

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ГЕОМОРФОЛОГИЯ

УДК 551.438.5:631.6(470.1/6)

© 1996 г. Н.Н. ИВАНОВА, В.Н. ГОЛОСОВ, А.В. ПАНИН

ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКОЕ ОСВОЕНИЕ ТЕРРИТОРИИ И ОТМИРАНИЕ РЕК ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ¹

Состояние проблемы

Проблема деградации малых рек актуальна для равнинных территорий, сравнительно недавно освоенных сельским хозяйством. Увеличение плотности населения влечет за собой синхронное расширение площади пахотных земель. При этом возрастает количество наносов, смываемых с пахотных угодий и попадающих в русловую сеть. В результате наступает момент, когда постоянный водоток не в состоянии транспортировать поступающие в него продукты смыва. Ускоренное отложение наносов в русле приводит к его заполнению, переходу руслового стока в подрусловой и превращению речной долины в суходольную форму (балку). Балки перехватывают значительную часть стока наносов, и увеличение протяженности суходольной сети одновременно замедляет заиление оставшихся звеньев речной системы.

Для большинства европейских стран, где значительная часть малых рек относится к горному и полугорному типу, а земледельческая история равнинных территорий насчитывает, как правило, несколько столетий, этап антропогенно-обусловленного сокращения гидросети уже миновал. Для России, Австралии, Новой Зеландии, США, Канады, где сельскохозяйственное освоение имеет не столь продолжительную историю, данная проблематика в той или иной мере достаточно близка [1, 2 и др.].

В нашей стране существуют довольно многочисленные, но разрозненные литературные данные об отмирании малых рек и ручьев в различных регионах за последние столетия в результате усиленной антропогенной эрозии и аккумуляции наносов в руслах и на поймах. Так, для Среднего Поволжья мощность илистых гумусированных отложений, перекрывающих погребенные почвы на поймах малых рек, составляет 2–2,5 м за агрикультурный период, т.е. за 200–300 лет [3]. Русло р. Оки у г. Орла и р. Зуши у г. Мценска поднимается на 1,5–2 см в год [4]. На Средней Оке скорость наилконакопления в прирусловой зоне поймы в среднем за период 2500–200 лет тому назад составляла 0,63 мм/год, а за последние 200 лет возросла до 6–6,5 мм/год [5]. В днищах балок Брянской возвышенности за последние 40 лет (период интенсивной машинной обработки почвы) отложилось до 1,5 м наносов, перекрывающих плодородные дерновые почвы [6].

В бассейне р. Золотая Липа (Западная Подолия) за последние 200 лет суммарное сокращение длин водотоков составило 16,6% [7]. Протяженность речной сети в бассейне р. Оскол по сравнению с XVII в. уменьшилась вдвое [8]. При сопоставлении

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке Международного научного фонда (ISF), проект № 2000.

современной гидросети в бассейне Северского Донца с перечнем рек, составленным по Книге Большому чертежу (1627), не обнаружено 17 ручьев, непосредственно впадающих в Северский Донец, и 25 ручьев, являющихся его притоками второго и третьего порядков [9]. В бассейне р. Сейм в пределах Курской области в 1782 г. 1054 балки имели постоянные водотоки до верховьев, к 1890-м годам постоянных водотоков уже не было ни в одной из балок. Именно в этот период здесь происходила интенсивная распахка, к концу прошлого века все целинные земли были освоены [10]. В верхней части бассейна р. Сейм средняя интенсивность смещения истоков малых рек в результате их заиления составляет 20–60 м в год. При этом установлено, что реки длиной от 3 до 15 км за 200-летний период превратились в суходольные балки. На Придеснянской возвышенности интенсивность смещения истоков примерно такая же. Исток р. Гусинец за период 1839–1968 гг. смещался вниз по течению в среднем на 38 м в год.

Работы зарубежных авторов посвящены прежде всего исследованию механизма перераспределения наносов внутри речного бассейна в связи с увеличением площади пахотных земель. Наиболее известные работы, проведенные в бассейне р. Кун-Крик в США [11], где были прослежены изменения интенсивности эрозионно-аккумулятивных процессов с 1840 по 1978 гг. Освоение бассейна началось в 1860-х годах и достигло своего максимума в конце 30-х годов нашего века, когда средние скорости аккумуляции в днище речной долины достигали 15 см/год. Впоследствии использование системы противоэрозионных мероприятий способствовало нормализации темпов сноса и аккумуляции, составляющих в настоящее время 1,6 см/год. Интенсивное заиление р. Южный Джонстон в Северной Австралии [12] за период с 1942 по 1983 гг. также вызвано резким увеличением площади пахотных земель в процессе освоения территории, что способствовало росту поступления наносов в русло.

