

Экологическая и прикладная геоморфология

УДК 551.438.5:631.6(470.41+470.57)

© 2017 г. А.М. ГАРЕЕВ¹, Р.С. ЧАЛОВ²АКТИВИЗАЦИЯ ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ВОДОСБОРАХ
ПОД ВЛИЯНИЕМ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ
НА ЮЖНОМ УРАЛЕ И В ПРЕДУРАЛЬЕ¹Башкирский государственный университет, Уфа, Россия²Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
географический факультет, Москва, Россия

e-mail: hydroeco@mail.ru, rschalov@mail.ru

Рассматриваются основные закономерности, отражающие особенности и условия эрозионных процессов как следствие хозяйственной деятельности на речных водосборах, ее роль в развитии рельефа и влияние на состояние природно-хозяйственных систем на Южном Урале и Предуралье. Одним из основных факторов, обуславливающих активизацию эрозионных процессов, является трансформация склонового стока, в т.ч. увеличение его поверхностной составляющей и разрушающей способности водных потоков в условиях деградации природных комплексов на водосборе. Показано, что интенсивное развитие и тенденции к их увеличению сохраняются в регионах (например, в Республиках Башкортостан и Татарстан) благодаря усилению пастбищной нагрузки из-за увеличения поголовья скота в частном секторе и исчезновения экономических стимулов защиты от эрозии пахотных земель, несмотря на общее снижение антропогенных нагрузок. Дается характеристика негативного влияния указанных процессов на хозяйственно-экономические и экологические условия в бассейнах малых рек.

Ключевые слова: эрозионные процессы, активизация, склоны, овраги, балки, малые реки, последствия.

Поступила в редакцию 10.02.2017

Принята к печати 20.06.2017

DOI: 10.7868/S0435428117040022

EROSION PROCESSES EXACERBATION AT WATER-CATCHMENT'S AREAS INFLUENCED
BY ANTHROPOGENIC FACTORS IN THE SOUTH URALS AND THE CIS-URAL REGIONA.M. GAREEV¹ AND R.S. CHALOV²¹Bashkir State University, Ufa, Russia,²Lomonosov State University, Faculty of geography, Moscow, Russia
e-mail: hydroeco@mail.ru, rschalov@mail.ru

Summary

The article investigates the basic regular patterns reflecting the features and conditions of erosion processes treated as a consequence of human economic activities in river water catchment areas, the role in relief-formation and the influence on the state of natural-economic systems in the South Urals and Cis-Urals. One of the main factors predetermining the intensification of erosion processes is the transformation of slope runoff, including the increasing in its surface component and the destructive potential of water-flows under

the deterioration of natural complexes in water catchment areas. It is shown that intensified development and trends for their growth are still observed in the regions (for example, in the Republics of Bashkortostan and Tatarstan) due to the increasing pasture load resulting from the growing livestock number in the private sector and due to the disappearance of economic incentives for avoiding cropland erosion, despite the overall decrease of anthropogenic impact. The article also provides analysis of the negative effect posed by the above-mentioned processes on the economic and environmental as well as the ecological conditions of minor river basins.

Keywords: erosion processes, intensification, slopes, gorges, ravines, minor rivers, consequences.

Received 10.02.2017

Accepted 20.06.2017

Процессы современного флювиального рельефообразования на водосборах определяются совокупностью многих факторов, среди которых существенную роль играют антропогенные. Анализ многочисленных публикаций показывает, что их влияние на состояние почв и грунтов, гидрографическую сеть, рельеф склонов и долин малых рек в той или иной степени проявляется на всех континентах (за исключением Антарктиды). Оно зависит от направленности, масштабов и интенсивности влияния хозяйственной деятельности на природную среду и природно-хозяйственные системы в целом, причем воздействие современных антропогенно обусловленных эрозионных процессов на рельефообразование многократно превышает результативность денудационных процессов на ненарушенных естественных ландшафтах, расположенных в одних и тех же физико-географических условиях.

Концептуальные положения и фундаментальные основы изучения эрозионных и русловых процессов, происходящих в системе “водосбор—водный объект” отражены в трудах Н.И. Маккавеева [1–3], Г.П. Сурмача [4], других отечественных ученых [5–19]. Однако в масштабе страны в течение продолжительного времени теоретические и прикладные исследования эрозионных процессов и особенностей их развития проводились преимущественно в Европейской части страны – в ЦЧО, на Северном Кавказе, в Среднем Поволжье [7, 11, 16]. В последние годы география исследований расширилась, охватив территории Южного Урала и Приуралья, Алтая, юга Восточной Сибири и других регионов страны [17–22].

Углубленный анализ закономерностей активизации развития эрозионных процессов вследствие влияния хозяйственной деятельности выполнен для горно-лесной и лесостепной зон Южного Урала и Приуралья на основе материалов продолжительных полевых рекогносцировочных исследований кафедры гидрологии и геоэкологии Башкирского государственного университета. Были выделены репрезентативные районы и участки, в пределах которых в наибольшей степени проявляется в рельефе и ландшафтах водосборов влияние различных нагрузок, связанных с хозяйственной деятельностью. Наиболее показательными являются территории, где отчетливо выражены последовательные стадии деградации природных комплексов как следствие преимущественно пастбищной нагрузки. Места расположения природных стационаров и площадок наблюдений устанавливались в зависимости от типичности и репрезентативности ландшафтов региона. В свою очередь, принцип единственного различия позволил учитывать разницу в уровне пастбищной нагрузки на растительность и развитие эрозионных процессов. Проведенные наблюдения выявили абсолютные и относительные показатели изменчивости стокоформирующих факторов, определяющих развитие эрозионных процессов.

