

## РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ ПРИРОДЫ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

УДК 556.537 (470.341)

DOI: 10.21782/GIPR0206-1619-2018-3(86-94)

**Р.С. ЧАЛОВ\***, **Д.В. БОТАВИН\***, **А.Л. ВАРЁНОВ\*\***, **А.С. ЗАВАДСКИЙ\***, **А.М. ТАРБЕЕВА\***

\*Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова,  
119991, Москва, Ленинские горы, д. 1, Россия,

[rschalov@mail.ru](mailto:rschalov@mail.ru), [dmitry.botavin@gmail.com](mailto:dmitry.botavin@gmail.com), [az-mgu@mail.ru](mailto:az-mgu@mail.ru), [amtarbeeva@yandex.ru](mailto:amtarbeeva@yandex.ru)

\*\*Нижегородский государственный педагогический университет им. Козьмы Минина,  
603950, Нижний Новгород, ул. Ульянова, 1, Россия, [balagur332geo@yandex.ru](mailto:balagur332geo@yandex.ru)

### ФОРМИРОВАНИЕ РУСЕЛ МАЛЫХ РЕК ПРИВОЛЖСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ В УСЛОВИЯХ МНОГОВЕКОВОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ

*На основе сопоставления старых карт, космических снимков, архивных материалов, проведения опросов местных жителей и полевых работ восстановлена история освоения бассейна малой реки Приволжской возвышенности (р. Кудьма) на протяжении последних 150–200 лет и оценено ее влияние на трансформацию и современную динамику русел малых рек. Разработана схема районирования бассейна по типам антропогенного воздействия на русла, направленности вертикальных деформаций и соответствующим трансформациям русел. Показано, что характер трансформации русел зависит как от изначальных природных различий рек в пределах бассейна, так и от специфики использования рек разных порядков и характера освоения разных частей бассейна в целом. Выявлено, что наибольшие воздействия на русла, приведшие к смене морфодинамического типа русла и превращению поймы в террасу, произошли в среднем течении основных рек бассейна — Кудьмы и Озёрки: на Кудьме проводилось массовое спрямление русел, тогда как на Озёрке врезание русла было связано со спуском прудов в 1930-е гг. Изменение морфодинамики русел проявилось также в характере спрямления излучин и в образовании специфических озеровидных расширений в их вершинах. Серьезная трансформация коснулась русел самых малых рек в освоенной части бассейна: произошло их заиление. Показаны обратные связи, происходящие при воздействии на реку: спрямление русла с целью осушения заболоченных пойм для земледелия вследствие врезания русла приводит к дефициту водных ресурсов и необходимости орошения земель.*

Ключевые слова: трансформация русел рек, русловые процессы, заиление, мелиорация, пруды, динамика русел.

**R.S. CHALOV\***, **D.V. BOTAVIN\***, **A.L. VARENOV\*\***, **A.S. ZAVADSKII\***, **A.M. TARBEEVA\***

\*Lomonosov Moscow State University, 119991, Moscow, Leninskie gory, 1, Russia,  
[rschalov@mail.ru](mailto:rschalov@mail.ru), [dmitry.botavin@gmail.com](mailto:dmitry.botavin@gmail.com), [az-mgu@mail.ru](mailto:az-mgu@mail.ru), [amtarbeeva@yandex.ru](mailto:amtarbeeva@yandex.ru)

\*\*Koz'ma Minin Nizhni Novgorod State Pedagogical University,  
603950, Nizhni Novgorod, ul. Ulyanova, 1, Russia, [balagur332geo@yandex.ru](mailto:balagur332geo@yandex.ru)

### FORMATION OF SMALL RIVER CHANNELS OF THE VOLGA UPLAND IN CONDITIONS OF CENTURIES-LONG AGRICULTURAL DEVELOPMENT

*On the basis of comparing old maps, satellite imagery and archival material, interviewing local residents and doing fieldwork, we reconstructed the history of agricultural development of the small river Kud'ma basin on the Volga Upland over the last 150–200 years and assessed its influence on the transformation and modern dynamics of small river channels. We developed the zoning scheme for the basin according to three types of anthropogenic impact on the channels, the directedness of vertical deformations and to corresponding channel transformations. It is shown that the character of channel transformation depends on the natural differences of the rivers within the basin as well as on the specific practices of using the different-order rivers and on the character of development of different parts of the basin as a whole. It is found that the largest impacts on the channels that*

