связь между максимальными уровнями воды в половодье и средними размывами вогнутых берегов излучин на р. Керженец в 2001–2019 гг.

Динамика горизонтальных русловых деформаций на излучинах и их элементах р. Керженец в половодья

Годы	Средние размывы развитой излучины			Средние размывы крутой излучины			Общие средние размывы на излучинах/ макс. размыв		
	Верхнее крыло	Вершина излучины	Нижнее крыло	Верхнее крыло	Вершина излучины	Нижнее крыло	Развитая	Крутая	Пологая
2001	0,00	0,76	2,78	–	–	–	1,97/5,80	–	–
2002	0,40	0,32	0,78	–	–	–	0,59/3,30	–	–
2003	0,00	0,69	0,27	0,5	0,26	0,15	0,30/3,20	0,28/1,20	0,69/4,60
2004	0,34	0,69	0,46	0,00	0,27	0,85	0,50/1,70	0,32/1,60	0,17/1,60
2005	0,00	0,69	1,93	0,10	3,22	4,95	1,30/6,60	3,01/7,90	1,83/4,90
2006	0,00	0,31	0,05	0,00	0,24	0,10	0,12/1,20	0,16/1,30	0,00/0,00
2007	0,00	0,09	0,09	0,00	0,20	0,00	0,06/0,60	0,12/1,60	0,05/0,30
2008	0,00	0,10	0,21	0,00	0,93	0,00	0,12/0,90	0,62/4,70	0,00/0,00
2009	0,00	0,31	0,36	0,05	0,21	0,10	0,27/3,00	0,17/1,00	0,03/0,20
2010	0,00	0,10	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03/0,30	0,00/0,00	0,00/0,00
2011	0,00	0,40	2,16	0,00	2,19	0,00	1,13/3,90	1,46/4,90	0,52/3,60
2012	0,00	0,98	3,49	0,40	1,93	4,17	1,70/7,20	2,17/9,90	1,55/6,40
2013	0,00	1,14	1,43	0,00	1,79	2,36	1,16/4,30	1,75/4,70	1,46/5,00
2014	0,00	0,19	0,20	0,00	0,01	0,16	0,15/0,80	0,05/0,60	0,00/0,00
2015	0,00	0,16	0,08	0,00	0,78	0,28	0,09/0,90	0,6/2,50	0,02/0,10
2016	0,00	0,19	1,76	0,00	1,38	2,26	0,86/4,10	1,54/4,40	1,21/4,60
2017	0,00	0,66	0,23	0,00	0,27	0,46	0,32/4,10	0,29/1,60	0,34/0,60
2018	0,00	0,48	0,81	0,00	1,97	0,13	0,52/1,80	1,18/3,60	0,28/1,60
Средние	0,04	0,46	0,95	0,07	0,98	1,00	0,62	0,86	0,51

На крутой излучине следовало ожидать концентрацию размыва берега в вершине и преобладание за этот счет поперечного смещения излучины при затухании продольного. Однако, данные измерений показывают, что на этой излучине с одинаковой интенсивностью (около 1 м/год) происходит размыв как вершины, так и нижнего крыла, то есть типичная схема развития излучины, а вместе с ней и прогноз ее развития нарушаются. Объяснение этому нашлось при детальном анализе литологии вогнутого берега этой излучины: оказалось, что именно в ее вершине в разрезе открывается едва выраженный в рельефе, но хорошо заметная в строении древняя пойменная ложбина. Она выполнена оранжевым сильно ожелезненным песком и этим отличается от отложений рядом находящихся пойменных грив – чистого белого рыхлого кварцевого песка. Повышенное ожелезнение скрепляет час-

тицы песка в ложбине в микроагрегаты и снижает его размываемость потоком. Это обстоятельство тут же отражается на морфологии берега – фронт размыва огибает более прочные участки берега, смещаясь в основном в нижнее крыло излучины. К тому же в ложбине отмечается повышенная густота деревьев, которые, когда падают, подмытые, в воду, защищают берег от размыва.

