

ЗАИЛЕНИЕ РУСЕЛ МАЛЫХ РЕК ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ГОСУДАРСТВ

Малые реки — наиболее уязвимое звено в речных системах, что связано с их сравнительно небольшой водоносностью и невысокой эрозионно-транспортирующей способностью. Отсюда — особая «чувствительность» русел малых рек к антропогенным воздействиям, как региональным, так и местным: строительству земляных плотин, мостов, обустройству бродов, местному водозабору и сливу неочищенных (как правило) сточных вод, распашке водосборов. Любое из названных действий вызывает серьезные, зачастую необратимые изменения в малой речной системе вплоть до ее отмирания, но может совершенно не сказаться на русловом режиме средних и крупных рек (4-го и более порядка).

Наиболее масштабное воздействие на малые реки в равнинных условиях оказывает массовая распашка водосборов, проводимая чаще всего без противоэрозионных мероприятий. В результате таких действий тысячи тонн грунта, смытого с распаханых полей во время ливней и снеготаяния, оказываются в руслах малых рек, где чаще всего аккумулируются, вызывая обмеление и затем деградацию русел. Процесс, связанный с антропогенным обмелением малых рек, получил название заиления.

Горные и полугорные реки не столь заметно реагируют на избыточное поступление наносов с водосборов: большие уклоны, высокие скорости препятствуют отложению илистых частиц в руслах. Поэтому в дальнейшем речь будет идти о заилении только малых равнинных рек.

Проблемами заиления малых рек занимались в последнее время многие исследователи [1—11 и др.]. Согласно им, 80% всех смытых с водосборов наносов не доходит до речных русел и аккумулируется непосредственно на самих склонах (в зонах аккумуляции) и в днищах балок. Остальные 20% смытого материала попадают в русла малых рек, где в зависимости от количества материала, водности и уклона рек либо отлагаются в их руслах, либо выносятся в русла средних и, далее, крупных рек.

Заиление малых рек зависит от множества природно-антропогенных факторов, основными среди которых являются зональные климатические — водоносность рек, распределение стока по сезонам года, осадки, а зональные геолого-геоморфологические — литология подстилающих пород, рельеф водосборов, и антропогенные, связанные в основном с зональными — сельскохозяйственная и иная освоенность территории.

Натурные исследования и анализ топографических карт м-ба 1 : 25000 на Европейскую часть бывшего СССР позволили выявить несколько наиболее типичных форм влияния указанных факторов на состояние малых рек, каждая из которых связана, как правило, с определенными природно-антропогенными ситуациями.