*led to a change of the morphodynamic type of channel and to the transformation of the floodplain to the terrace occurred in the middle reaches of the main rivers, Kud'ma and Ozerka: a large-scale channel rectification was organized on the Kud'ma river, whereas the channel incision on the Ozerka river was caused by draining the ponds in the 1930s. Changes in the channel morphodynamics was also manifest in the character of straightening of meanders and the formation of specific lake-like expansions at their heads. A serious transformation occurred in the channels of the smallest rivers in the developed part of the basin which were affected by siltation. Feedbacks occurring in the case of impacts on the river are demonstrated: channel rectification with the purpose of draining swampy floodplains for agriculture leads, because of the channel incision, to a shortage of water resources and dictates a need for land irrigation.*

Keywords: river channel transformation, channel processes, siltation, melioration, ponds, channel dynamics.

## ВВЕДЕНИЕ

Малые реки Центральной России и их бассейны осваиваются на протяжении нескольких столетий. Антропогенное воздействие часто имеет неблагоприятные последствия для жизни и деятельности людей. Вместе с тем научно обоснованная оценка преобразования рек для данного региона (как, впрочем, и многих других) обычно сосредоточивается на их заилении, пересыхании и деградации [1–5], тогда как протекающие при этом русловые процессы и их трансформация, которые зачастую определяют состояние водотоков, остаются вне поля зрения исследователей. В этой связи актуально изучение реакции русел малых рек на различные виды воздействий как основа разработки методов экологически безопасных мелиоративных мероприятий и снижения экологической напряженности в бассейнах данных рек.

Русла малых рек имеют две характерные особенности, отличающие их от русел больших рек. Первая из них заключается в многофакторности процессов и высокой чувствительности малых рек к воздействиям вследствие малых размеров водотоков. На их русла влияют как распашка водосборов, строительство прудов и спрямления при мелиоративном освоении днищ долин, так и образование заломов, бобровых плотин, броды и водопои скота.

Вторая проблема связана с недостатком данных режимных гидрологических наблюдений, а также сведений о воздействиях на реку. На малых реках нет или очень редки гидрологические посты; плотины и пруды часто сооружаются без проектов и разрушаются во время половодий; мелиоративные работы, опираясь только на инженерные решения, проводятся без должного научного обоснования и оценки последствий.

В создавшихся условиях оценка влияния антропогенных воздействий на русла малых рек должна опираться на комплексный анализ изменения морфологии русел, руслоформирующих факторов и русловых процессов во времени и пространстве с учетом местных природных условий территории. Такая работа была проведена на реках бассейна р. Кудьмы — правого притока р. Волги, первого после слияния с Окой.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

В 2010–2016 гг. сотрудниками Московского государственного университета и Нижегородского государственного педагогического университета при содействии Дальнеконстантиновского краеведческого музея и Муравьихинской средней школы были проведены комплексные исследования русел рек бассейна Кудьмы в освоенной части Нижегородской области. Они включали сбор исторических сведений о хозяйственном освоении территории, изменениях факторов формирования и морфологии русел рек путем анализа старых карт, литературных и фондовых данных, наблюдений на гидрологических постах, материалов районного краеведческого музея в пос. Дальнее Константиново и опроса местных жителей [6]. Для оценки современного состояния и динамики русел малых рек территории проводилось дешифрирование и сопоставление космических снимков, по которым определялся морфодинамический тип русла, устанавливалось расположение прудов и дамб, оценивалось состояние пойм. Выполнялись маршрутные описания основных рек бассейна и ежегодные наблюдения за динамикой русел на ключевых участках, где было организовано 13 стационаров. Эти материалы позволили восстановить историю антропогенного воздействия на русло и проследить его отражение в трансформации водного и руслового режимов рек, выявить направленность и темпы современных русловых деформаций.

Бассейн р. Кудьмы (площадь 3220 км<sup>2</sup>) расположен в северной части Приволжской возвышенности, в пределах моренной равнины, которая к юго-востоку переходит в пологохолмистую флювиогляциальную равнину [7]. Абсолютные высоты бассейна изменяются от 210 до 160 м на междуречьях до 63 м на урезе в устье р. Кудьмы.

Территория сложена осадочными породами верхней перми (преимущественно мергели, глины, песчаники), перекрытыми маломощными четвертичными отложениями. В западной части бассейна встречаются известняки, ангидриты и доломиты, с чем связано развитие карста, в том числе в руслах рек [8].