Изучение условий формирования и изменчивости склонового стока, являющегося основной причиной плоскостной (смыва) и линейной эрозии, в зависимости от влияния антропогенных нагрузок первоначально осуществлялось на Махмутовском стационаре, расположенном в горно-лесной зоне Южного Урала в верховьях бассейна р. Белой по данным наблюдений на стоковых площадках, временных водотоках в оврагах и балках, а также постоянных водотоках 1–2 порядка – в ручьях и на самых малых реках. Изучаемая территория, согласно физико-географическому районированию

[23], расположена в пределах Приверхнебельского округа Прибельско-Уралтауской низкогорной и среднегорной подпровинции со светлохвойной тайгой и березовыми лесами. В связи с различиями в тектонических структурах и неоднородности литологии рельеф характеризуется сложным расчленением. Наряду с обширными выровненными пространствами, протягивающимися вдоль рек, в рельефе выступают останцовые горные возвышенности в виде гряд и хребтов с крутыми склонами и каменистыми вершинами. Выровненные пространства, образующие днища депрессий между хребтами, расположены на абс. высотах от 520 до 650 м. Уклоны поверхностей выравнивания достигают до 8°, склонов и нижней части гряд 12–14°, верхней части – 22–28°. Речные долины имеют хорошо разработанные плоские днища шириной 50–200 м и более, представлены поймой и надпойменной террасой [23].

Наблюдения охватили 1955–1999 гг., после чего в 1999–2012 гг. для конкретизации и установления достоверности выявленных закономерностей проводились полевые эксперименты, опыты и наблюдения в лесостепной зоне Предуралья на базе Удрякбашевского и Урмекеевского стационаров. Стационары находятся в западной части Башкортостана, относятся, соответственно, к Левобережно-Прибельскому и Белебеевскому округам. Характерная особенность первого из них – распространение обширных низменных террасовых пологоволнистых равнин, покрытых широколиственными лесами, луговыми степями и пашнями на различных лесостепных почвах. Белебеевский возвышенно-равнинный округ расположен в пределах Бугульминско-Белебеевской возвышенности – возвышенной денудационной равнине, покрытой смешанными широколиственными и березово-дубовыми лесами, степями и пашнями, с преобладанием выщелоченных, карбонатных и типичных черноземов, а также темно-серых лесных почв. Речная сеть здесь развита хорошо. Наиболее значительными, берущими начало на территории округа, являются реки Ик (с притоками Ря, Кидаш, Усень с Нугушом), Сюнь, Чермасан, Дема.

Основными показателями, позволяющими четко выявлять пространственную дифференциацию и трансформацию склонового стока и смыва, увеличение их абсолютных величин и показателей разрушающей способности потоков по мере нарастания антропогенных нагрузок на природные комплексы, приняты изменения коэффициента склонового стока (α) и модуля стока (μ). Как свидетельствуют данные, отраженные в таблице, величины модулей склонового поверхностного стока ($\text{л/с}\times\text{км}^2$) в зависимости от влияния степени деградации природных комплексов на водосборах изменяются в широких пределах. Так, если на ненарушенных участках во

Характеристики изменения склонового стока (по Махмутовскому стационару)

Степень деградации	Характеристики	Модули стока, μ , л/с $\times\text{км}^2$	Коэффициент стока, α
Отсутствует	Сохранились типичные характеристики природных комплексов	0	0
Слабая	Небольшие изменения видового состава растительности, местами – уплотнение почвенного покрова проявления пастбищной дигрессии	50–150	0.15–0.25
Средняя	Заметная разреженность и сокращение видового состава древесной и травянистой растительности, формирование скотобойных троп, появление неофитов, характерных для деградированных ландшафтов; обнаруживается смыв почвы	180–250	0.30–0.45
Сильная	Коренное изменение видового состава растительности, явные проявления активизации плоскостной эрозии, образование промоин и оврагов	277–450	0.5–0.65

все годы с различными величинами атмосферных осадков сток не наблюдался, то на площадках в пределах освоенных территорий по мере нарастания степени деградации произошло многократное его увеличение, что обусловило активизацию эрозионных процессов.