Таким образом, сугубо локальный и случайный в данном случае фактор привёл к нарушению в закономерном в целом процессе развития излучины.

Река Шерна (левый приток Клязьмы) исследуется в своем среднем течении, в 32 км выше устья (общая длина реки 90 км). Она протекает в типичной широкопойменной долине (ширина поймы составляет здесь 650 м при ширине русла 15-20 м, высота поймы равна 3 м, состав поймы – супесчаный). Аллювий в русле песчаный. Участок русла длиной 155 м расположен в вершине и нижнем крыле синусоидальной излучины с острой вершиной. С 2011 г. здесь измеряется правый изначально вогнутый берег.

За время наблюдений совершенно чётко стало прослеживаться разделение ранее единой излучины в своем нижнем крыле на две независимых (рис.2). В вершине излучины за 7 лет наблюдений вогнутый берег устойчиво размывался и отступил за этот период на полтора метра. Здесь образовалась и стала интенсивно искривляться новая излучина. Максимальное отступление отмечалось в маловодном 2015 г., когда берег размывался на 65 см [8].

Однако на протяжении 65 м ниже вершины этой излучины берег стал стабильным и за все 7 лет не отступил ни на сантиметр. Уступ берега в 2011 г. бывший еще обрывистым, выположился и покрылся травой. Следующий очаг размыва проявился на расстоянии 85 м ниже вершины новой излучины. Здесь берег отступил за 7 лет на 1,0–1,8 м, в результате чего приобрел слабовогнутую форму. Соответственно, берег на своем стабильном промежутке стал слабовыпуклым. Таким образом, в пределах нижнего крыла изначально единой излучины образовался новый изгиб – новая пологая излучина. Максимальные размывы здесь отмечались в многоводном 2016 г.



Рис. 2. Положение линии берега р. Шерны в разные годы (2011, 2014, 2018 гг.)

В целом подобные деформации русел являются типичными для широкопойменных рек, протекающих в легкоразмываемой супесчано-суглинистой пойме: вогнутые берега излучин размываются (с теми или иными вариациями) и отступают, одновременно противоположные выпуклые берега наращиваются. Однако максимум размыва и, соответственно, отступления берега может при этом обуславливаться локальными причинами и даже не соответствовать водности года, как это и произошло в данном случае. Интенсификация размыва в вершине новой верхней излучины произошло из-за того, что берег здесь в процессе своего размыва приблизился слишком близко к многоколейной проселочной дороге, где была повреждена дернина. Условия для размыва оказались более благоприятными, чем на участке, где вершина единой излучины была ранее, и фронт размыва берега сместился сюда.

В 1,6 км ниже стационара за период наблюдений произошло спрямление крутой сундучной излучины Шерны. Там в 2012 г. размывался узкий 10-метровый перешеек в шпоре этой излучины, в результате чего длина русла сократилась на 500 м, превратив этот участок реки в заболачивающуюся старицу. Это событие оказалось столь же ожидаемым на широкопойменной реке, что и размыв во-

гнутых берегов излучин. Однако оно повлекло за собой нежелательные последствия, так как функционирование объектов, расположенных на берегах бывшего русла и связанных с рекой, оказалось полностью нарушенным.

На реке Тарусе (левый приток Оки) участок мониторинга расположен в 8 км от устья (при общей длине реки 88 км). Здесь узкопойменная долина постепенно расширяется, но на участке мониторинга в ней располагается врезанное слабоизогнутое русло с перевалом потока от левого к правому берегу. На перевале находится перекат Коровий Брод; правый берег реки в верхней плесовой ложине переката пойменный (ширина поймы – 100 м при ширине русла 20 м, высота над урезом 4 м), сложен суглинком, обрывается в русло уступом, указывающим на его размыв потоком. Аллювий в реке галечный [9].

Наблюдения за положением правого берега на перекате ведутся с 2005 г. – измерения проводятся по всей длине уступа, равной 70 м. За 15 лет наблюдений была выявлена неоднозначная картина его размыва. Инструментальные наблюдения периода 2005–2011 гг. существенных изменений на перекате Коровий Брод не выявили – берег либо вообще не отступал, либо отступил в половодье 2008 г. на 60 см в своей средней части, где стрежень потока приближался к берегу. То есть, река в этот период соответствовала своей принадлежности к типу врезанных в трудноразмываемые породы малоподвижных рек.