Река Кудьма имеет длину 144 км, 9,4 порядок (по схеме А. Шайдеггера [9]), впадает в р. Волгу ниже г. Кстово, огибая с юга г. Нижний Новгород. Основной приток — р. Озёрка (длина 74 км, площадь водосбора 1030 км<sup>2</sup>, порядок 7,9). В многоводный весенний период проходит от 60–80 % годового стока, который обеспечивается талыми водами [7]. Средний годовой расход воды р. Кудьмы выше впадения р. Озёрки (г.п. Кстово) — 5,57 м<sup>3</sup>/с, средний годовой модуль стока 3,38 л/(с·км<sup>2</sup>). Ширина днищ речных долин колеблется от 80–100 м до 1,5–2 км при ширине русел от менее 1 до 30–40 м. В естественном состоянии в бассейне Кудьмы абсолютно преобладали широкопойменные русла.

Западная часть бассейна р. Кудьмы залесена. Остальная часть бассейна преимущественно распахана. Общая лесистость бассейна — 27,3 %.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

**Этапы и виды антропогенного воздействия на русла.** По характеру хозяйственного освоения бассейн р. Кудьмы типичен для Приволжской возвышенности. Как и большинство других рек территории [10], Кудьма и ее притоки искусственно преобразовывались на протяжении последних 150–200 лет, но особенно активно — в середине и второй половине XX в. Формы воздействия хозяйственной деятельности различны в разных частях бассейна, изменялись на разных исторических этапах.

Для второй половины XVIII в. было характерно строительство постоянных и временных плотин для мельниц, лесопилок, сельскохозяйственных, рыбохозяйственных и противопожарных целей: их количество к середине XIX в. достигало тридцати. Плотины регулировали сток воды (уменьшали расходы половодья и увеличивали расходы в межень), определяли распределение по длине зон врезания реки и аккумуляции наносов. Одновременно на поймах сооружались каналы и насыпи. Плотины были распространены по всему бассейну, но особенно много их было в его лесной части, в верховьях Кудьмы.

С середины XIX в. возрастает сельскохозяйственная освоенность территории. Аккумуляция наносов, поступающих в реки с распаханных водосборов, привела к заилению русел самых малых рек и сокращению протяженности гидрографической сети. На картах 1850 г. [11] ручьи показаны как постоянные водотоки, на современных картах они — временные, некоторые прекратили свое существование. Особенно этот процесс был характерен для наиболее освоенного бассейна р. Озёрки. В настоящее время на реках этой части бассейна распространены заиленные и бочажинные русла, происходит заболачивание пойм.

В 1930-е гг. произошло массовое разрушение построенных ранее плотин, хотя некоторые из них продолжали действовать вплоть до 1960–1970-х гг. В это же время стали проводиться мелиоративные мероприятия, которые затронули в основном бассейн среднего течения Кудьмы выше устья Озёрки. Первоначально они были связаны с разработкой месторождений торфа на пойме, для чего проводилось спрямление русел. В среднем течении р. Кудьмы сплошное спрямление русла было осуществлено для снижения затопляемости поймы, ее осушения и распашки. Однако позднее мелиоративные мероприятия проводились с целью орошения осушенных земель: строились временные (на летний период) водоподъемные земляные плотины и постоянные гидроузлы для полива овощных плантаций на пойме Кудьмы. Они вызывали врезание реки в нижнем течении и аккумуляцию наносов в верхнем [12].

В постсоветский период наблюдался спад сельскохозяйственного использования пойм, строительство новых плотин не велось. В 1990-х гг. в нижнем течении р. Кудьмы для сооружения насыпи автодороги были созданы крупные карьеры по добыче песчано-гравийной смеси объемом не менее 1,2 млн м<sup>3</sup> с гидравлической связью с рекой, что привело к регулированию стока воды на этом участке. В последнее время (2010–2015 гг.) сооружались низконапорные мелиоративные плотины, рыбохозяйственные и противопожарные пруды (верховья Кудьмы и ее притока р. Сетчуги). Значительная их часть построена без изысканий и проектирования; учет этих хозяйственных объектов отсутствует. Спуск таких прудов при разрушении плотин в половодья приводит к залповому выносу наносов ниже по течению и их отложению в виде песчаных гряд, образованию огромных заиленных незадернованных полей на месте бывших прудов, где формируются новые русла.