На основании статистического анализа материалов наблюдений, проведенных на стоковых площадках Махмутовского стационара, установлено, что мутность воды, стекающей по склонам юго-восточной и южной экспозиций, существенно дифференцируется в зависимости от степени пастбищной дигрессии и, соответственно, интенсивности развития эрозии почв. Например, на площадках, расположенных на опушке леса при слабом уровне антропогенной нагрузки, мутность воды составляла 25–38 г/л, на открытых участках со средним уровнем нагрузки – 65–76 г/л, сильным уровнем – 98–112 г/л. На нижних участках склонов, характеризующихся наибольшей степенью развития эрозионных процессов, смывость почв по скотобойным тропам и оголенным участкам достигала в слое до 8–12 см при средней мощности плодородного слоя 18–26 см, т.е. до 44–46%. Кроме того, в ходе рекогносцировочных исследований за пределами стационара, было выявлено то, что на отдельных территориях при значительной разреженности растительного покрова и образовании оголенных участков с переуплотнением верхних слоев почвенного горизонта возникли промоины, ниже по склону переходящих в овраги глубиной до 0.85–1.35 м. Таким образом, приведенные показатели отражают влияние антропогенных факторов на трансформацию склонового стока и развитие эрозионных процессов с 1970-х гг. XX в. до начала 2000 г. [8, 18–20].

В лесостепной зоне, в наибольшей степени подверженной влиянию хозяйственной деятельности, эрозионные процессы на освоенных территориях проявляются наиболее интенсивно. Об этом свидетельствуют материалы многолетних наблюдений, проведенных на Удрякбашевском и Урмекеевском стационарах. Характерно, что в лесостепном Предуралье произошло существенное сокращение лесистости за последние 200 лет, и сейчас она составляет 15–23% против 60–75% в прошлом. Это связано с интенсивным освоением равнинных территорий и более благоприятными климатическими условиями. Деградация природных комплексов, наблюдаемая и в настоящее время, здесь происходит в условиях наложения совокупности антропогенных факторов: чрезмерной пастбищной нагрузки в лесах и на лугах, распашки обширных пространств, густой дорожной сети, селитебных территорий и др. Особенно заметные изменения приходится на период времени с 50–60-х гг. XX в. (со времени освоения целинных и залежных земель).

Сам механизм формирования склонового стока и разрушающей способности водных потоков чрезвычайно сложен, т.к. зависит от условий водопоглощения почвами и грунтами, изменения коэффициента сопротивления подстилающей поверхности, их режима (ламинарного или турбулентного) и т.д. Как показывают наблюдения, во время весеннего снеготаяния и водоотдачи снежным покровом в верхней части склонов потоки преимущественно ламинарные, которые далее, вниз по склону и соединяясь по понижениям микрорельефа, трансформируются в турбулентные.

Возникновение последних определяется числом Рейнольдса $Re = \frac{Vh}{\nu}$, т.е. зависит от скорости потока V , его глубины h и ν – кинематического коэффициента вязкости, который, в свою очередь, зависит от температуры воды, вследствие чего холодные потоки талой воды обладают меньшей эрозионной способностью [7]. Поэтому можно предположить, что эрозионный эффект воздействия на почвы склоновых потоков во время весеннего половодья существенно меньше, чем потоков, формирующихся во время летне-осенних дождей. Однако, как показали исследования Н.И. Маккавеева [1, 3], ламинарность дождевых склоновых потоков в верхних частях склонов нарушается благодаря так называемой “добавочной турбулентности”, вызываемой воздействиями на них капель дождя и неравномерностью его выпадения (волновая “толчея”, интерференция волн и волновой характер движения склоновых дождевых потоков). Это

приводит к активизации эрозионных процессов именно в верхних частях склонов. Вниз по склону, хотя потоки становятся турбулентными, растут водность и глубина, их роль как фактора смыва почв и грунтов ослабевает из-за исчезновения этих эффектов в связи с ростом глубины потоков, с одной стороны, и насыщенностью их смытым материалом (наносами), поступившими с вышележащих участков склона, с другой, т.е. частичной (или весьма существенной) реализации их транспортирующей способности.

Не углубляясь в анализ гидравлических и гидродинамических процессов в формировании и пространственной изменчивости водных потоков на склонах различной крутизны и экспозиций, отметим то, что подобные изменения в интенсивности эрозионных процессов характерны не только для территорий, подверженных пастбищной дигрессии, но и пашни. В литературе хорошо известны положения, отражающие влияние



Рис. 1. Участки пашни в пределах типичной лесостепи Южного Предуралья, находящиеся в условиях активного развития плоскостной, линейной эрозии и аккумуляции наносов (фото А.М. Гареева)

зяблевой вспашки на уменьшение склонового стока [24, 25] Однако, как показывают наблюдения, при сочетании определенных условий на пашне происходит формирование склонового стока и, соответственно, развиваются эрозионные процессы. Основными факторами, их определяющими, кроме уклонов и протяженности склонов, являются глубина распашки и влагоемкость почв. В частности, интенсивное разрушение почвенного покрова и последующее формирование водных потоков, размывающих почвы, обнаруживается при полном заполнении пор, т.е. обеспечении полной влагоемкости. Таким образом, образующиеся водные потоки на склонах, насыщенные материалами разрушения, отражают условия смыва почвы, транспорта наносов и растворенных веществ, их отложение в нижних частях склонов (рис. 1). Во многих случаях они выносятся за пределы пахотных земель.