Рассмотренные работы касаются изменений эрозионно-аккумулятивного баланса отдельных небольших бассейнов. Региональная оценка этих изменений, охватывающая обширные территории, ни в бывшем СССР, ни за рубежом не проводилась.

Методика исследования

Для оценки деградации малых рек России за период интенсивного земледельческого освоения разработана методика, позволяющая объективно выявить пространственно-временные изменения протяженности малых рек, степень заиленности сохранившихся рек, а также прояснить механизм заиления и его длительность в зависимости от условий поступления наносов в речную сеть.

Определение изменения протяженности речной сети в целом по различным природно-климатическим зонам проводится путем сопоставления длин рек по топографическим картам, составленным в разное время. В качестве базовых используются комплекты карт м-ба 1:300000, составленных для всей территории России в период 1946–1963 гг., и наиболее старая инструментальная карта Европейской территории России м-ба 1:420000, выгравированная в 1826–1842 гг. С карты XX в. на планшет копируется гидросеть, в том числе временные водотоки, и границы речных водосборов. Затем на этот же планшет переносится структура гидросети с карты первой трети XIX в. При этом выделяются участки рек: 1) не изменившие протяженности; 2) отображенные только на старой карте; 3) отображенные только на современной карте. Вся информация оцифровывается, и рассчитывается протяженность гидросети на середину XX в., протяженность заиленных участков рек, новообразованных участков рек. Расчеты проводятся по следующим градациям площадей водосборов: 0–50, 50–100, 100–300, 300–500, 500–1000, 1000–3000, 3000–5000, 5000–10000, более 10 000 км².

Для оценки влияния зональных факторов на деградацию малых рек подобные расчеты проводятся отдельно по речным бассейнам, расположенным в разных природных зонах. Важнейшими зональными факторами, влияющими на структуру речной

сети и интенсивность ее изменений, являются суммарное количество и режим выпадения осадков, противоэрозионная устойчивость почв и структура посевных площадей, доля пахотных земель и интегрирующий эти показатели модуль стока наносов, поступающих со склонов в речную сеть.

Для более детальной оценки темпов деградации рек в отдельных бассейнах площадью до 10000 км² кроме базовых карт используются карты рубежа XIX–XX вв., составленные Экспедицией по исследованию источников главнейших рек Европейской России под руководством академика А.А. Тилло, а также, в случае необходимости (если процесс заиления продолжается), привлекаются результаты оценки современной ситуации [13]. Современное состояние малых рек конкретного бассейна определяется путем полевой рекогносцировки со схематическим картированием на момент обследования. В процессе картирования помимо полностью отмерших участков рек выделяются следующие стадии заиления еще существующих:

1) слабое заиление – переотложение илистых фракций наносов с формированием молодой поймы и незначительным зарастанием русла преимущественно в пределах плёсовых участков;

2) умеренное заиление – усиленное переотложение наносов на перекатных участках с их интенсивным зарастанием и сужением;

3) сильное заиление – отмирание (заиление) перекатных участков с формированием в меженный период бочагового русла без постоянного стока;

4) катастрофическое заиление – заполнение наносами как перекатов, так и плёсов с изменением плановых очертаний русла, но с сохранением выраженного руслового понижения в днище долины.

В последнем случае в зависимости от величины грунтового питания возможны два варианта. В степной зоне и на юге лесостепной зоны в засушливые годы поверхностный сток в меженный период на таких участках рек отсутствует, т.е. река превращается по существу во временный водоток и в этом качестве отображается на карте. В условиях большего увлажнения в лесной зоне и на севере лесостепи постоянный сток воды, как правило, сохраняется за счет мощного грунтового питания, и на топографических картах подобные участки рек показаны как постоянные водотоки. Однако в геоморфологическом смысле реками они уже не являются, так как характерный русловой рельеф отсутствует, речные наносы погребены под толщей гумусированных илистых отложений и на дне долины сохранилось лишь небольшое русловое понижение. Более того, на участках уменьшения уклона днища в подобных случаях водотоки полностью исчезают, русловой сток переходит в подрусловой, и днище долины полностью заболачивается.