Однако, в последующие два года ситуация на этом участке реки, а, следовательно, и на всем остальном её протяжении, существенно изменилась – темпы размыва берега заметно возросли, а фронт размыва, ранее сосредоточенный только на 10-метровом отрезке изучаемого берега, растянулся на 60 м берегового обрыва. Такая ситуация оказалась связана с аномальным ходом гидрологического режима р. Тарусы в эти два года. Если в предыдущие годы (2010–2011 гг. и более ранние) гидрологический режим реки характеризовался наличием относительно невысокого весеннего половодья (подъём уровня воды не превышал 270 см при среднемаксимальном уровне в 320 см) и невысокой летней меженью, то 2012 и 2013 гг. отличились очень частыми и высокими колебаниями уровней и расходов воды: в 2012 г. после высокого половодья (320 см) наступила летняя межень, прерывавшаяся тремя дождевыми паводками, в 2013 г. высокое половодье (подъём уровней воды до 320 см над меженью) также прерывалось тремя дождевыми паводками, один из которых – осенний, превысил высоту половодья на 20 см. Последний паводок этого сезона прошел по реке в январе 2014 г. (!). И результат не заставил себя долго ждать. Уже в половодье 2012 г. средняя по всему участку величина отступления берега возросла с практически нулевых значений до 70 см, а на наиболее размываемом ранее отрезке она выросла до 1 м. В 2013 г. средняя величина отступления составила 80 см, причем на наиболее размываемых отрезках берега, где ранее вообще не наблюдалось никакого размыва, отступление составило 1 м, а в отдельных точках – 2,3 м (рис.3).

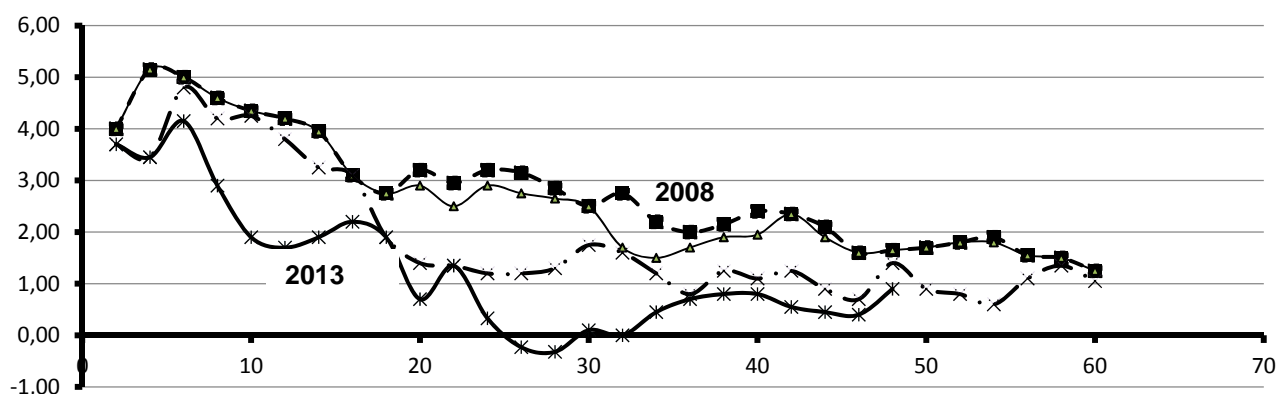


Рис. 3. Положение линии берега р. Тарусы в 2008 – 2010 – 2012 (в середине) – 2013 гг.

Анализируя ситуацию в 2013 г., вывод был абсолютно ожидаемым: чем больше водность года, тем выше деформации русла. На локальном уровне размывы берегов и блуждания русла даже такой устойчивой реки, как Таруса, могут привести к неблагоприятным последствиям на берегах – разрушением строений, дорожных съездов к бродам.