**Районирование бассейна Кудьмы по антропогенному изменению русел.** Морфология русел рек бассейна Кудьмы и характер ее трансформации неодинаковы в различных частях бассейна в зависимости от водности рек, природных условий и характера освоения. По этим признакам бассейн разделен на три района (рис. 1), характеризующихся различной направленностью вертикальных русловых дефор-

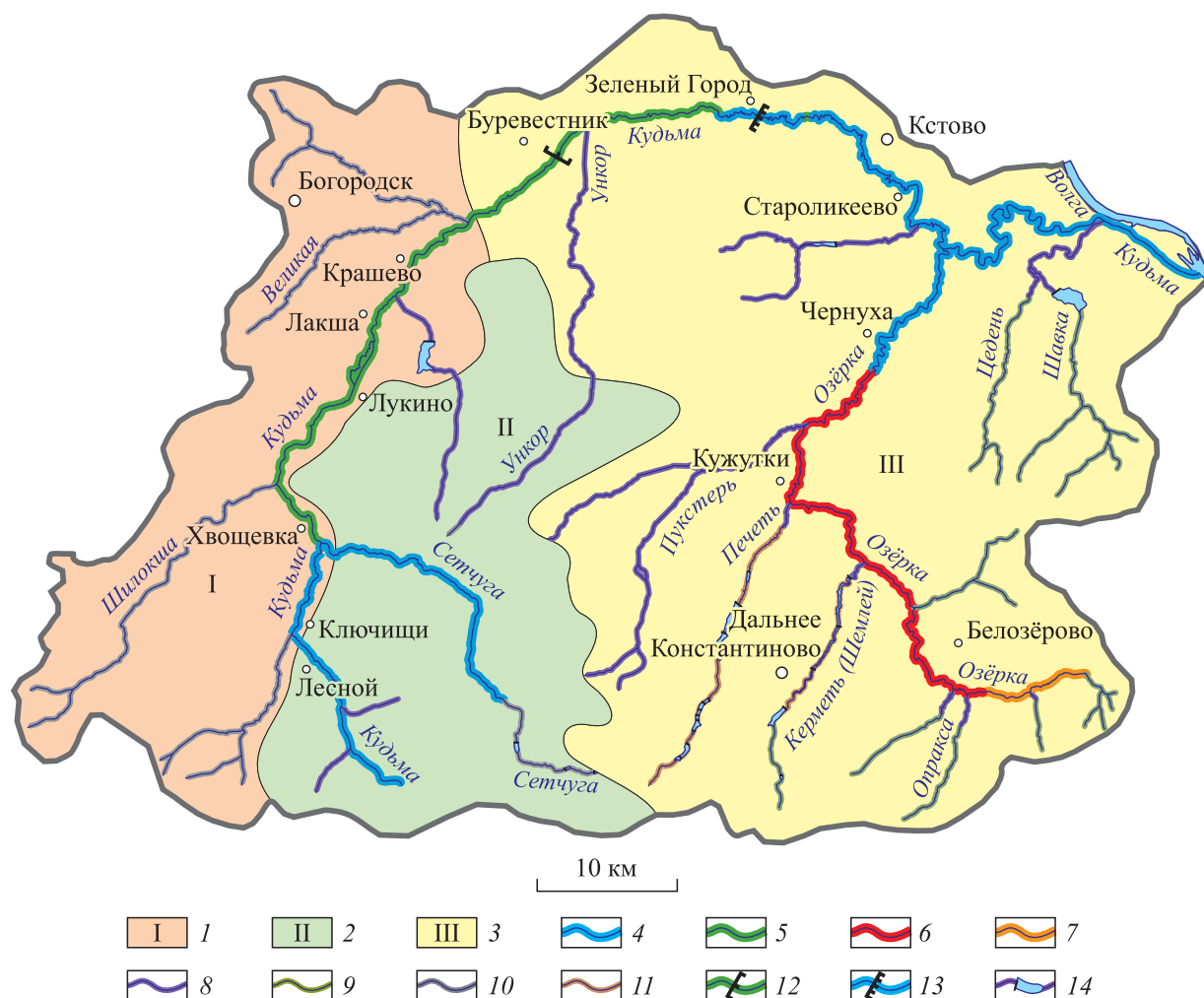


Рис. 1. Схема районирования бассейна р. Кудьмы по условиям формирования русел и их антропогенным преобразованиям.

Районы: 1 — Западный, 2 — Центральный, 3 — Восточный. Преобладающие типы русел основных рек Кудьмы, Озёрки и Сетчуги: 4 — естественные свободно меандрирующие и прямолинейные русла, 5 — искусственно спрямленные врезанные прямолинейные русла, 6 — извилистые русла, врезанные в результате спуска мельничных прудов, 7 — канализованные и пассивно приспособленные к литогенной основе русла. Типы русел других малых рек и ручьев: 8 — русла, имеющие постоянный водоток, 9 — заиляющиеся русла, 10 — пересыхающие русла и русла, имеющие сложные очертания в условиях карста, 11 — участки русел с каскадами прудов. 12 — шлюз-регулятор; 13 — низконапорная плотина; 14 — большие пруды.

