

S u m m a r y

Altai mountain glaciers are the important indicators of climate variations in the inner part of Eurasia. Analysis of stadial moraines quantity will allow to find out long period temperature and precipitation fluctuations during Late Pleistocene-Holocene if the sufficient number of absolute dates is available. Our researches show the importance of the local oroclimatic conditions for correct estimation of the long-term climate cycles. These conditions have the strong influence on timing, quantity and amplitude of glacier advances. The authors consider the accepted scheme of eight synchronous glacier retreats with 1850-year rhythm inapplicable to Altai glaciers. Now we can study only short period climate fluctuations, juxtaposing them with the modern dynamic of glacier retreats; it is possible due to the permanent monitoring and historical and meteorological data available. The article presents also the Sophysky glacier's retreat velocity data in 20 century. Both historical information and monitoring data were used for this purpose. These monitoring data were obtained during the field researches held by joint Russian-Belgian scientific group in 1997–2000 years. Radiocarbon data have allowed to estimate more precisely the duration of Little Ice Age in Altai. According to this data LIA began in 13th century but not in 16th as it was considered earlier.

УДК 551.435.162(470)

© 2002 г. **В.Р. БЕЛЯЕВ**

**ОСОБЕННОСТИ ОВРАГООБРАЗОВАНИЯ В РАЗНЫХ ПРИРОДНЫХ
УСЛОВИЯХ¹**

В настоящее время исследователями накоплен и обработан обширный материал по морфологии линейных эрозионных форм, механизме овражной эрозии и динамике ее развития. Имеющиеся представления позволяют в каждом конкретном случае с той или иной степенью точности определять историю развития и генезис оврагов, их активность и потенциальную опасность развития эрозионных процессов. При этом наряду с вопросами, связанными непосредственно с эрозионной деятельностью водотока в овраге, не меньшее внимание должно уделяться зональным особенностям оврагообразования, определяющим внешние условия развития оврага, а также непосредственно влияющим на склоновую составляющую процесса оврагообразования и некоторые другие специфические процессы (например, термоэрозия). Эта проблема имеет большое значение как для углубления теоретических представлений о механизме овражной эрозии, так и для усовершенствования методических схем исследований и решения прикладных задач, связанных с прогнозированием овражной эрозии и проектированием противозрозионных мероприятий.

В последнее время в связи с активным освоением новых территорий (особенно в тех природных зонах, которые ранее оставались практически не затронутыми антропогенным воздействием), остро встает необходимость более глубокой разработки этих вопросов. Процесс оврагообразования вообще связан со значительными перестройками природных комплексов, изменением большинства компонентов ландшафта. В случаях же, когда этот процесс инициируется необдуманной хозяйственной деятельностью человека на территориях, для которых естественная овражность практически не характерна, он может привести к катастрофическим последствиям для экосистем и огромным материальным потерям. Учитывая то, что в оврагообразовании подчиняются зональности как многие из основных факторов, так и собственно составляющие процесса (особенно его склоновая компонента), изучение овражной эрозии в этом контексте представляется весьма перспективным, на что указывают в своих работах многие исследователи [1–3 и др.].

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 98-05-64932).

Основная цель данной статьи – выявление тех особенностей формирования, морфологии и динамики овражных форм, которые связаны в первую очередь с зональной спецификой. Для достижения поставленной цели анализировались материалы исследований НИЛ эрозии почв и русловых процессов им. Н.И. Маккавеева, а также некоторых других работ. Кроме того, использовались крупномасштабные картографические материалы и результаты натурных исследований оврагов в следующих районах: 1 – бассейн р. Песчанка, Саратовская область, Аткарский район (степная зона); 2 – бассейн балки Лог Репный, Воронежская область, Семилукский район (лесостепная зона); 3 – УНС (Учебная научная станция) МГУ "Сатино", Калужская область, Боровский район (юг зоны смешанных лесов); 4 – район Бованенковского газоконденсатного месторождения (бассейн р. Се-Яха), п-ов Ямал, Ямало-Ненецкий автономный округ (зона тундры).