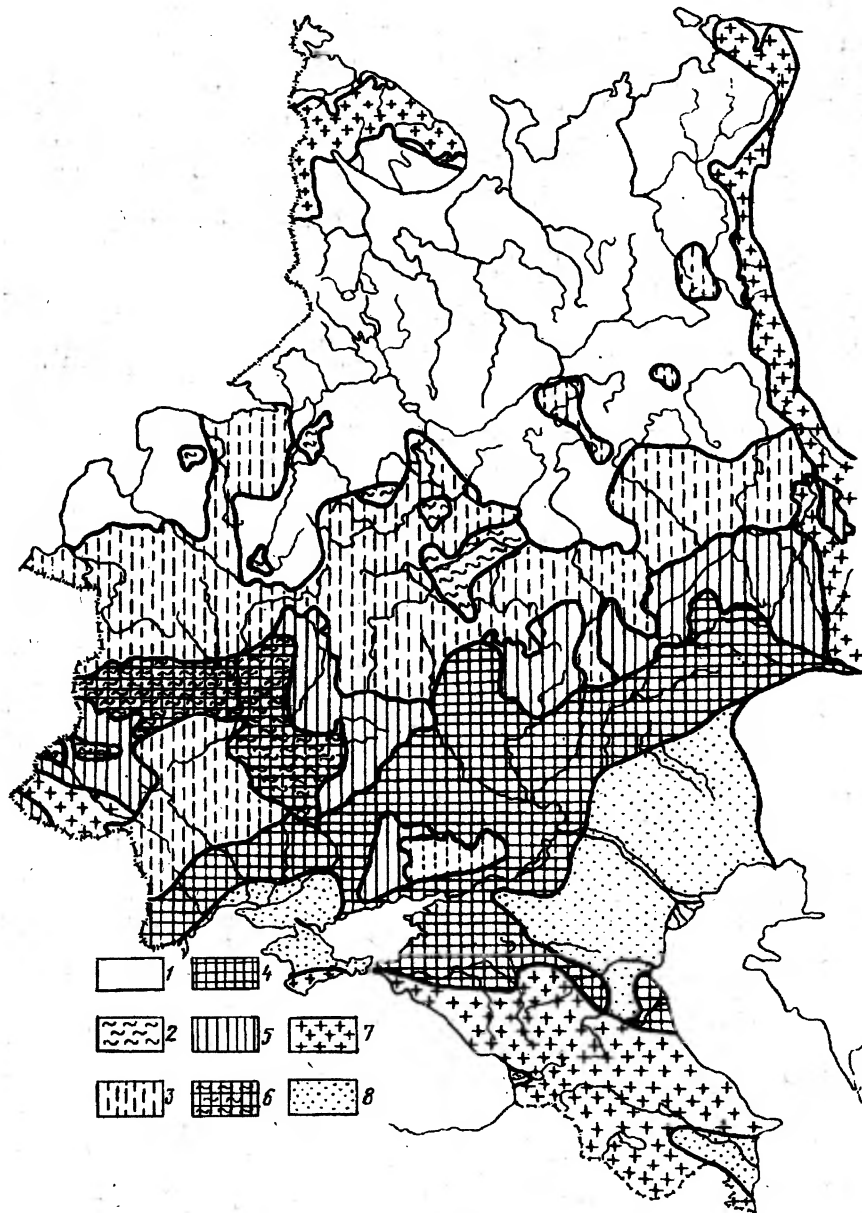
При незначительном антропогенном влиянии — малой распашке, типичной для таежной зоны, невысокой плотности населения, заиления русел малых рек не происходит. Большая их часть, протекая по холмистым или плоским равнинам, имеет выработанный продольный профиль с уклонами 0,2—0,8‰, которые вполне обеспечивают транспорт взвешенных и влекомых наносов от мест их поступления до устьев рек и далее, в нижние звенья гидросети. Русла в основном меандрируют, наносы перемещаются в них в виде гряд, образуется ровная или гривистая пойма. Пойменные берега представляют собой сухие твердые уступы, сложенные суглинками, супесями, песками, галечниками; они могут размываться потоком и иметь вид отвесных обрывов, могут быть заросшими, крутыми или пологими в зависимости от положения у русла. Все сказанное касается как рек 1-го, так и 2-го и более высоких порядков.

Реки, протекающие в переувлажненных низинах (тектонических депрессиях), а также в несоразмерно широких унаследованных долинах, отличаются очень малыми уклонами (0,05—0,15‰). Такие реки практически не переносят наносов, а продукты разрушения плоских водоразделов, попадающие в них при снеготаянии, ливнях и разрушении берегов, аккумулируются на дне в виде очень тонких, почти гелеобразных органо-минеральных илов. Это сопровождается эвтрофикацией русел, в результате чего они вместе с сильно заболоченной поймой образуют обширные плавни. Конфигурация таких русел, которые можно назвать плавневыми, весьма причудливая: ширина их колеблется от 6 до 150 м (изменяясь вдоль по руслу на коротком расстоянии), глубина — от 0,5 м на «перекатах» до 6 м на плесах (в ямах). Нередко растительность с обоих берегов смыкается, русло исчезает и сток воды осуществляется через плавни. Иногда наоборот, весь поток концентрируется в узком, стесненном растительностью русле, где может осуществлять локальную эрозию [12]. Образование плавневых русел обусловлено естественными причинами, поэтому, несмотря на их специфический внешний вид, они не являются заиленными в нашем понимании этого термина, хотя безусловно очень уязвимы для антропогенного заиления.