Для выявления причин различного состояния малых рек должны учитываться также гидрогеологические условия, конфигурация бассейна, протяженность и конфигурация суходольной сети, уклоны русел сохранившихся и заиленных участков рек, уклоны распахиваемых участков склонов, их расчлененность ложбинной сетью, а также удаленность пашни от русла. Наконец, на ключевом малом водосборе проводится детальное исследование этапов заполнения и последующего развития уже отмершего участка реки. Основным методом при этом является составление балансов наносов на изучаемых водосборах для различных этапов состояния речной сети:

1) на момент существования постоянного водотока;

2) на период интенсивной аккумуляции наносов в днище, приведшей к отмиранию участка малой реки;

3) для современных природно-хозяйственных условий.

Методика составления балансов изложена в ранее опубликованных работах [14, 15 и др.]. В результате расчета баланса наносов для верхних звеньев флювиальной сети удастся определить механизм заполнения речного русла и выявить направленность эрозионно-аккумулятивных процессов в долинно-балочной сети.

В истории России впервые проблема обмеления рек встала в период правления Петра I – в начале XVIII в. В то время значительная часть грузов транспортировалась по рекам, в том числе и малым, и их обмеление ощутимо влияло на этот процесс. Один из царских указов предписывал сохранение или посадку заповедных лесов вдоль русел рек и запрещал сельскохозяйственное использование земель в 200–300-метровой зоне по обе стороны русла. Однако в этот период плотность населения и соответственно размеры пахотного клина даже в Центральной России были не столь велики, чтобы привести к ускоренному заилению малых рек. Первые инструментально составленные топографические карты разных масштабов, выполненные во второй четверти XIX в. для западной части Российской империи (к западу от р. Волги), Заволжья, Предуралья и Зауралья, показывают, что густота речной сети юга лесной и лесостепной зон – территорий, наиболее освоенных земледелием в этот период, – была достаточно близка к естественной, обусловленной степенью увлаженности. Только в отдельных районах Нечерноземного Центра, где распаханность именно к началу XIX в. достигла максимальных величин (табл. 1), есть вероятность присутствия локальных очагов заиления малых рек. Степная зона в те годы еще слабо использовалась в сельском хозяйстве.

Первая половина XIX в. в России отмечена резким приростом населения и смещением центра расселения в зону черноземных почв, т.е. в широтную полосу от Брянска на западе до Башкирии в Предуралье. Последовавшее за этим увеличение площадей пашни привело к значительному усилению интенсивности эрозионных процессов, что не могло не отразиться на состоянии малых рек этой территории. Выступление В.В. Докучаева на сессии Российской академии наук впервые остро поставило эту проблему перед научной общественностью. Между тем к концу XIX в. уже и на юге России, в степной зоне, площади пахотных земель значительно возросли (табл. 1). Войны и реформы первой половины XX в., приведшие к сокращению трудоспособной части населения, способствовали в целом прекращению роста площадей пахотных угодий за исключением района Нижнего Дона, где увеличение распаханности продолжалось в бассейне р. Сал. Особенно сильно сократились за последние полвека площади пашни в Центральном Нечерноземье, а также на северо-западе России и в ЦЧО – на территориях, попавших в зону оккупации во время второй мировой войны.

В середине 50-х – начале 60-х годов текущего столетия под лозунгом освоения целинных земель были резко увеличены площади пашни, особенно в степной зоне. В этот же период происходила ускоренная механизация сельского хозяйства – переход от использования ручного труда и лошадей в качестве тягловой силы к тракторам и комбайнам.

С начала 70-х годов и по настоящее время изменения площади пахотного клина России очень невелики. Основная тенденция – его медленное сокращение вследствие отторжения земель под селитебные территории. Только в ряде районов Забайкалья и Дальнего Востока расширяются пахотные угодья, что способствует росту коэффициента поверхностного стока и, в условиях муссонного климата, росту частоты катастрофических паводков.