Для этих районов проведен анализ морфологии и (при наличии данных) динамики оврагов. Кроме того, дан прогноз максимально возможной длины оврагов (с целью определения потенциала регрессивной линейной эрозии) [4], а также минимальной площади водосбора, необходимой для образования оврага в условиях естественного растительного покрова и для пашни. Модули талого и ливневого стока со склоновых водосборов рассчитывались по методике ГГИ [5], а неразмывающие скорости для различных типов грунтов брались по данным Ц.Е. Мирцхулавы [6,7] и Б.П. Любимова (материалы экспедиционных отчетов). Для тундровой зоны (п-ов Ямал) проведены расчеты возможного развития оврагов на малых водосборах при различном антропогенном воздействии с использованием математической модели, специально разработанной для условий термоэрозии [8].

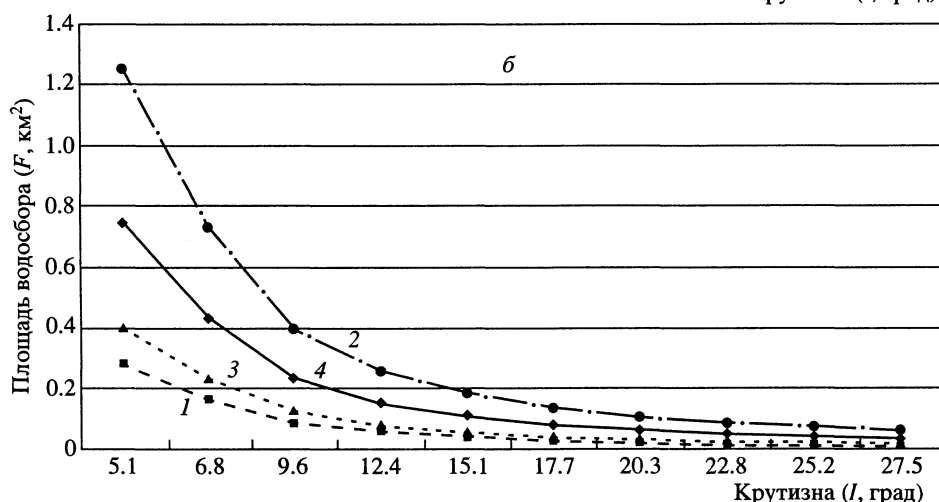
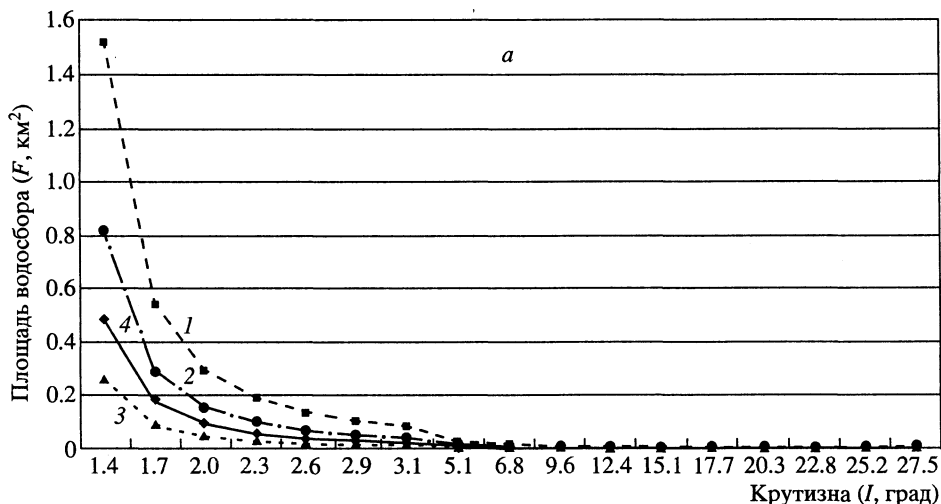
Необходимо отметить, что не всегда можно было соблюсти принцип однородности азональных условий на рассматриваемых ключевых участках, так как выбор делался в пользу наиболее детально исследованных районов. Таким образом, важной задачей является разделение различий развития и проявления процесса оврагообразования, связанных с зональными и азональными условиями. В качестве зональных выступают гидрометеорологические факторы, характер экзогенных рельефообразующих процессов, растительность, почвенный покров и, в какой-то мере, тип и степень хозяйственного использования земель. К азональным условиям относятся геолого-геоморфологическое строение территории, новейшие и современные тектонические движения и, в значительной степени, антропогенный фактор.