Однако, в дальнейшем, события на Тарусе стали разворачиваться по-другому. В 2014 и 2015 гг. водность Тарусы была минимальна – в 2014 г. высота подъема воды во время половодья едва достигала 240 см, паводков не было; в 2015 г. не было половодья: пик высотой в 255 см прошел в середине

мая, после чего уровни упали до минимальных отметок. Никаких изменений в положении берегов на реке не было.

Но 2016 г. оказался очень паводочным: вслед за невысоким половодьем в реке в течение летнего сезона прошло пять волн паводков, две из которых превышали половодье и достигали высоты в 270 и 325 см. Тем не менее никаких следов в размыве берегов подобный режим 2016 г. не оставил. 2017 г. вновь оказался маловодным – вода поднялась только до 260 см, паводков не было. Уступ берега оставался неподвижным, зарос и выположился еще больше. В 2018 г. половодье было выше, чем в 2017 г. (до 330 см), но продолжалось оно очень короткое время (несколько дней). Состояние берега осталось без изменений. В 2019 г. половодье было одним из самых низких за последние 10 лет (208 см); берег также оставался неподвижным за исключением отдельных блоков, срывающихся с уступа из-за случайных событий (прыжков сбегаящих к водопою коз).

Таким образом, предположение о четкой и устойчивой прямой связи между высотой половодья и паводков и масштабом русловых деформаций р. Тарусы не подтвердилось. Надо было искать причину нарушения этой, казалось бы, очевидной и логичной зависимости. И такая причина была найдена [10].

Во время высокого половодья и частых высоких паводков 2013 г. в 60 м выше верхней плесовой лощины переката Коровий Брод намылась новая аккумулятивная гряда донных галечных наносов, образовав новый перекат – Земляничный. Через год, в маловодный 2014 г. его нижний левобережный побочень покрылся растительностью и превратился в молодой пойменный островок. Островок изменил направление струй потока, которые в конечном итоге оказались в центральной части русла. Непосредственного соприкосновения с правым пойменным берегом, благодаря которому этот берег размывался, поток больше не испытывает – даже в многоводные и паводочные годы (рис. 4).



Рис.4. Изменение положения струй потока в верхней плёсовой лощине переката Коровий Брод (р. Таруса) после возникновения выше по течению нового переката Земляничный в 2013 г.

В результате к 2018 г. уступ правого пойменного берега в верхней плёсовой лощине переката прекратил размываться, стал относительно пологим и покрылся растительностью. Агентом разрушения берега остаётся лёд во время ледохода, но действие льда зависит, во-первых, от его толщины, во-вторых, от дружности весны и половодья, что не всегда совпадает по направленности воздействия.

Заключение

Таким образом, зачастую локальные причины, оказывающие в целом далеко не ведущее влияние на русловые процессы, могут на каких-то участках русел внести существенные коррективы в русловые деформации, нарушив типичный ход русловых процессов и изменив тенденцию их развития. Особенно это заметно во врезанных руслах – лишенные защитного буфера в виде поймы, ведущие факторы руслового процесса оказываются более уязвимыми к воздействию иных, часто случайных и, на первый взгляд, незначительных внешних факторов. Ими могут оказаться, например, неровная конфигурация коренного берега, часто контактирующего с врезанным руслом, вынос из оврагов и балок крупнообломочного пролювия и т.д. Проявление локальных факторов в конечном итоге приводит к нарушениям закономерно ожидаемых изменений в руслах, причем зачастую самых неожиданных и видимых неявно. Подобная непредсказуемость может представлять опасность для прибрежной инфраструктуры. Это обстоятельство необходимо учитывать при формализации русловых процессов и оценке различных сценариев развития реки, получаемых на выходе из расчетных математических моделей русловых процессов.