Таким образом, темпы и хронология земледельческого освоения в различных природных зонах были неодинаковы, периоды максимальной распаханности не совпадали по времени, что во многом определило различия в состоянии малых рек. Для лесной зоны России площади пахотных земель были наибольшими в первой половине XIX в., рост распаханности территории происходил постепенно. Максимальное поступление наносов со склонов в речную сеть имело место в пределах ополей, расположенных в южной части лесной зоны, где доля пахотных земель сопоставима с лесостепью. Постепенное освоение зоны лесостепи началось с середины XVII в., и наибольшая распаханность пришлась на период XVIII–XIX вв., к концу которого доля пашни

Изменение величины пахотных площадей в различных регионах Европейской России

Экономические районы	Площадь пашни, тыс. км ²				
	1696 г.*	1796 г.*	1887 г.*	1950 г.	1980 г.
Нечерноземный	80,3	106,4	102,6	83,7	69,4
Северо-Западный	19,4	33,3	31,5	16,9	18,5
Северный	4,9	10,7	13,8	14,1	13,0
Уральский	16,3	40,9	75,3	57,3	68,3
Центрально-черноземный	80,7	132,4	184,3	165,1	169,9
Поволжский	38,0	65,0	97,2	88,8	90,0
Северокавказский	4,7	48,1	259,1	305,0	351,5
Оренбургская область	21,9	87,7	197,6	183,0	222,3

*По данным Цветкова М.А. [13].

Таблица 2

Изменение протяженности речной сети в некоторых крупных бассейнах Русской равнины (первая треть XIX – середина XX в.)

Бассейн	Площадь, км ²	Густота речной сети, км/км ²		Изменение протяженности речной сети, %		
		1820–30-е годы	1940–50-е годы	общее	прирост	отмирание

Юг лесной зоны

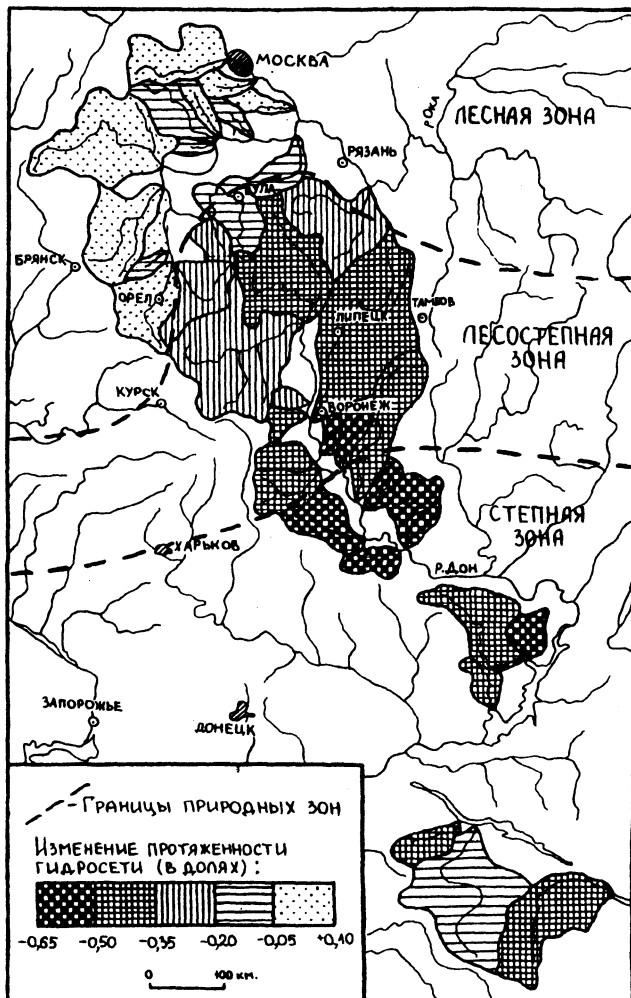
Москва (выше г. Москвы)	8000	0,266	0,256	–3,8	2,8	6,6
Протва	4520	0,259	0,244	–5,8	3,8	9,5
Угра	15600	0,238	0,220	–4,1	9,4	13,5
Ока (от истока до Зуши)	7280	0,273	0,271	–0,7	17,2	17,9
Жиздра	9290	0,275	0,292	+6,2	20,1	13,9

Лесостепная зона

Проня	10300	0,293	0,195	–33,4	4,7	38,1
Зуша	7000	0,227	0,161	–29,3	4,7	34,0
Дон (от истока до Сосны)	13100	0,236	0,132	–44,0	5,4	49,4
Сосна	17000	0,291	0,211	–27,5	6,0	33,5
Воронеж	21300	0,204	0,123	–39,7	4,1	43,8
Битюг	8900	0,176	0,104	–41,0	4,6	45,6