Проведенный детальный анализ материалов исследований овражной эрозии в разных природных зонах показал, что хотя овражная эрозия в целом является интразональным процессом, в каждой зоне оврагам присущи свои особенности морфологии и динамики.

Наиболее ярко выраженное свидетельство зональной изменчивости процесса овражной эрозии – это различия динамики временных водотоков, создающих овраги, и различная роль талого и дождевого стока в развитии этих форм рельефа. Полевые наблюдения и расчеты гидрологических характеристик показывают, что если для степной и особенно лесостепной зон основную роль в развитии оврагов играет летний ливневой сток, то для лесной зоны влияние ливневого и талого стока приблизительно выравнивается. Талый сток в основном определяет ежегодный средний прирост параметров оврага (постепенное развитие), а ливневый дает скачкообразные изменения параметров оврага при редких экстремальных метеорологических явлениях. В тундровой зоне дождевые паводки играют гораздо меньшую роль в развитии оврагов, чем снеготаяние, так как имеют максимальные параметры стока, близкие к таковым у талого стока, но гораздо меньшую повторяемость. По-видимому, можно говорить о существовании закономерного уменьшения влияния дождевых паводков на овражную эрозию с юга на север и об увеличении роли снеготаяния в том же направлении.

Скорости роста оврагов также различны в разных природных зонах. И хотя они зачастую определяются стадией развития оврага и степенью антропогенного воздействия, следует отметить, что из рассматриваемых природных зон наибольшие средние скорости роста оврагов (равно как и потенциал регрессивной эрозии) характерны для лесостепной и тундровой зон. В первом случае это связано с наибольшей интенсивностью ливневых дождей в лесостепной зоне, а во втором – с целым комплексом благоприятствующих эрозии факторов (тонкий, трудно восстанавливающийся почвенно-растительный покров; активные склоновые процессы; влияние многолетнемерзлых грунтов и связанных с ними криогенных процессов).

Кроме того, важной характеристикой территории, подчиняющейся закону географической зональности, является количество выпадающих осадков разного вида и та их часть,



Площади водосбора, необходимые для образования оврага в разных природных зонах на суглинистых грунтах для поверхностей, полностью лишенных растительности (а) и полностью задернованных (б) 1 – тундра, 2 – лес, 3 – лесостепь, 4 – степь

которая непосредственно формирует поверхностный сток. Оно, несомненно, испытывает некоторые колебания под влиянием аazonальных факторов (например, инфильтрационная способность грунтов), но все же имеет характерные значения для разных природных зон. Эта важная характеристика определяет, при прочих равных условиях, минимальную площадь водосбора, необходимую для формирования оврага (через расход воды, поступающей непосредственно в эрозионную форму и скорости потока в этот период).

Исходя из критических величин скоростей (под ними понимались размывающие скорости для грунтов, слагающих водосбор) и средних модулей стока для малых водосборов, рассчитаны минимальные площади водосборов (F , km^2), необходимые для образования оврага на первичных склонах различной крутизны (I°) (при условии естественной и полностью сведенной растительности) для всех исследованных районов. При этом расчеты модулей стока проводились для 5%-ной обеспеченности. Полученные закономерности прослеживаются на графиках (рисунок). Для исследуемых водосборов характерны более или менее сходные комплексы пород (за исключением тундровой зоны), что дает возможность сравнивать полученные результаты.

Наименьшие необходимые площади характерны для лесостепной зоны. При средней

крутизне первичных склонов (порядка 3–5°) для образования оврага на суглинистых грунтах, лишенных естественной растительности, в лесостепи достаточно водосбора площадью 0.005–0.015 км². В условиях естественного растительного покрова необходимые площади значительно выше: 0.4–1.4 км², что связано с меньшими модулями летнего стока и большой защитной ролью растительности. Лесная и степная зоны менее благоприятны для развития оврагов в естественных условиях. По-видимому, значительная современная заовраженность степной зоны на 80% имеет антропогенное происхождение [9]. В неменьшей степени это справедливо и для оврагов лесной зоны, где дополнительным неблагоприятным для оврагообразования фактором выступает невозможность образования оврагов в лесу из-за отсутствия концентрированного стока (исключения составляют места естественного нарушения растительного покрова – подмываемые берега рек, гари, свежие оползневые участки и т.п.).