Обобщение данных о развитии эрозионных процессов на деградированных пастбищах и пашне показывает, что они во многом схожи. И в первом, и во втором случаях общими в закономерностях их развития являются: трансформация склонового стока, сопровождающаяся увеличением поверхностной и уменьшением подземной его составляющих, увеличением коэффициента и модуля стока, и, соответственно, нарастание размывающей способности водных потоков. Различия заключаются только в причинах: пастбищная деградация ландшафтов или распашка почвенного покрова.

Анализ двух периодов эксплуатации природных комплексов и природно-хозяйственных систем (до развала СССР и после) в нашей стране достаточно ярко отражает различия в развитии эрозионных процессов. Так в 1980–1990-е гг. в условиях широкого вовлечения земель в различных ландшафтных зонах под интенсивное пастбищное использование и земледелие, эрозионными процессами были охвачены обширные пространства. В последующем произошли коренные изменения в масштабах, структуре природопользования, включая и сокращение поголовья скота на пастбищах

(снижение пастбищной нагрузки), появление необрабатываемых земель и др. Это отразилось в уменьшении масштабов и интенсивности развития эрозионных процессов, зарастании эродированных земель [13] и постепенном восстановлении водопоглощающей способности почв в некоторых регионах. Однако в Башкортостане на фоне продолжающегося экономического неблагополучия в сельском хозяйстве происходит увеличение поголовья скота в частном секторе, что привело к передислокации мест выпаса скота. Это явилось причиной активизации эрозионных процессов на вновь освоенных под пастбища (места выпаса личного скота) землях. В то же время, на заброшенных территориях наблюдается постепенное восстановление растительного покрова на уровне процессов сукцессии в соответствии с условиями тепло- и влагообеспеченности в разрезе ландшафтных зон и последовательное снижение активности развития водной эрозии почв. То же касается пахотных земель в районах, где земледелие сохранилось, но исчезли экономические стимулы защиты почв от эрозии или ее предотвращения, либо в связи с переделом собственности на землю произошло образование новых рубежей стока. В результате масштабы ускоренной эрозии здесь остаются существенными, и можно прогнозировать ее усиление в ближайшее время в связи с предполагаемым восстановлением землепользования.

На первый взгляд это не соответствует выводам о современной динамике земледельческой эрозии в России, полученным в научно-исследовательской лаборатории эрозии почв и русловых процессов им. Н. И. Маккавеева МГУ имени М. В. Ломоносова на основе детальных исследований, выполненных под руководством Л. Ф. Литвина. Согласно им “тренд изменения антропогенных (социально-экономико-технологических) факторов направлен в большей части на снижение интенсивности смыва и массы смываемой с пахотных склонов почвы” [13, с. 22]. По-видимому, эти расхождения связаны как с особенностями природных условий горно-лесной и лесостепной зон Южного Урала и Предуралья, так и со спецификой последствий социально-экономических изменений в Башкортостане и, очевидно, в некоторых других регионах (возможно, в национальных республиках), где наименее выражен отток сельского населения.

В отдельных районах Южного Предуралья последствия влияния плоскостной и овражной эрозии таковы, что за последние 50–55 лет (от начала широкомасштабного освоения целинных и залежных земель) мощность гумусового горизонта уменьшилось на 50–60% и более, образовались значительные площади деградированных, непригодных для землепользования угодий. На Бугульминско-Белебеевской возвышенности, где располагаются многие районы Башкортостана и ряд районов Татарстана, развитию эрозионных процессов благоприятствуют как естественные факторы (неравномерность выпадения атмосферных осадков во времени, установление устойчивого снежного покрова зимой, рельеф местности и др.), так и высокая освоенность водосборов.

Более полную характеристику особенностей развития эрозионных процессов под влиянием физико-географических и антропогенных факторов дает их рассмотрение в двух бассейнах малых рек этого региона: Усени и Сюня.

Бассейн р. Усени площадью 2460 км² расположен в западной части Башкортостана на землях Туймазинского и Белебеевского районов. Рельеф бассейна сильно пересеченный с высокими платообразными междуречьями. Почвенный покров довольно пестрый. В верховьях на глинах и тяжелых суглинках развиты серые лесные почвы, в среднем и нижнем течении – черноземы. Растительность преимущественно лесостепная, залесенность бассейна – 15%, распаханность – 60%. Река Усень впадает в р. Ик с правого берега, длина ее 147 км, средний уклон 1.9‰. В бассейне насчитывается 197 рек и ручьев, в т.ч. 176 длиной более 10 км.

Наиболее продолжительные исследования и наблюдения в бассейне проводились в окрестностях д. Урмекеево Туймазинского района, на водосборе ее притока – р. Ну-гуш (рис. 2). Здесь широко представлены как плоскостной смыв (А), так и линейный