маций [12], распространением на реках первых порядков специфических морфодинамических типов русел, а также неодинаковыми видами хозяйственного освоения и некоторыми особенностями природных условий руслоформирования.

Для Западного района (I) характерны русла, формирующиеся в условиях развития карста, но сохранившие преимущественно естественное состояние. Здесь преобладают свободно меандрирующие русла, встречаются пересыхающие (ряд ручьев около с. Лакши, р. Великая) и русла со сложными очертаниями из-за воздействия карста. В бассейне р. Шилокши на фоне малой залесенности (18 %) и распашки водосборов карст приводит к уменьшению стока воды в реках, что усиливает заиление и зарастание русел. Характерное проявление карста — это наличие на пойме и низких террасах округлых замкнутых понижений диаметром от 1–2 до 10 м, глубиной до 1,5–2 м (пойма р. Кудьмы в районе поселков Ключищи, Хвошевки, Пальцино).

Центральный район (II) — залесенный, для него типичны естественные слабо врезанные извилистые и прямолинейные русла, формирующиеся в песчаных отложениях, осложненные влиянием



бобровых плотин и мелких заломов; сохранились остатки плотин, с которыми связано наличие пойменных ответвлений (р. Кудьма выше пос. Лесное). Русла имеют повышенные уклоны (около 1,8 ‰ в районе пос. Лесное). В верховьях р. Сетчуги находится каскад противопожарных прудов, оказывающих регулирующее воздействие на сток воды. Благодаря этому размывы берегов на реке происходят равномерно в многолетнем плане и не связаны с водностью года.

Восточный район (III), самый большой, характеризуется значительной сельскохозяйственной освоенностью, наибольшей площадью распаханной земель и наиболее значительной трансформацией русел. Среди рек первых порядков — притоков Кудьмы и Озёрки — преобладают сильно измененные, подпруженные русла с чередованием участков заиления и врезания. Бассейн Озёрки почти полностью занят сельскохозяйственными (или недавно заброшенными) землями, освоение которых шло в течение последних столетий. Здесь реки заилены, в межень потоки иссякают, русла зарастают. В аналогичных условиях формируются русла правых притоков нижнего течения Кудьмы — Цеденя, Шавки, протекающих в восточной части бассейна.

Основные реки бассейна — Кудьма, Сетчуга и Озёрка — на схеме районирования выделены особо (см. рис. 1), отличаясь от самых малых рек меньшей специфичностью проявлений русловых процессов и формами антропогенного воздействия на русла.

Среднее течение Кудьмы — наиболее преобразованный участок этой реки. В естественных условиях для этого участка реки было характерно чередование свободно меандрирующего и прямолинейного русел при его подходе к коренным берегам. Мелиоративные работы превратили русло реки на значительном протяжении в искусственный прямолинейный канал, иногда огражденный дамбами обвалования. К настоящему времени протяженность канализованного русла здесь составляет 51 из 97 км длины участка, а вместе с искусственно спрямленными излучинами — 75 км.

Следствием массового спрямления русла Кудьмы стало его врезание на 1–1,5 м. Этому же способствовало разрушение мельничных плотин (на картах XIX в. их было более десяти). Врезание русла привело к прекращению затопляемости поймы, которая, по материалам экспедиции В. В. Докучаева [13], еще во второй половине XIX в. регулярно оказывалась под водой во время половодий. Вследствие врезания рек на протяжении почти всего XX—начала XXI в. оставшиеся свободные излучины широкопойменного русла трансформировались во врезанные, а пойма — в новообразованную террасу. Старицы на ней — остатки спрямленного русла р. Кудьмы — местами превратились в цепочки округлых озер, соединенных сухими перемычками. Возможно, это проявление суффозионно-карстовых процессов в днище долины, которые были спровоцированы изменившимся гидрогеологическим режимом реки вследствие ее врезания [14].

Для полива овощных плантаций, оказавшихся на незатапливаемой террасе в результате врезания реки, на Кудьме возводились временные земляные плотины, а затем регуляторы стока и низконапорные плотины (с. Лукино, д. Крашово, поселки Буревестник и Зеленый город), которые приостановили врезание реки. К настоящему времени на некоторых спрямленных участках произошло восстановление излучин, здесь образуются пологие и развитые сегментные излучины.