Данная корректировка закономерного хода русловых процессов основана на натурных исследованиях и мониторинге малых (Шерна, Таруса) и средних (Керженец) рек. Наверняка локальные факторы могут влиять и на динамику русел крупных рек, хотя и особенности, и масштабы этого влияния могут быть иными. Поэтому при организации любой деятельности на берегах рек целесообразно при возможности дополнять формальные методы исследования непосредственными натурными наблюдениями за ключевыми участками русел и их пойм.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чалов Р.С., Чернов А.В., Беркович К.М., Михайлова Н.М. География опасных проявлений на реках России // Изв. Русского геогр. общ-ва. 2017. Т.149. вып. 4. С. 13-33.
2. Завадский А.С., Лобанов Г.В., Петухова Л.Н., Серебренникова И.А., Смирнова Е.А., Чернов А.В. Результаты стационарных исследований русловых процессов на реках ЕТР // Эрозионные и русловые процессы. М.: «Макс-пресс». 2010. Вып. 5. С. 220-251.
3. Фридман Б.И., Кораблева О.В. Геология и рельеф Керженского заповедника // Тр. Государственного природного заповедника «Керженский». Н. Новгород. 2001. Т. 1. С. 7–70.
4. Кораблева О.В., Чернов А.В. Динамика пойменно-русловых комплексов рек Нижегородского Заволжья (на примере реки Керженец) // Тр. Государственного природного биосферного заповедника «Керженский». Н. Новгород: Изд-во: «Государственный природный биосферный заповедник «Керженский», 2012. Т. 5. 196 с.
5. Кораблева О.В., Чернов А.В. Современная динамика пойменно-русловых комплексов средней реки Керженец (по мониторинговым наблюдениям 2001-2018 гг.) // Научные проблемы оздоровления Российских рек и пути их решения: сб. научн. трудов Всеросс. конф. с междунар. участием. Н. Новгород (8-14 сентября 2019 года). М.: ИВП РАН, 2019. С. 172-176.
6. Кораблева О.В., Чернов А.В. Опыт мониторинга русловых деформаций на широко-пойменных реках (на примере реки Керженец) // География и природные ресурсы. 2008. № 2. С.158–165.
7. Chernov A.V., Zavadskiy A.S., Korableva O.V. River channel deformation under different phases of hydrological regime and various energy floods // Geography and tourism. 2017. Vol. 5, № 2. P. 68-74.
8. Завадский А.С., Чернов А.В. Деформации русел широкопойменных и врезанных малых рек Центрального района России (результаты мониторинговых наблюдений) // Проблемы региональной экологии и географии. Материалы междунар. науч.-практ. конф. (7-10 октября 2019 г.). Ижевск, 2019. С. 292-296.
9. Чернов А.В. Географические исследования на учебных полевых практиках (на примере практик на УНС «Таруса») // Теория и практика географических исследований в условиях современной школы. М.: МПГУ, 2013. С. 46-52.
10. Чернов А.В. Динамика пойменно-руслового комплекса р.Тарусы при высокой изменчивости климатических условий последних десятилетий // Сб. науч. тр. географического факультета МПГУ. М.: Изд-во «Буки-веди», 2017. С. 135-142.

Поступила в редакцию 28.04.2020

Чернов Алексей Владимирович, доктор географических наук, ведущий научный сотрудник

E-mail: Alexey.chernov@inbox.ru

Завадский Александр Сергеевич, кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник

E-mail: az-mgu@mail.ru

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Географический факультет
119991, Россия, г. Москва, Ленинские Горы, 1

A.V. Chernov, A.S. Zavadsky

BASIC LAWS AND LOCAL FEATURES OF DEVELOPMENT OF SMALL AND MEDIUM-SIZED RIVERBEDS (results of monitoring observations)

DOI: 10.35634/2412-9518-2020-30-2-215-222

The article describes the results of monitoring of stream-bank erosion on small and medium-sized rivers of Central Russia – the wide-bottomed Kerzhents and Sherna and the narrow-bottomed embedded Tarusa. It was found that horizontal channel deformations generally occur according to the expected patterns: erosion of concave banks of bends, alluvium of their convex banks, curvature and then straightening. However, both on medium and small rivers, local non-fluvial factors interfere with this process, disrupting the interaction of the flow and the valley floor, bringing elements of unpredictability to typical channel deformations. This is especially noticeable on embedded rivers that lack a wide floodplain – a natural buffer that protects the channel from the effects of slope and other processes occurring on the slopes and in the near-valley parts of the watersheds.