С увеличением доли распаханых площадей возрастает эрозия почв и поступление наносов в реки и начинаются процессы их заиления. В тех случаях, когда площадь пахоты составляет менее 70% от общей площади водосбора, при достаточном весенне-летнем увлажнении, что соответствует условиям юга лесной и лесостепной зоны, процессы заиления неодинаково затрагивают различные звенья гидросети. Особую роль играют здесь ручьи — реки 1-го порядка длиной до 20 км [9]. Благодаря малой водности, особенно в межень, очень резкому гидрографу, узкой пойме, которая обычно бывает последним препятствием на пути смытых наносов к руслу, большая часть поступившего в ручьи материала аккумулируется в них, вызывая их обмеление и отмирание. По данным И. П. Ковальчука, в Западной Подолии за последние 130 лет речная сеть сократилась на 5—17% (в зависимости от степени хозяйственной освоенности территории) за счет отмирания верховьев рек. На юге Приволжской возвышенности это сокращение достигает уже 30%, а в Заволжье и Предуралье — 40% [10]. В то же время массовая аккумуляция наносов в реках 1-го порядка сокращает их поступление в реки 2-го и более высоких порядков; там они формируются главным образом за счет сноса материалов только с прилегающих водосборов и при русловых деформациях. Эрозионно-транспортирующая способность потока по мере приращения водности увеличивается в геометрической прогрессии, поэтому реки 2-го и более высоких порядков в указанных условиях не заиляются — ручьи выполняют роль буфера между ними и водосборами.

Очень редко встречается обратная ситуация, когда ручьи текут свободно, а реки 2-го и более высоких порядков заиляются. Она отмечена в сходных с предыдущими природно-антропогенных условиях, но в случае больших уклонов ручьев и резком их уменьшении при увеличении порядка водотока. В результате закономерное возрастание водности потока не может компенсировать снижения скорости, эрозионно-транспортирующая способность потока падает и русло заиляется.

При интенсивной 80—90%-ной распашке водосборов, засушливом климате, с резким, состоящим из «пиков» гидрографом, в условиях широкой зарегулированности малых рек, ручьев и балок каскадами глухих земляных плотин и водозабора на орошение, соизмеримого с водностью рек, в степной зоне заиляются не только ручьи, но и реки 2—4-го порядков. Избыточные наносы попадают в их русла из ручьев и непосредственно с бортов долин, из береговых оврагов, балок, с поймы, а также при размыве весной земляных плотин — материал, из которого они делаются, разносится во время половодий по нижележащим участкам русел. Морфологически заиление рек 2—4-го порядков выражается в превращении обычного русла в плавневое, причем следы старого русла сохраняются в виде уступов его супесчано-суглинистых берегов — сухих и твердых, ограничивающих



Распределение характерных форм заиления малых рек по Европейской территории России и сопредельных государств (в границах бывшего СССР)

Районы: 1 — с преобладанием незаиленных рек, сохраняющихся в естественных условиях; 2 — с преобладанием незаиленных плавневых рек; 3 — с чередованием заиленных и незаиленных рек; 4 — с заилением только верховьев рек; 5 — с полным заилением всех малых и части средних рек; 6 — с заилением плавневых рек; 7 — распространения горных и полугорных рек; 8 — местного внутреннего стока и бессточные

заросшие участки русла с внешней стороны. Оживают, как правило, пересохшие ранее пойменные протоки.

Анализ пространственного распространения выделенных форм заиления русел малых рек позволил провести районирование Европейской части России и сопредельных государств по особенностям заиления малых рек. Так как из-за сложных, неоднозначных сочетаний природно-антропогенных условий, особенно

в переходных природных зонах, реки и речные системы с совершенно различными формами заиления могут соседствовать на одной и той же небольшой территории, в одном и том же речном бассейне, выделение районов с различными формами заиления (или его отсутствия) возможно провести только по преобладанию какой-либо формы заиления или по определенному чередованию этих форм.