Степная зона

Тихая Сосна	4180	0,120	0,062	–48,0	0,4	48,4
Черная Калитва	5560	0,098	0,037	–62,3	0	62,3
Чир	10500	0,086	0,043	–50,0	2,2	52,2
Калаус	9200	0,113	0,061	–46,2	6,2	52,3
Егорлык	16100	0,093	0,079	–15,6	12,9	28,5



Изменение протяженности гидросети в речных бассейнах на меридиональном трансекте через Русскую равнину за период с 1820–30-х по 1940–50-е годы
Границы природных зон проведены согласно карте [16]

достигла 80–85% от общей площади. Наиболее быстрыми темпами осваивались земли степной зоны, прежде всего Предкавказья. Основной прирост пашни произошел здесь в последней четверти XIX в., но максимальных величин распаханность достигла в последней четверти текущего столетия. Периодом существенного расширения пахотного клина в степных районах Западной Сибири и Забайкалья была кампания по освоению целинных земель в 1950-х годах.

Количественная оценка сокращения гидросети

К настоящему моменту авторами проведена оценка интенсивности деградации малых рек в пределах меридиональной полосы, охватывающей речные бассейны лесной, лесостепной и степной зон от Москвы на севере до Ставропольской возвышенности и Азово-Кубанской низменности за период с первой трети XIX по середину XX в. (табл. 2, рисунок). В первую очередь бросаются в глаза значительные различия между сокращением протяженности речных систем лесной и лесостепной зон. Это связано с тем, что за исследуемый период в лесной зоне площади пашни постоянно

сокращались (табл. 1), и пик деградации малых рек здесь имел место, по-видимому, ранее, в течение XVIII в., когда леса были сведены практически на всей территории центра России. Тем не менее по причине использования троопольных севооборотов фактические ежегодно распахиваемые площади были не столь велики, и даже в этот период темпы заиления малых рек вряд ли были сопоставимы с величинами, полученными для лесостепной зоны. Кроме того, темпы отмирания верховьев речных систем в лесной зоне очень различны по площади. Максимальных значений они достигают в пределах ополей. На залесенных водосборах нередко фиксируется стабильное состояние или регрессивный прирост верховьев малых рек, который в сумме перевешивает отмирание соседних рек и в целом для крупного речного бассейна дает положительную величину изменения общей протяженности постоянных водотоков (табл. 2). Однако надо отметить, что именно в лесной зоне достоверность оценок наиболее низка, поскольку даже на современных картах точность отображения водотоков залесенных территорий не всегда удовлетворительна.

Сокращение протяженности гидросети в лесостепной зоне, составляющее в среднем по бассейнам 30–40% (табл. 2), произошло преимущественно в течение XIX в. Такой вывод был сделан на основании сравнения карт, составленных в начале, середине и конце прошлого века, в середине текущего столетия, и данных современного полевого обследования, выполненного авторами для бассейнов Верхнего Дона (до устья р. Непрядвы) и Красивой Мечи (до устья р. Гоголь). Полученные результаты свидетельствуют о том, что отмирание гидросети часто происходит скачкообразно, период, когда отмечаются быстрые темпы сокращения рек, охватывает 30–40 лет после резкого увеличения площади пахотных земель.

В пределах степной зоны массовая распашка земель началась со второй половины XIX в., и площади пашни увеличивались в ряде регионов значительными темпами до середины XX в., поэтому процессы отмирания малых рек в степной зоне продолжают до сих пор, особенно на недавно освоенных территориях [15]. К настоящему времени используются практически все пригодные для распашки земли, и можно предполагать, что темпы заиления малых рек степной зоны будут замедляться.