Нижнее течение Кудьмы — приустьевой участок, на который в половодье распространяется подпор от Волги. Если бы Чебоксарское водохранилище было заполнено до проектной отметки 68 м, то низовья р. Кудьмы оказались бы затопленными. Но водохранилище в настоящее время заполняется лишь до отметки 63 м. Поэтому русло сохранило свой естественный облик. Ширина поймы здесь достигает 6 км. Уклоны русла — 0,2–0,4 ‰. Русло свободно меандрирующее, шириной до 40–50 м, идет формирование гривистой поймы. Прямое (механическое) антропогенное преобразование русла на данном участке связано с добычей песка в прирусловой части поймы.

В верховьях Озёрки (выше устья р. Опраксы) пойма низкая, заболоченная, сложенная торфом. Здесь производились массовые торфозаготовки. Пойма испещрена дренажными системами. Русло извилистое, сильно заиленное, пассивно приспособленное к литогенной основе и выемкам торфяной залежи либо искусственно спрямленное в ходе разработок торфа. Уклоны составляют 0,11 ‰.

В среднем течении р. Озёрки, в отличие от Кудьмы, спрямлений русла не производилось. Но здесь, в результате спуска мельничных прудов в последние 100–150 лет, русло оказалось врезанным в поверхность бывшей поймы, возросли уклоны (0,15–0,2 ‰) и скорости течения. В районе с. Белозёрово высота поверхности бывшей поймы над межнным уровнем составляет 4–4,5 м, и она вышла из-под уровня затопления. Некогда заболоченная пойма превратилась в незатапливаемую надпойменную террасу, а пойма в шпорах излучин (теперь врезанных) имеет ярко выраженную ступенчатость [12].

Вниз по течению, к району с. Кужутки, высота поверхности молодой террасы увеличивается до 5,5 м. О молодом врезе реки свидетельствуют встречающиеся в ее приречной части молодые овраги, образовавшиеся благодаря стоку талых вод с широкой плоской поверхности вновь образовавшейся

террасы. Русло реки стало врезанным, сохранив свой морфологический облик — преобладают крутые сегментные и петлеобразные излучины. Вслед за р. Озёркой стали врезаться ее притоки на участках своего нижнего течения, что проявляется в увеличении высоты берегов и снижении затопляемости поймы.

В нижнем течении к устью Озёрки уклоны уменьшаются, пойменный режим восстанавливается; здесь преобладает аккумуляция наносов, вынесенных из среднего течения реки.

**Наблюдения за размывом берегов.** Наблюдения за отступанием берегов проводились с 2010 по 2016 г. преимущественно на основных реках бассейна — Кудьме и Озёрке, а также их притоках Сетчуге и Печети и охватывали реки от 3,7 до 9,4 порядка.

Средние максимальные скорости размыва по всем стационарам за весь период наблюдений составляют 0,76 м/год, изменяясь от 0,41 до 1,19 м/год на разных участках, максимальные скорости размыва достигают 2,7 м/год. В целом замечена тенденция к возрастанию максимальных скоростей размыва при увеличении размеров реки и в более многоводные годы, но они существенно варьируют даже на соседних излучинах, в зависимости от их крутизны (степени развитости), высоты подмываемого берега и его литологического строения.

Наиболее хорошая связь максимальных скоростей размыва с максимальными уровнями половодья проявляется в нижнем течении Кудьмы. Но на отдельных участках скорости размыва не связаны с водностью года, например на зарегулированном участке р. Сетчуги (см. таблицу).

**Максимальные скорости отступления берегов на реках Кудьме и Сетчуге и максимальный расход половодья в нижнем течении р. Кудьмы (2011–2015 гг.)**

Показатель	Река, участок	Порядок реки, по А. Шайдеггеру [9]	Годы					среднее
			2011	2012	2013	2014	2015	
Максимальная скорость отступления берегов, м/год	Сетчуга, с. Ивановское	5,3	—	0,80	0,85	0,70	0,80	0,79
	Кудьма, стационар Зеленый город	8,2	0,55	2,70	1,45	0,55	0,70	1,19
Максимальный расход половодья, м <sup>3</sup> /с	Кудьма, гидропост Кстово	8,2	62	132	68	20	17	60

Примечание. Прочерк — наблюдения не проводились.



Рис. 2. Размываемый уступ выпуклого берега излучины р. Озёрки в расширении русла.

Фото А.М. Тарбеевой.