Более сложно интерпретировать данные о минимальной необходимой площади водосбора для оврагов тундровой зоны. С одной стороны, площади водосбора, необходимые для образования оврага на лишенной растительного покрова поверхности для исследованной территории, больше, чем в других природных зонах. Это можно объяснить, во-первых, неоднородностью условий ключевых участков (в исследуемом районе Ямала широко распространены морские тяжелые суглинки, которые более устойчивы к эрозии по сравнению с лёссовидными покровными суглинками на других исследованных участках), а во-вторых, бронирующим влиянием мерзлоты. В то же время образование оврагов здесь при достаточно большой крутизне склонов возможно даже на полностью задернованных поверхностях (при крутизне 3–5° – на водосборах площадью 0.3–0.8 км², что значительно меньше, чем для задернованных склонов в других природных зонах). Это связано не с большими модулями стока, а со слабым почвенно-растительным покровом.

Таким образом, в тундровой зоне растительность слабо защищает грунты от размыва, и при условиях, благоприятствующих концентрации потока, овраги могут образовываться на поверхностях с естественным растительным покровом. Мерзлота на начальном этапе образования оврага является фактором, препятствующим эрозии, однако в дальнейшем ее протаивание способствует активизации склоновых процессов и ускоренной эрозии (термоэрозии), что ускоряет рост оврага. Эти факты еще раз подтверждают вывод о благоприятных для овражной эрозии естественных условий тундровой зоны.

Необходимо отметить, что при увеличении крутизны первичных склонов величина минимальных площадей водосборов сближается для всех природных зон (менее 0.009 км² для площадей, лишенных растительности, и менее 0.4 км² на задернованных склонах крутизной более 10°, сложенных суглинками). Это свидетельствует о том, что при значительной расчлененности рельефа зональные факторы оврагообразования уже не играют большой роли и определяющим условием формирования оврагов является рельеф исходной поверхности.

По прогнозу возможного линейного прироста оврагов потенциал линейной эрозии на территориях, уже в значительной степени освоенных оврагами, в большей степени зависит от первичного рельефа (глубина базисов эрозии, крутизна и длина склонов, первичная расчлененность), чем от влияния зональных факторов. В то же время такие зональные особенности, как быстрое зарастание склонов оврагов и преобладающая роль талого стока, по-видимому, определяют наиболее низкий потенциал линейной эрозии в лесной зоне. В лесостепи возможно проникновение оврагов глубоко в водораздельные пространства, что определяется наименьшей площадью водосбора, необходимой для активного развития оврагов в этой зоне. В тундровой зоне высоким потенциалом регрессивной эрозии обладают склоновые водосборы, в которых есть условия для повышенного (естественного или антропогенного) накопления снега, что связано с преобладанием в ежегодном приросте оврагов роли талого стока.

Наиболее яркие зональные отличия морфологии и динамики оврагов характерны для зоны тундры. Сам механизм воздействия потока на размываемые им грунты здесь настолько специфичен, что получил специальное название – термоэрозия, которое хорошо передает основную особенность процесса: поток не только эродирует многолетнемерзлые грунты, но и "протаивает" их, что значительно увеличивает скорости роста параметров оврага. Кроме того, для оврагов тундры характерны нивальные процессы и процессы термокарста и криопланации, придающие им характерные морфологические черты [8].

В значительной мере зональную специфику оврагообразования определяет другой важный компонент процесса – его склоновая составляющая. Склоновые процессы на бортах и в вершине оврага наряду с эрозионными формируют его морфологический облик.

Поскольку для различных природных зон характерны разные комплексы склоновых процессов, то их зональные особенности должны проявляться и во взаимодействии с флювиальными процессами [3].