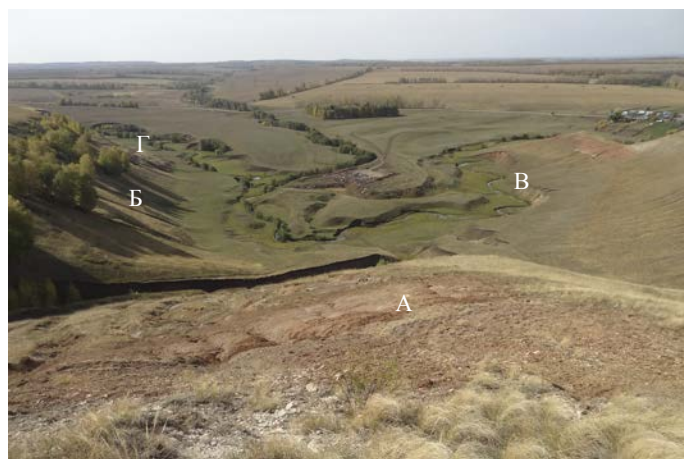


Рис. 2. Формы проявления эрозионных, русловых и склоновых процессов в пределах Урмекеевского стационара (фото А. М. Гареева)

размыв (Б), на самой реке – активные русловые процессы – меандрирование, сопровождающееся размывами берегов (В); из других экзогенных геоморфологических процессов развиты оползневые (Г). При сохранении высоких показателей антропогенных нагрузок в бассейне обнаруживаются разнонаправленные изменения во времени интенсивности плоскостной и линейной эрозии. Так, крупные овраги в настоящее время испытывают тенденцию затухания,

но одновременно происходит образование новых на склонах северо-западной и северной экспозиции. Причиной их возникновения и развития являются смыв в верхних частях склонов и отложение смытого материала на нижерасположенных участках, где происходит кольматаж естественных почв, соответствующее этому снижение их водопоглощающей способности и увеличение поверхностного склонового стока (его коэффициенту). В результате по всей длине склонов возникают условия, способствующие образованию линейных эрозионных врезов – промоин и оврагов. На участках с хорошо сохранившейся естественной травянистой растительностью сток отсутствовал или был ничтожно малым (размыв не происходит), в то время как на кольматированных участках, где произошло резкое снижение водопоглощения, коэффициент стока достигал 0.65–0.75, склоны оказываются наиболее эродированными и расчлененными.

Бассейн р. Сюня также характеризуется активным развитием эрозионных процессов. Река берет начало в 1 км южнее д. Ново-Сабанаево Бакалинского района и впадает в р. Белую слева на 83 км от устья. Длина реки 209 км, средний уклон 1.0‰. Площадь водосбора 4500 км², его средняя высота – 177 м, густота речной сети 0.34 км/км².

Рельеф водосбора увалисто-холмистый. Поверхность расчленена долинами притоков и развивающейся овражно-балочной сетью. В верхней и частично в средней частях бассейн реки сложен известняками и гипсами, покрытыми сверху слоем глин и суглинков. Почвы представлены в основном серыми лесными и выщелоченными черноземами. Растительность преимущественно лесостепная, местами встречаются островки ели, пихты, дуба. Залесенность водосбора – 22%, распаханность – около 60%.

В бассейне реки, наряду с плоскостной эрозией, развитие получила эрозия в днищах овражно-балочных систем. Часто наблюдается наложение современных эрозионных форм рельефа на древние. Из-за интенсивного врезания русел ручьев Барсукьелга, Сармышьелга и других происходит провисание пересекающих их трубопроводов. При их повреждении транспортируемая ими продукция просачивается в почвогрунты, вследствие чего происходит химическое загрязнение среды – еще один вид негативного воздействия линейной эрозии на геокомплексы.

Аналогичные эрозионные процессы наблюдаются и на водосборах других малых рек региона. На рис. 3 отчетливо видно увеличение густоты овражно-балочной сети в бассейне р. Курсак за 1960–2002 гг. именно за счет развития малых эрозионных врезов на склонах балок и долин малых рек. Картосхемы на рис. 3А и 3Б составлены на основании анализа крупномасштабных топографических карт, а также их уточнения