**Трансформация морфодинамики русел.** Изменение морфодинамического типа русла на значительном протяжении рек происходило как при прямом воздействии на русло — спрямлении излучин, его канализировании при торфоразработках, так и в результате усиленного поступления наносов с пашни, врезания реки в результате спрямления русла, прорыва земляных плотин или ликвидации мельничных запруд. Наибольшая трансформация русел произошла в среднем течении Кудьмы, верхнем и среднем течении Озёрки, а также на малых притоках Кудьмы и Озёрки в восточной части бассейна.

В результате массового спрямления русла и последующего врезания реки в среднем течении р. Кудьмы преобладающий свободно меандрирующий тип русла сменился на врезанный прямолинейный. В среднем течении р. Озёрки врезание обусловлено массовым спуском многочисленных мель-

*а*



*б*



*Рис. 3.* Река Керметь (Шемлей) в пос. Дальнее Константиново в 1958 г. (*а*) и 2015 г. (*б*).

Фото предоставлено сотрудниками Дальнеконстантиновского краеведческого музея и А.М. Тарбеевой.

ничных прудов, но при этом извилистая форма русла существенно не изменилась: из свободно меандрирующего в пойменных берегах оно превратилось во врезанные излучины.

В обоих случаях из-за прекращения затопления поймы (даже при общем тренде снижения расходов половодья) выросли удельные расходы воды в русле. Это, вероятно, должно было привести к изменению характера и интенсивности размыва берегов и деформаций русел. К сожалению, прямых данных измерений, свидетельствующих об увеличении скоростей размывов берегов, нет. Однако ряд проявлений указывает на это. Одно из них — это специфические озеровидные расширения русла, хорошо выраженные на р. Озёрке в районе с. Белозёрово (рис. 2). Здесь при существующей форме излучин и увеличенных удельных расходах воды происходит нарушение условия безотрывного обтекания берегов ( $r < 2,5b$ , где  $r$  — радиус кривизны,  $b$  — ширина русла), в привершинной части излучины образуется водоворот, размываются выпуклые берега, происходит оползание вогнутого берега, что приводит к увеличению ширины русла в вершине излучины в 3–5 раз.

В результате врезания русла и превращения поймы в террасу изменяется характер спрямления излучин. Для рек, где руслоформирующие расходы проходят при затопленной пойме, характерно образование крутых сегментных излучин, спрямление которых происходит путем промыва через шпору водами половодья. При отсутствии затопления поймы спрямление излучины возможно только путем полного сближения ее крыльев. Как правило, излучины приобретают к этому времени петлеобразную форму. Такое спрямление произошло в 2010 г. на р. Озёрке в районе с. Кужутки [6]. За два года дальнейших наблюдений спрямляющая протока расширилась почти в два раза, старое русло полностью обсыхает уже на спаде половодья и зарастает. Непосредственно ниже спрямления излучины русла из-за изменения угла подхода потока произошел размыв берега и образовалось озеровидное расширение.

В верхнем течении малых рек распаханых территорий (бассейн верхнего течения Озёрки, правые притоки нижнего течения Кудьмы) снизились скорости горизонтальных деформаций. Многие реки полностью заилены, на других наблюдается уменьшение глубины и зарастание берегов. Это подтверждает сравнение разновременных фотографий р. Кермети (Шемлея) в районе пос. Дальнее Константиново (рис. 3). Еще в середине XX в. река активно использовалась как место купания местного населения, а на ее берегах были хорошо заметны свежие следы размыва.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Антропогенное воздействие по-разному проявилось в различных частях бассейна р. Кудьмы и на реках разных порядков, что связано как с различием в природных условиях (закарстованностью и залесенностью западной части бассейна, неодинаковыми уклонами русел, удаленностью от р. Волги и др.), так и со спецификой использования рек разных порядков и территории в целом. Наибольшие воздействия на русла, приведшие к смене морфодинамического типа русла и превращению поймы в террасу, произошли в среднем течении основных рек бассейна — Кудьмы и Озёрки. К этой же степени трансформации русел относится заиливание малых рек. Смена морфодинамического типа русла привела к изменению характера динамики русел вследствие увеличения удельных расходов воды и появлению новых специфических форм — озеровидных расширений русла, которые, в свою очередь, являются регуляторами стока воды.