По данному принципу на Европейской территории бывшего СССР выделяется ряд районов, составленный по возрастанию степени заиления малых рек (рисунок):

1. Районы с преобладанием рек, сохраняющихся в естественных условиях, имеющих выработанный продольный профиль, четкие, сухие, твердые пойменные берега, плесы, перекаты, песчаный или галечный аллювий, иными словами — с преобладанием «нормальных» рек.

2. Районы с преобладанием рек, сохраняющихся в естественных условиях, но протекающих в депрессиях рельефа, благодаря чему они испытывают заболачивание и зарастание, иными словами — с преобладанием плавневых рек.

3. Районы с чередованием незаиленных «нормальных» рек и рек, подверженных заилению. Выделение таких районов обусловлено тем, что в начале начинают заиливаться русла рек, протекающих вдоль крупных распаханых полей, сельскохозяйственных комплексов, в то время как соседние такие же по водности ручьи и реки, но протекающие в лесах или среди лугов и не принимающие смытый с полей материал, продолжают течь в естественном состоянии. По мере увеличения пахотной площади количество незаиленных ручьев сокращается.

4. Районы с повсеместным заилением верховий рек и ручьев при сохранении рек 2-го и более высоких порядков в естественном состоянии.

5. Районы с полным заилением всех малых и части средних рек (4—6-го порядков).

6. Районы с заилением плавневых рек, которые до заиления испытывали процессы естественной аккумуляции наносов. Выделение этого района связано со своеобразной реакцией плавневых русел на осушение заболоченных территорий. Основным методом осушения, зачастую, является спрямление русел, как «нормальных», так и плавневых, и превращение их в магистральные каналы. В результате при этом может возникнуть ряд побочных эффектов, одним из которых является заиление как каналов, так и свободных, нетронутых участков рек. Причина, по-видимому, резкое увеличение выноса материала с осушенных водоразделов (в том числе и золowego) и занесение русел каналов продуктами глубинной и боковой эрозии, возникшими в результате быстрого врезания каналов после спрямления. К аналогичному выводу пришел, исследуя реки и мелиоративные системы Воыни, и Я. А. Мольчак [13]. Заиление плавневых русел после их спрямления часто вызывает вторичное заболачивание пойм и эвтрофикацию каналов.

Особо выделяются районы, резко различающиеся по условиям формирования русел и не входящие в перечисленный выше ряд — районы распространения горных и полугорных рек, не подверженных заилению, и районы местного внутреннего стока. Последние характеризуются крайней неразвитостью (очень малой густотой) речной сети: немногие реки формируются, как правило, за пределами этих районов и обладают сезонным, в основном весенним стоком, который улавливается каскадом непроточных земляных плотин. Заиление речных русел здесь не так велико, как в районах полного заиления рек, так как основной источник поступления наносов в реки — смыв пахотного слоя здесь отсутствует. Избыточные наносы попадают в реки за счет размыва земляных плотин, а также во время пыльных бурь, возникающих из-за уничтожения слабого слоя дернины на лёссах копытами многочисленного скота. На карте заиления малых рек (рисунок) районы местного внутреннего стока объединены с бессточными территориями, на которых постоянная гидросеть отсутствует полностью.

Анализ особенностей распределения районов с различными формами и степенью заиления малых рек позволяет выявить некоторые закономерности. Распределение большинства районов по Европейской территории бывшего СССР

подчиняется зональным закономерностям; районы в общих чертах совпадают с природными (ландшафтными) зонами. Районы с отсутствием заиления связаны с тундровыми и таежными ландшафтами с их высоким коэффициентом стока, районы с чередованием заиленных и незаиленных рек тяготеют к смешанным и широколиственным лесам, районы с заилением верхних звеньев гидросети во многом совпадают с лесостепью, полностью заиленные реки находятся в степной зоне с малым коэффициентом стока, районы местного внутреннего стока совпадают с зонами полупустынь или сухих степей.