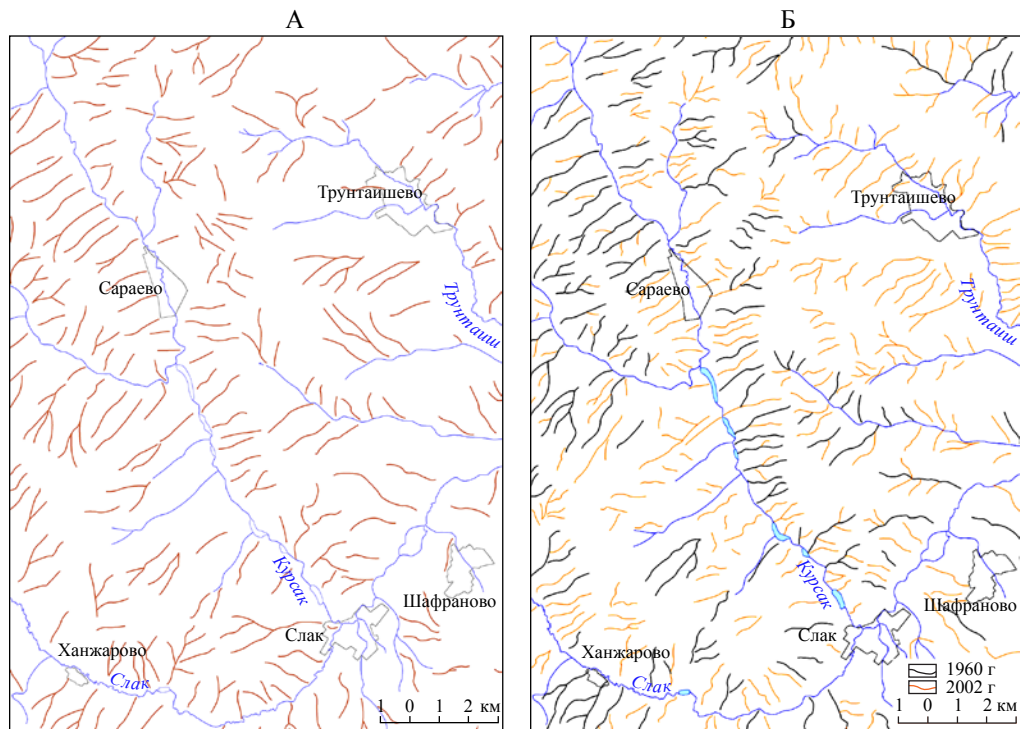


Рис. 3. Изменения овражно-балочных сетей в бассейне р. Курсак в 1960 г. (А) и в 2002 г. (Б)

посредством применения космических снимков высокой разрешающей способности. Было выявлено то, что на уровне 1960 г. общее количество овражно-балочных систем составляло 276 единиц. Из них к 2002 г. сохранились 142, появились 325 новых образований. Таким образом, общее количество изучаемых объектов достигло 467.

В целом эрозийные процессы в Южном Предуралье и на Южном Урале наносят значительный экономический и экологический ущерб хозяйственным объектам, населенным пунктам и водным объектам. Последнее проявляется в том, что выносимые с водосборов продукты эрозии почв приводят к быстрому заилению прудов, русел и пойм самих малых и отчасти средних рек. На устранение негативных последствий ежегодно выделяются значительные средства, что требует необходимости научного обоснования и безотлагательного внедрения механизмов оптимального природопользования на речных водосборах с учетом требований бассейнового принципа и геосистемного подхода. В их числе очевидна необходимость широкомасштабного проведения системы противоэрозийных организационно-хозяйственных, агролесомелиоративных, гидротехнических и других мероприятий, которые в целом будут способствовать минимизации затрат, необходимых для предотвращения, нейтрализации или снижения последствий ускоренной эрозии на речных водосборах.

Заключение

1. Изменение специфики природопользования (землепользования и пастбищного хозяйства) в отдельных регионах страны привело к заметной дифференциации масштабов и интенсивности развития плоскостной и линейной эрозии. При этом на территориях отдельных субъектов РФ (в частности, в Башкортостане) с высоким уровнем

развития землепользования и пастбищного хозяйства сохраняются устойчивые тенденции развития эрозионных процессов, что отличает их от других регионов с заметным замедлением темпов их развития в условиях резкого снижения антропогенных нагрузок на природно-хозяйственные системы речных водосборов.

2. На Южном Урале и в Предуралье наблюдается смещение области активного развития эрозионных процессов из степной, лесостепной зон в лесную, т.е. в те районы, где активные эрозионные процессы ранее не были характерны, что обусловлено сведением лесов и, соответственно, снижением их водорегулирующей значимости.

3. Ускоренное развитие эрозионных процессов на водосборах обуславливает активизацию заиления и обмеления малых и средних рек, с одной стороны, их меандрирование и размывы берегов, с другой.

4. Нормирование масштабов антропогенных нагрузок на водосборы речных бассейнов должно дифференцированно учитывать закономерности развития эрозионных процессов с учетом особенностей естественных (природных) условий и антропогенных факторов, определяющих их интенсивность и формы проявления.

5. Влияние антропогенных факторов обуславливает необходимость широкомасштабного проведения противоэрозионных мероприятий в регионах их активного проявления.

Благодарности. Работа выполнена по планам НИР Башкирского государственного университета и научно-исследовательской лаборатории эрозии почв и русловых процессов им. Н.И. Маккавеева МГУ им. М.В. Ломоносова. Авторы выражают благодарность д.г.н. Л.Ф. Литвину за конструктивный анализ и предложения по статье на стадии ее написания.