Влияние гидротехнических и других сооружений на русло малого водотока в относительном масштабе сильнее, чем на большой реке. Строительство глухих плотин, невозможное на больших реках, на малых встречается весьма часто и приводит к зарастанию русла на большом протяжении. Только на малых реках возможно сплошное спрямление русла на протяжении большей части ее длины, что приводит к врезанию реки и превращению поймы в незатапливаемую террасу в течение нескольких десятков лет. Многие виды косвенных воздействий, например, распашка территории, в большей степени сказываются именно на руслах малых рек, приводя к их полному заиливанию. В результате создается неблагоприятная водохозяйственная ситуация: осушенные вследствие спрямления русла земли требуют при сельскохозяйственном освоении должного орошения, ухудшается водообеспеченность территории, утрачиваются рекреационные свойства малых рек. В то же время пруды в лесной зоне играют важную роль в борьбе с пожарами, на некоторых реках они составляют важный элемент рекреации, рыбного хозяйства. Таким образом, можно говорить об экологической неоднозначности антропогенных воздействий, причем негативные составляющие преобладают, если водохозяйственные мероприятия проводятся без должного научного и проектного обеспечения.



*Работа выполнена по плану НИР научно-исследовательской лаборатории эрозии почв и русловых процессов им. Н.И. Маккавеева и кафедры гидрологии суши географического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова и кафедры географии Нижегородского государственного педагогического университета им. Козьмы Минина при частичной финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (15-05-03752) и Российского научного фонда (14-17-00155).*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Голосов В.Н., Панин А.В.** Пространственно-временные закономерности деградации речной сети на Восточно-Европейской равнине // Труды Акад. водохоз. наук. — 1998. — Вып. 5. — С. 163–172.
2. **Дедков А.П., Курбанова С.Г., Мозжерин В.И.** О деградации речной сети в Среднем Поволжье и ее причинах // Труды Акад. водохоз. наук. — 1995. — Вып. 1. — С. 93–98.
3. **Ковальчук И.П., Волос С.И., Холодько Л.П.** Речные системы запада Украины, масштабы и тенденции трансформации структуры, механизм изменения состояния в XIX–XX веках // Причины и механизм пересыхания малых рек. — Казань: Изд-во Казан. ун-та. — 1996. — С. 43–56.
4. **Чалов Р.С., Чернов А.В.** Морфология и динамика русел малых рек России и их антропогенные изменения // Малые реки России. — М.: Изд-во Ин-та географии РАН, Русск. геогр. о-ва, 1994. — С. 66–80.
5. **Чемерис М.П.** Оценка масштабов антропогенных преобразований водосборов и русел малых рек Украинского полесья // Проблемы эрозионных и русловых процессов. — Ижевск: Изд-во Удмурт. ун-та, 1992. — С. 99–101.
6. **Варёнов А.Л., Тарбеева А.М., Жилиев В.В., Базурина Н.М., Метлина И.А.** Опыт проведения русловых исследований на малых реках со школьниками на примере рек Сетчуги и Озёрки в бассейне реки Кудьмы // География в школе. — 2015. — № 5. — С. 52–55.
7. **Современные ландшафты Нижегородской области** / Под ред. Н.Ф. Винокуровой, О.В. Глебовой. — Нижний Новгород: Изд-во Волго-Вятской акад. гос. службы, 2006. — 288 с.
8. **Охрана и рациональное использование малых рек и пойменных земель Горьковской области (методические рекомендации)** / Сост. Ф.М. Баканина, В.Ф. Манкиш, Р.А. Шахматова, Г.А. Юлова. — Горький: Знание, 1985. — 75 с.
9. **Динамическая геоморфология** / Под ред. Г.С. Ананьева, Ю.Г. Симонова, А.И. Спиридонова. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1992. — 445 с.
10. **Малые реки Волжского бассейна** / Ред. Н.И. Алексеевский. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1998. — 234 с.
11. **Менде А.И.** Нижегородская губерния: карта. М-б 1:42 000. — СПб.: Изд-во РГО, 1850. — 144 л.
12. **Варёнов А.Л.** Вертикальные деформации русел малых рек под влиянием антропогенных факторов // Геоморфология. — 2013. — № 1. — С. 73–82.
13. **Материалы** к оценке земель Нижегородской губернии: Естественно-историческая часть. Вып. 8: Нижегородский уезд / В.В. Докучаев. — СПб.: Типография Е. Евдокимова, 1885. — 258 с.
14. **Тарбеева А.М., Крыленко И.В., Сурков В.В.** Озеровидные расширения русел рек степной зоны и возможные причины их формирования (бассейн р. Урал в районе г. Орска) // Геоморфология. — 2016. — № 1. — С. 73–81.

*Поступила в редакцию 12 июля 2016 г.*