Учитывая антропогенные причины заиления малых рек, можно сказать, что природная географическая зональность на этот процесс влияет опосредованно — через влияние на деятельность человека. Таежная и тундровая зоны характеризуются малой сельскохозяйственной освоенностью, что вместе с многоводностью этих территорий не способствует заилению протекающих здесь рек. Смешанные и широколиственные леса давно осваиваются путем частичных вырубок и распахивания вырубленных площадей, что создает здесь чересполосицу полей и лесов и обуславливает чередование заиленных и незаиленных рек (ручьев). В лесостепи заиление охватывает большее число рек (ручьев) за счет расширения распаханных площадей. Наконец, в степях, где все реки заилены, при росте засушливости климата и увеличении водозабора на орошение, все водосборы полностью распаханы.

Вместе с тем контуры районов имеют более сложную конфигурацию, чем ландшафтные зоны, и границы районов часто не совпадают с границами зон. Причиной этому может быть как несоответствие в ряде регионов вида и уровня хозяйственной деятельности особенностям физико-географической зоны (например, проникновение земледелия в таежную зону), так и влияние азональных природных факторов, чаще всего геолого-геоморфологических. Они определяют форму продольных профилей рек и значения местных уклонов, что в свою очередь влияет на эрозионно-транспортную способность водных потоков. Выпуклая форма продольного профиля, его ступенчатость, обычная для рек, текущих по каменистым моренам и по структурным возвышенностям с выходами в долинах скальных пород, обеспечивает рост средней скорости потока и увеличивает его эрозионно-транспортную способность.

При очень малых местных уклонах в депрессиях рельефа эрозионно-транспортная способность потока, наоборот, падает, русла заболачиваются, становятся плавневыми и весьма уязвимыми для заиления. Расположение районов с плавневыми реками связано только с азональным геолого-геоморфологическим фактором — депрессиями рельефа, поэтому они весьма хаотично распространены по территории и имеют разнообразные размеры — от небольших пятен среди других — «зональных» районов до крупных участков суши, соизмеримых с «зональными» районами.

Полнее всего совпадают контуры и границы «зональных» районов и природных зон на востоке Европейской части России. Здесь граница между районами отсутствия заиления и чередования заиленных и незаиленных рек почти везде совпадает с границей тайги и смешанных лесов, граница между районами чередования и заиления верховьев рек повторяет сложные очертания границы лесов и лесостепей, связанные в районе Ульяновска, восточнее Пензы и Саранска с неровностями близлежащей кровли меловых и палеогеновых опок и других кремнистых пород. Район полного заиления малых рек совпадает здесь с зоной степей. Несовпадение этих контуров и границ в отдельных случаях (в частности, на междуречье Чепцы и нижней Вятки) связывается с усилением сельскохозяйственной деятельности на юге таежной зоны за счет вырубки деревьев и распахивания освободившихся от них площадей. Иногда условия для заиления возникают и без распахивания — на месте массовых вырубок леса. Именно такова причина возникновения небольших по площади ареалов района чередования незаиленных и заиленных рек в глубокой тайге на северо-востоке Европейской России.

Западнее долготы Тамбова совпадение границ районов заиления и физико-географических зон нарушается значительно чаще, что связано скорее всего с пре-

валированием здесь аazonальных геолого-геоморфологических факторов и большей, чем на востоке, сельскохозяйственной освоенностью. В частности, западнее Тамбова район с полным заилением малых рек проникает далеко на север в пределы лесостепи по Окско-Донской равнине, где из-за невысоких уклонов и низкой эрозионно-транспортирующей способности потоков малые реки заиливаются даже при средней распашке. Наоборот, в пределах Среднерусской возвышенности с ее выходами известняков и ступенчатыми продольными профилями рек в той же лесостепной зоне отмечается чередование заиленных и незаиленных рек, более типичных для зоны смешанных и широколиственных лесов.

Западнее Среднерусской возвышенности в пределы лесной зоны с юга глубоко вдается район заиления верховьев рек, что связано здесь в основном с высокой эрозионной расчлененностью правобережья Десны, которая в свою очередь тесно связана с интенсивной сельскохозяйственной освоенностью территории. По похожим причинам район с чередованием заиленных и незаиленных рек севернее Рыбинского водохранилища вклинивается в пределы таежной зоны.