Acknowledgments. The work is done according to the plans of scientific research works of Bashkir State University and the Makkaveev laboratory of soil erosion and fluvial processes, M.V. Lomonosov Moscow State University. the authors express their appreciation to the Doctor of Geographical Sciences L.F. Litvin for the constructive analysis and suggestions in the article under the writing.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Маккавеев Н.И.* Русло реки и эрозия в ее бассейне. М.: Изд-во МГУ, 1955. 353 с.
2. *Маккавеев Н.И.* Общие закономерности эрозионно-русловых процессов // Тр. IV Всесоюз. гидрол. съезда. Т. 10. Русловые процессы. Л.: Гидрометеиздат, 1976. С. 8–12.
3. *Маккавеев Н.И.* Эрозионно-аккумулятивные процессы и рельеф русла реки. Избр. труды. М.: Изд-во МГУ, 1998. 287 с.
4. *Сурмач Г.П.* Водная эрозия и борьба с ней. Л.: Гидрометеиздат, 1976. 254 с.
5. *Чалов Р.С.* Географическое направление в изучении эрозионных и русловых процессов // Эрозия почв и русловые процессы. Вып. 9. М.: Изд-во МГУ, 1983. С. 5–14.
6. *Чалов Р.С., Ларионов Г.А., Сидорчук А.Ю.* Учение об эрозионных и русловых процессах: состояние, основные направления и задачи исследования // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 1987. № 2. С. 16–21.
7. Эрозионные процессы. М.: Мысль, 1984. 253 с.
8. *Гареев А.М.* Особенности активизации развития эрозионных процессов в зависимости от увеличения максимального стока на водосборе в условиях деградации природных комплексов / Чистая вода России. Екатеринбург: Изд. РосНИИВХ, 2005. С. 21–22.
9. *Гареев А.М.* Реки, озера и болотные комплексы Республики Башкортостан. Уфа: Гилем, 2012. 246 с.
10. *Ермолаев О.П.* Пояса эрозии в природно-антропогенных ландшафтах речных бассейнов. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1992. 148 с.
11. *Зорина Е.Ф.* Некоторые особенности развития овражной эрозии // Геоморфология. 1987. № 4. С. 62–67.
12. *Зорина Е.Ф.* Овражная эрозия: закономерности и потенциал развития. М.: ГЕОС, 2003. 170 с.
13. *Литвин А.Ф., Кирюхина Н.Г., Добровольская Н.Г.* Современная динамика сельскохозяйственной эрозии в России // Эрозия почв и русловые процессы. Вып. 18. М.: Геогр. ф-т МГУ, 2012. С. 6–23.

14. Мозжерин В.И., Курбанова С.Г. Деятельность человека и эрозионно-русловые системы Среднего Поволжья. Казань: Арт Дизайн, 2004. 128 с.
15. Рысин И.И., Григорьев И.И. Об особенностях развития сельскохозяйственных и техногенных оврагов в Удмуртии // Проблемы флювиальной геоморфологии / Мат-лы XXIX Пленума геоморф. комиссии РАН. Ижевск: Науч. книга, 2006. С. 248–252.
16. Дедков А.П., Мозжерин В.И. О зональности эрозии и стока взвешенных наносов на Русской равнине // Проблемы отраслевой и комплексной географии. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1976. С. 41–54.
17. Рыжов Ю.В. Формирование оврагов на юге Восточной Сибири. Новосибирск: ГЕО, 2015. 180 с.
18. Гареев А.М. Методические вопросы пространственно-временного анализа развития ускоренной эрозии // Четырнадцатое пленарное межвуз. координац. совещ. по проблемам эрозионных, русловых и устьевых процессов. Уфа: Изд-во БашГУ, 1999. С. 14–17.
19. Гареев А.М., Мусин С.Н. Особенности трансформации склонового, речного стока и развития эрозионных процессов в зависимости от влияния пастбищной нагрузки на природные комплексы // Семнадцатое межвуз. координац. совещ. по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов. Краснодар. 2002. С. 79–80.
20. Гареев А.М., Хабибуллин И.Л. Естественные и антропогенные факторы активизации развития эрозионных процессов. Уфа: РИЦ БашГУ, 2010. 121 с.
21. География овражной эрозии. М.: Изд-во МГУ, 2006. 324 с.
22. Махинов А.Н. Современные эрозионные процессы р. Амур // Проблемы флювиальной геоморфологии / Мат-лы XXIX Пленума геоморф. комиссии РАН. Ижевск: Науч. книга, 2006. С. 27–29.
23. Физико-географическое районирование Башкирской АССР. Уч. зап. БашГУ. Т. XVI. Сер. геогр. 1964. № 1. 210 с.
24. Львович М.И. Влияние обработки почвы на сток // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1954. № 5. С. 8–12.
25. Чеботарев А.Н., Харченко С.И. О влиянии зяблевой вспашки на сток // Тр. ГГИ. 1962. Вып. 82. С. 34–49.