В данной работе приведены результаты оценки деградации малых рек России, которые позволяют сделать первые, достаточно общие выводы о тенденциях этого процесса в различных природно-климатических поясах земледельческой зоны. На следующем этапе предполагается более детально изучить механизм заиления малых рек и степень устойчивости различных речных систем к изменению интенсивности эрозионно-аккумулятивных процессов на их водосборах, а также определить роль различных факторов, влияющих на особенности и темпы заиления как на зональном, так и на региональном уровнях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Knox J.C. Human impacts on Wisconsin stream channels // Ann. Assoc. Amer. Geogr. 1977. V. 87. P. 323–342.
2. Dickinson W.T., Pall R. Identification and control of soil erosion and fluvial sedimentation in agricultural areas of the Canadian Great Lakes Basin // Final report to supply and services Canada, Contract No 23SO.01526–1–0433. 1977.
3. Дедков А.П., Бойко Ф.Ф., Мозжерин В.И., Часовникова Э.А. Антропогенные изменения системы процессов экзогенного рельефообразования в Среднем Поволжье // Рельеф и хозяйственная деятельность. М.: МФГО, 1982. С. 20–28.
4. Маккавеев Н.И. Русло реки и эрозия в ее бассейне. М.: Изд-во АН СССР, 1955. 256 с.
5. Гласко М.П., Фоломеев Б.А. Методика определения скоростей накопления пойменного аллювия равнинных рек по археолого-геоморфологическим данным (на примере средней Оки) // Геоморфология. 1981. № 3. С. 26–36.
6. Шевченко П.Г., Шевченкова Т.Ф. Геоморфологические процессы и мелиорация земель в бассейне средней Десны (в пределах Брянской области) // Рельеф и хозяйственная деятельность. М.: МФГО, 1982. С. 131–138.
7. Геренчук К.И., Штойко П.И. К методике изучения антропогенных изменений эрозионной сети Западной Подолии // Закономерности проявления эрозионных и русловых процессов в различных природных условиях. М.: Изд-во МГУ, 1981. С. 193–194.

8. Котельников В.Л. Преобразование природы степи и лесостепя. М., 1949. 151 с.
9. Шпак И.С. Заиление речных долин и обмеление малых рек // Мелиорация земель Полесья и охрана окружающей среды. Киев, 1978. С. 131–135.
10. Былинская Л.Н., Тимофеев Д.А., Фирсенкова В.М. Изучение антропогенного воздействия на рельеф (методы и результаты) // Изучение и оценка воздействия человека на природу. М.: ИГ АН СССР, 1980. С. 144–156.
11. Trimble S.W., Lund S.W. Soil conservation and the reduction of erosion and sedimentation in the Coon Creek basin, Wisconsin // U.S. Geol. Surv. Prof. Pap. 1978. V. 1234. 32 p.
12. Connor T.B. The impact and economic effects of soil conservation practice on river aggradation // Drainage basin sediment delivery: Proc. Albuquerque Symp. IAHS. 1986. P. 81–91.
13. Цветков М.А. Изменение лесистости европейской России с конца XVII столетия по 1914 г. М.: Изд-во АН СССР, 1957. 213 с.
14. Ажигиров А.А., Голосов В.Н., Добровольская Н.Г. и др. Эрозия почв и верхние звенья гидрографической сети // Экологические проблемы эрозии почв и русловых процессов. М.: Изд-во МГУ, 1992. С. 66–80.
15. Голосов В.Н., Иванова Н.Н. Некоторые причины отмирания речной сети в условиях интенсивного сельскохозяйственного освоения земель // Вод. ресурсы. 1993. № 6. С. 684–688.
16. Физико-географическое районирование СССР. Карта масштаба 1:10000000 / Под ред. Н.А. Гвоздецкого. М.: ГУГК, 1966.

Московский государственный университет
Географический факультет

Поступила в редакцию
15.05.95

AGRICULTURAL CULTIVATION OF LAND AND SMALL RIVERS DEGRADATION IN EUROPEAN RUSSIA

N.N. IVANOVA, V.N. GOLOSOV, A.V. PANIN

S u m m a r y

The small rivers degradation in European Russia is considered as resulting from agricultural cultivation of their basins and consequent increase in the rate of man-induced erosion on interfluvies and alluviation of channels and floodplains. The authors developed a technique which permits to identify correctly spatial and temporal changes in small river length, degree of silting, and the mechanism of silting. History of the land cultivation in the European part of Russia is briefly stated.

УДК 551.438.5(476)

© 1996 г. В.М. ШИРОКОВ

СОВРЕМЕННОЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ МАЛЫХ РЕК БЕЛОРУССИИ

Гидролого-морфологические исследования малых речных систем в Белоруссии показали их глубокие природные изменения под влиянием проводимых мелиоративных работ и регулирования стока. В результате здесь возникают односторонние и необратимые изменения в водности рек и в развитии русловых процессов, которые приводят к смене природного фона за счет преобразования малых речных систем [1–3]. В настоящее время преобразованы в первую очередь начальные звенья гидрографической сети. Руслу рек спрямлены, углублены, выправлены и дамбированы. Так, при общей суммарной протяженности речной сети в республике, равной 90,6 тыс. км, выправлено и зарегулировано 7,2 тыс. км, т.е. 8,0%. Данный вид антропогенного воздействия затрагивает в первую очередь такие категории рек, как самые малые и ма-