Наиболее ярко проявляются зональные особенности склоновых процессов в тундровой зоне. Здесь развивается целый комплекс процессов, связанных с распространением многолетнемерзлых грунтов. Это солифлюкция и крип, посткриогенные оползни и сплывы по вытаявающим льдам. Результат воздействия этих процессов – особый морфологический облик тундровых оврагов, значительно отличающийся от "классической" формы активного оврага [3]. Скорость переработки материала склоновыми и эрозионными процессами здесь сравнима в отличие от других природных зон, где на стадии активного роста эрозия значительно опережает склоновые процессы, поэтому даже активно растущие овраги зачастую не имеют здесь свежего морфологического облика или приобретают его только в периоды интенсивного стока. Для них характерны более пологие склоны, часто плоские или пологовогнутые днища, заполненные склоновыми отложениями. Вершины и днища оврагов наряду со склонами также могут являться зоной активных солифлюкционных процессов, что существенно изменяет их морфологию (солифлюкционные языки в днищах оврагов, нагромождения сплывших блоков дернины в вершинах и т.д.).

Различия склоновых процессов в других исследованных природных зонах не столь четко морфологически выражены. Они связаны скорее с различной скоростью зарастания бортов оврагов, когда происходит смена одних ведущих процессов другими. Быстрее всего зарастают борта оврагов в лесной зоне, что обуславливает также меньшую длительность цикла активного оврагообразования. Это, по-видимому, является одной из причин того, что овраги лесной зоны редко достигают таких размеров, как овраги лесостепи и степи, где склоны оврагов зарастают медленнее из-за распространения других растительных сообществ.

Наконец, и антропогенное воздействие тоже несомненно имеет зональную изменчивость, причем в разных природных зонах различаются как типы антропогенного вмешательства, так и продолжительность воздействия. Давняя история сельскохозяйственного освоения степной и лесостепной зон обусловила развитие здесь густой овражной сети, в то время как в лесной зоне ее густота гораздо меньше, за исключением южных районов, также давно осваиваемых человеком. Вероятно, именно сельскохозяйственное освоение территории, в свою очередь зависящее от климата и растительности, определяет в значительной мере различия густоты овражной сети в разных природных зонах на Русской равнине.

Из сказанного выше следует, что естественные условия каждой зоны создают в различной степени выраженные отличия оврагообразования, присущие данной конкретной зоне, по сравнению с остальными. В этой связи важную научную и практическую роль играет выявление зональных особенностей овражной эрозии и ее количественных характеристик, а главное – разработка методики их учета на практике при работах, так или иначе связанных с решением проблемы противоэрозионной защиты тех или иных территорий или объектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Косов Б.Ф. Географический фактор развития овражной эрозии // Науч. докл. высш. шк. Геол.-географ. науки. 1958. № 2. С. 18-24.
2. Косов Б.Ф., Константинова Г.С. Особенности овражной эрозии в тундре // Эрозия почв и русловые процессы. Вып. 1. М.: Изд-во МГУ, 1970. С. 157–161.
3. Любимов Б.П. Зональные особенности овражной эрозии // Геоморфология. 1998. № 1. С. 68–73.
4. Зорина Е.Ф. Расчетные методы определения потенциала овражной эрозии // Эрозия почв и русловые процессы. Вып. 7. М.: Изд-во МГУ, 1979. С. 81–90.
5. Инструкция по определению расчетных гидрологических характеристик при проектировании противоэрозионных мероприятий на европейской территории СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1979. 49 с.
6. Мирцхулава Ц.Е. Основы физики и механики эрозии русел. Л.: Гидрометеиздат, 1988. 303 с.
7. Мирцхулава Ц.Е. Инженерные методы расчета и прогноза водной эрозии. М.: Колос, 1970. 240 с.
8. Сидорчук А.Ю. Динамическая модель овражной эрозии // Геоморфология. 1998. № 4. С. 28–38.
9. Косов Б.Ф. Рельефообразующая роль антропогенной овражной эрозии // Вестн. МГУ. Сер. 5. География. 1978. № 5. С. 19–26.

CHARACTERISTICS OF GULLY FORMATION AT THE DIFFERENT NATURAL SETTINGS

V.R. BELIAEV

S u m m a r y

Field research data, including route and stationary data obtained by Research Institute of Soil Erosion and Channel Processes as well as published data were used to analyze the peculiar features of the gully formation under different natural conditions. Four test sites were taken: in the steppe zone, forest-steppe zone, the southern part of the mixed forest zone and tundra zone. The impact of melt-water and storm rainfall was shown, minimal catch basin area necessary for gullies rise was evaluated as in natural conditions and under strong human impact. Simultaneous action of zonal and local factors of gully formation was analyzed.