Keywords: valley, riverbed, floodplain, meanders, river channel deformation, erosion of the banks.

REFERENCES

1. Chalov R.S., Chernov A.V., Berkovich K.M., Mikhailova N.A. [Geography of dangerous manifestations on the rivers of Russia], in *Izvestiya Russkogo Geogr. obshchestva*, 2017, vol. 149, iss. 4, pp. 13-33 (in Russ.).
2. Zavadskiy A.S., Lobanov G.V., Petuhova L.N., Serebrennikova I.A., Smirnova E.A., Chernov A.V. [Results of stationary studies of riverbed processes on rivers of the EPR], in *Eroziionnye i ruslovye processy*, Moscow: Maks-press Publ., 2010, iss. 5, pp. 220-251 (in Russ.).
3. Fridman B.I., Korableva O.V. [Geology and relief of the Kerzhensky reserve], in *Trudy Gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika «Kerzhenskiy»*, Nizhniy Novgorod, 2001, vol. 1, pp. 7-70 (in Russ.).
4. Korableva O.V., Chernov A.V. [Dynamics of floodplain-channel complexes of rivers of the Nizhny Novgorod Zavolzhye (on the example of the Kerzhenets river)], in *Trudy Gosudarstvennogo prirodnogo biosfernogo zapovednika «Kerzhenskiy»*, Nizhniy Novgorod: Gos. Prirod. Biosfernyy zapovednik «Kerzhenskiy Publ., 2012, vol. 5, 196 p. (in Russ.).
5. Korableva O.V., Chernov A.V. [Modern dynamics of floodplain-channel complexes of the middle Kerzhenets river (according to monitoring observations of 2001-2018)], in *Sborn. nauch. tr. Vseross. Konf. s mezhd. uchastiyem "Nauchnyye problemy ozdorovleniya Rossiyskikh rek i puti ikh resheniya" (8-14 sept. 2019, Nizhniy Novgorod)*. Moscow: IVP RAN Publ., 2019, pp. 172-176 (in Russ.).
6. Korableva O.V., Chernov A.V. [Experience in monitoring channel deformations on wide-floodplain rivers (on the example of the Kerzhenets river)], in *Geografiya i prirodnnyye resursy*, 2008, no. 2, pp. 158-165 (in Russ.).
7. Chernov A.V., Zavadskiy A.S., Korableva O.V. River channel deformation under different phases of hydrological regime and various energy floods, in *Geography and tourism*. 2017, vol. 5, no. 2, pp. 68-74.
8. Zavadskiy A.S., Chernov A.V. [Deformations of channels of wide-floodplain and embedded small rivers of the Central region of Russia (results of monitoring observations)], in *Mater. mezhd. nauch-prakt. konf. "Problemy regionalnoy ekologii i geografii" (7-10 okt. 2019, Izhevsk)*, Izhevsk, 2019, pp. 292-296 (in Russ.).
9. Chernov A.V. [Geographical research on educational field practices (on the example of practices at the UNS "Tarusa")], in *Teoriya i praktika geograficheskikh issledovaniy v usloviyakh sovremennoy shkoly*, Moscow: MPGU, 2013, pp. 46-52 (in Russ.).
10. Chernov A.V. [Dynamics of the floodplain-channel complex of the river Tarusy at high variability of climatic conditions of the last decades], in *Sborn. nauch. tr. Geograficheskogo fakulteta MPGU*, Moscow: Buki-vedi Publ., 2017, pp. 135-142 (in Russ.).

Received 28.04.2020

Chernov A.V., Doctor of Geography, leading researcher

E-mail: Alexey.chernov@inbox.ru

Zavadskiy A.S., Candidate of Geography, leading researcher

E-mail: az-mgu@mail.ru

Moscow State University

Leninskie Gory, 1, Moscow, Russia, 119991