REFERENCES

1. Makkaveyev N.I. *Ruslo reki i erozija v ee bassejne* (Riverbed and erosion within its watershed). M. Izd-vo MGU (Publ.), 1955. 353 p.
2. Makkaveyev N.I. Main regularities of erosion-channel processes, in *Ruslovyje protsessy* (River channel processes). Proc. of IV All-Rus. Hydrol. Conf. Iss. 10. L. Gidrometeoizdat (Publ.), 1976. P. 8–12.
3. Makkaveyev N.I. *Eroziionno-akkumulativnyje protsessy i rel'ef rusla reki* (Erosion-accumulative processes and relief of riverbed). Selecta. M. Izd-vo MGU (Publ.), 1998. 287 p.
4. Surmach G.P. *Vodnaya eroziya i bor'ba s ney* (Water erosion and its control). L. Gidrometeoizdat (Publ.), 1976. 254 p.
5. Chalov R.S. Geographical course in erosion and river channel processes study, in *Eroziya pochv i ruslovyje protsessy* (Soil erosion and river channel processes). Iss. 9. M. Izd-vo MGU (Publ.). 1983. P. 5–14.
6. Chalov R.S., Larionov G.A., and Sidorchuk A.Yu. The theory of erosion and channel processes: the state, the main directions and tasks of the study. *Vestn. Mos. Univ. Ser. 5. Geogr.* 1987. No. 2. P. 16–21. (in Russ.)
7. *Eroziionnye protsessy* (Erosional processes). M.: Mysl' (Publ.), 1984. 253 p.
8. Gareev A.M. Features of activation of development of erosion processes depending on the increase in maximum runoff in the catchment area in the conditions of degradation of natural complexes, in *Chistaya voda Rossii* (Pure water of Russia). Ekaterinburg. Izd-vo RosNII VH (Publ.). 2005. P. 21–22.
9. Gareev A.M. *Reki, ozera i bolotnye komplekсы Respubliki Bashkortostan* (Rivers, lakes and marsh complexes of the Republic of Bashkortostan). Ufa: Gilem (Publ.). 2012. 246 p.
10. Ermolaev O.P. *Poyasa erozii v prirodno-antropogennyh landshaftah rechnyh basseynov* (Belts of erosion in natural-anthropogenic landscapes of river basins). Kazan: Izd-vo Kaz. Un-ta (Publ.). 1992. 148 p.
11. Zorina E.F. Some features of the development of gully erosion. *Geomorfologiya (Geomorphology RAS)*. 1987. No. 4. P. 62–67. (in Russ.)
12. Zorina E.F. *Ovrazhnaya eroziya: zakonomernosti i potentsial razvitiya* (Gully erosion: regularities and development potential). M. GEOS (Publ.). 2003. 170 p.
13. Litvin A.F., Kirjuhina N.G., and Dobrovol'skaja N.G. Modern dynamics of agricultural erosion in Russia, in *Eroziya pochv i ruslovyje protsessy* (Soil erosion and channel processes). Iss. 18. M.: Geogr. f-t MGU (Publ.). 2012. P. 6–23.

14. Mozzherin V.I. and Kurbanova S.G. *Deyatel'nost' cheloveka i erozionno-ruslovye sistemy Srednego Povolzh'ya* (Human activity and erosion-channel system of the Middle Volga Region). Kazan': Art Dizain (Publ.). 2004. 128 p.
15. Rysin I.I. and Grigoryev I.I. On the features of the development of agricultural and man-made ravines in Udmurtia, in *Problemy fljuvialnoy geomorfologii* (Problems of fluvial geomorphology). Proc. of XXIX Plenary Meeting of RAS Geom. Com. Izhevsk: Nauch. Kniga (Publ.). 2006. P. 248–252.
16. Dedkov A.P. and Mozzherin V.I. On the zoning of erosion and runoff of suspended sediments in the Russian Plain, in *Problemy otraslevoy i kompleksnoy geografii* (Problems of sectoral and complex geography). Kazan': Izd-vo Kazan. un-ta (Publ.), 1976. P. 41–54.
17. Ryzhov Yu.V. *Formirovanie ovragov na yuge Vostochnoy Sibiri* (Formation of ravines in the south of Eastern Siberia). Novosibirsk. GEO (Publ.), 2015. 180 p.
18. Gareev A.M. Methodological issues of spatio-temporal analysis of the development of accelerated erosion, in *XIV plenarnoe mezhvuz. koordinac. soveshh. po problemam erozionnykh, ruslovykh i ust'evykh processov* (XIV Plenary Interuniv. Coord. Meet. on the problems of erosion, channel and wellhead processes). Ufa: Izd-vo BashGU (Publ.). 1999. P. 14–17.
19. Gareev A.M. and Musin S.N. Features of the transformation of slope, river flow and the development of erosion processes depending on the influence of pasture load on natural complexes, in *XVII mezhvuz. koordinac. soveshh. po probleme erozionnykh, ruslovykh i ust'evykh processov* (XVII Interuniv. Coord. Conf. on the problem of erosion, channel and wellhead processes). Krasnodar. 2002. P. 79–80.
20. Gareev A.M. and Habibullin I.L. *Estestvennye i antropogennye faktory aktivizatsii razvitiya erozionnykh protsessov* (Natural and anthropogenic factors of activation of development of erosion processes). Ufa: RIC BashGU (Publ.), 2010. 121 p.
21. *Geografiya ovrazhnoy erozii* (Geography of the gully erosion). M.: Izd-vo MGU (Publ.). 2006. 324 p.
22. Mahinov A.N. Modern erosion processes the Amur River, in *Problemy fljuvialnoy geomorfologii* (Problems of fluvial geomorphology). Proc. of XXIX Plenary Meeting of RAS Geom. Com. Izhevsk: Nauch. Kniga (Publ.). 2006. P. 27–29.
23. Physics-geographical zoning of the Bashkir ASSR, in *Uchenye zapiski BashGU* (Proceedings of the Bashkir State University). Vol. XVI. Ser geogr. No. 1. 1964. 210 p.
24. L'vovich M.I. Effect of tillage on drainage. *Izv. Akad. Nauk. Ser. Geogr.* 1954. No. 5. P. 8–12. (in Russ.)
25. Chebotarev A.N. and Harchenko S.I. On the influence of autumn plowing on the flow. *Tr. GGI.* 1962. Iss. 82. S. 34–49. (in Russ.)