Очень сложное чередование районов с незаиленными реками и районов с чередованием незаиленных и заиленных рек отмечается западнее Твери. Проникновение на юг, в зону широколиственных лесов, района с незаиленными реками на западе Валдайской возвышенности и на Приильменской низменности связано с повышенной эрозионно-транспортирующей способностью потоков малых рек в моренах Валдая и Бежаницкой возвышенности и общей высокой лесистостью края. Напротив, распространение района чередования заиленных и незаиленных рек в зону тайги, вплоть до Санкт-Петербурга, можно объяснить равнинностью и высокой освоенностью запада России. Выделение района незаиленных рек в Эстонии и на севере Латвии обусловлено, по-видимому, пересеченностью рельефа, сформированного ледником при близко залегающих скальных породах.

На юге и юго-западе Европейской России, в Украине, Белоруссии и Молдове географическая зональность распределения районов с разными формами заиления также нарушается преимущественно по геолого-геоморфологическим и антропогенным причинам. Территорию Украинского и Белорусского полесий и Приднепровской низменности занимает район заиленных плавневых русел, ранее аккумуляровавших наносы в естественных условиях. Он приурочен к двум природным зонам — широколиственным лесам на западе и лесостепи на востоке. На западе, в пределах полесий, причины, приведшие к развитию подобной формы заиления, связаны с низменным характером всего рельефа, что обусловило естественное заболачивание водосборов, повышенную аккумуляцию наносов и образование плавневых русел. Активная осушительная мелиорация, проводившаяся как на Украине, так и в Белоруссии, начиная с 30-х годов XX в., включала в себя спрямление большей части малых рек, что и привело к их последующему заилению.

На востоке района, в холмистых бассейнах Сулы, Псла, Ворсклы, причиной естественной аккумуляции наносов и образования плавневых русел явилась большая, не соответствующая водности ширина и малые уклоны днищ долин этих рек, что снижает величину удельных формирующих расходов воды и эрозионно-транспортирующей способности рек при высоком поступлении наносов с водосборов. Заиление рек, усугубившее их естественное заболачивание, связано здесь как со спрямлением некоторой их части (Остер, Удай), так и со стоком наносов с распашанных возвышенностей междуречий.

Пересеченный рельеф Подольской и Приднепровской возвышенностей, частые выходы коренных пород в руслах протекающих там рек и их ступенчатые продольные профили уменьшают опасность заиления малых рек и вместе со сложным переплетением широколиственных лесов и лесостепей обуславливают в этом районе чередование незаиленных и заиленных рек, что более характерно для лесной зоны. Западнее, в тех же условиях, но при более глубоком залегании скальных пород, расположен район с заилением верховьев гидросети. В пределах степного, но возвышенного и каменистого Донецкого края выделяются неболь-

шие ареалы нетипичных для степных условий районов чередования заиленных и незаиленных рек и заиления верховьев гидросети.

Проведенное районирование дает представление о величине антропогенного давления на малые реки — достаточно сравнить площади естественного и искусственного заилений, и о степени измененности территорий. На этом основании можно определить региональные пороговые значения возникших в результате антропогенной деятельности процессов и явлений, после перехода через которые речные системы испытывают необратимые деформации и в дальнейшем погибают. Исходя из данных принципов в последующем можно выявить уровень допустимого вмешательства в жизнь системы водосбор — река в тех регионах, где это еще возможно, и определить меры по восстановлению малых речных систем там, где под влиянием неграмотного вмешательства в их жизнь они уже подверглись необратимым деформациям.

В частности, если принять за критическое состояние (порог) процесс заиления верховьев рек как начало общего заиления системы малых рек, то районы с отсутствием заиления и чередованием заиленных и незаиленных рек относительно благополучны по уровню заиления. В них допускается интенсивная сельскохозяйственная эксплуатация водосборов (с соблюдением противоэрозионных правил, а в районах чередования — с очисткой уже заиленных русел). Районы с заиляющимися верховьями рек требуют первоочередного проведения всего комплекса мер по предотвращению дальнейшего заиления русел наносами с водосборов, без которых продолжение эксплуатации последних может привести к полному отмиранию речных русел. В районах с полным заилением рек указанный комплекс необходимо сочетать с работами по восстановлению отмирающих рек.

При составлении планов оптимального использования земельных и водных ресурсов необходимо учитывать влияние независимых азональных факторов, в первую очередь геолого-геоморфологического; так, те интенсивность хозяйствования и степень противоэрозионной защиты, которые вполне обеспечивают незаиленное состояние малых рек на структурных или ледниковых возвышенностях, на реках низменностей часто не могут воспрепятствовать полному заилению малых рек.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шпак И. С. Заиление речных долин и обмеление малых рек // Мелиорация земель Полесья и охрана окружающей среды. Киев: Укр. НИИ гидротехники и мелиорации, 1978. С. 131—135.
2. Лапиенков В. С. Без малых рек нет рек больших. Ростов-на-Дону: Ростовское кн. изд-во, 1983. 170 с.
3. Бутаков Г. П., Ермолаев О. П., Ковальчук И. П. и др. Формы проявления эрозионно-аккумулятивных процессов на малых речных водосборах // Эрозионные и русловые процессы. Луцк: Луцкий пед. ин-т, 1991. С. 19—42.
4. Мозжерин В. И., Курбанова С. Г., Гарифуллина Ф. Ш. Современная аккумуляция пойменного аллювия на малых реках как показатель интенсивности эрозионно-аккумулятивных процессов // Изучение ресурсного потенциала территорий. Ижевск: Удмуртский гос. ун-т, 1987. С. 127—132.
5. Ковальчук И. П., Штойко П. И. Речные системы Западной Подольи // Геоморфология. 1989. № 4. С. 27—33.
6. Ковальчук И. П., Штойко П. И. Изменения речных систем Западного Подолья в XVIII—XX вв. // Геоморфология. 1992. № 2. С. 55—72.
7. Голосов В. Н. Эрозионно-аккумулятивные процессы и баланс наносов в бассейне р. Протвы // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5, География. 1988. № 6. С. 19—25.
8. Голосов В. Н., Иванова Н. Н., Литвин Л. Ф. и др. Баланс наносов в речных бассейнах и деградация рек Русской равнины // Геоморфология. 1982. № 4. С. 62—71.
9. Чернов А. В. Современное развитие малых рек центральных районов Европейской части СССР // Малые реки центра Русской равнины, их использование и охрана. М.: Изд-во ГО СССР, 1988. С. 15—24.
10. Иванова Н. Н. Эрозионно-аккумулятивные процессы на водосборах верхних звеньев гидрографической сети: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М.: МГУ, 1990. 20 с.
11. Кичигин А. Н. Причины деградации русел малых рек Вологодской области // Геоморфология. 1992. № 1. С. 56—61.
12. Колбовский Е. Ю. Русловые процессы и зарастание русел малых рек Ярославского поволжья. Ярославский гос. пед. ин-т. Ярославль, 1985. 17 с. — Деп. в ВИНТИ 3 июля 1985 г. № 4808-85 Деп.
13. Мольчак Я. А. Изменение эрозии почв и русловых процессов от дождевого стока при осушительных

мелиорациях//Четвертое координационное совещание по проблеме «Исследование русловых процессов на реках и в устьях рек и разработка методов их учета для различных отраслей народного хозяйства». Луцк: Луцкий пед. ин-т, 1989. С. 35—36.

Московский государственный университет
Географический факультет

Поступила в редакцию
13.07.93

SILTING OF SMALL RIVER CHANNELS IN EUROPEAN RUSSIA AND ADJACENT COUNTRIES

A. V. CHERNOV

S u m m a r y

Special features of channel silting are discussed with reference to small and medium-size rivers of European Russia and adjacent areas. Different forms of small river silting are distinguished, typical of various natural and anthropogenic environments, — from complete lack of silting through silting restricted to the heads of streams to silting throughout the whole channel. The territory is divided according to prevailing type of the small river silting, 6 types of regions being distinguished.