

ЗОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОВРАЖНОЙ ЭРОЗИИ

Одной из основных задач при изучении овражной эрозии и, в частности роста оврагов, является проблема учета широкого спектра географических условий и факторов оврагообразования, предопределенных как зональными, так и региональными особенностями ландшафтов. В настоящее время в овраговедении наметился универсальный подход к разработке методических схем исследований и прогнозных оценок, мало учитывающий зональные особенности развития овражной эрозии. По единообразной методической схеме исследуется оврагообразование во всех зонах, как говорится, "от полюса до экватора". Однако вряд ли это правильно. Несмотря на универсальность распространения оврагов как форм рельефа в самых различных ландшафтных зонах, в каждой из них процесс овражной эрозии имеет свою специфику. Это ярко проявляется как в русловой, так и в склоновой составляющей процесса и, в конечном итоге, выражается в различных геоморфологических особенностях развития овражной эрозии и морфологии самих оврагов в каждой из ландшафтных зон.

В русловой составляющей процесса специфика оврагообразования определяется климатическими особенностями талого и ливневого стока: его объемом, количественными соотношениями, сроками, продолжительностью и характером прохождения. Обычно это учитывается при гидрологических исследованиях овражной эрозии, но на конкретные инженерно-геологические и мерзлотные условия, в которых осуществляется сток, мало обращается внимания. Так, например, талый сток по мерзлому основанию не способен осуществить эрозионную работу в русле оврага, и поэтому расчеты только по объему талого стока окажутся вряд ли адекватными конкретной обстановке. Необходим учет эрозионной работы потока в русле по мерзлому, талому или сухому основанию, особенностей фильтрации и водопоглощения в различных породах русла. Известно, что баланс эрозии и аккумуляции на разных участках русла в оврагах неравномерен, но до сих пор мало обращалось внимания на зональные и региональные особенности, предопределяющие эту неравномерность, а именно: на Севере в мерзлотной зоне – это особенности и специфика термоэрозии в различных породах, а также влияние снежников в оврагах на характер и локальное перераспределение стока. В гумидной зоне умеренных широт, в зоне распространения легких лессовидных суглинков на баланс эрозии и аккумуляции на разных участках русла часто влияет не поверхностный сток, а грунтовое просачивание вод по трещинам и понорам, и осуществление или суффозии, особенно ярко проявляющейся в водобойных колодцах и на участках ступенеобразных перепадов. Еще более ярко суффозионные процессы проявляются в типичных лёссах аридной зоны. Здесь часто овраги образуются на участках суффозионного подземного просачивания при отсутствии или при очень слабом поверхностном стоке.

Однако особенно ярко влияние зональных условий проявляется в склоновой составляющей процесса овражной эрозии, которую многие исследователи, к сожалению, или вообще игнорируют, или недооценивают. Склоновая составляющая до сих пор не входит в применяемые формулы и методические схемы исследований процесса оврагообразования, а ведь именно соотношение склоновых и русловых процессов в русле и по бортам оврага и формирует овраг, баланс эрозии и аккумуляции на его различных участках и морфологию самой формы рельефа.

Один из выдающихся исследователей овражной эрозии Б.Ф. Косов, основатель овраговедения в Московском университете, проводя исследования оврагов в различных географических зонах и регионах нашей страны, обратил внимание, во-первых, на то, что овражные формы есть всюду, во всех ландшафтных зонах и, во-вторых, на специфику процесса оврагообразования в каждой из этих зон, предопределенную в основном склоновой составляющей процесса, поскольку именно склоновые процессы носят четко выраженный зональный характер [1].

Проводя в течение ряда лет совместные исследования с Б.Ф. Косовым и в дальнейшем уже без него, мы специально исследовали особенности оврагообразования в разных зональных условиях: 1) в зоне тундры: на севере Большеземельской и Малоземельской тундры Печорской низменности, в Воркутинском районе, на севере Гыданского полуострова

Западно-Сибирской равнины [2–4]; 2) в лесной гумидной зоне в районах Северных Увалов (Кировская обл.), Ивановской, Нижегородской и в Калужской областях, на Сатинском полигоне МГУ [5]; 3) в лесостепной зоне на юге Нечерноземья, в Тульской, Рязанской и Орловской областях [6]; 4) в степной зоне в Воронежской, Саратовской, Оренбургской областях, Ставропольском и Алтайском краях, а также на юге Украины; 5) в пустынной зоне, в Узбекистане [7].

Овраги на Севере, в зоне тундры и лесотундры существенно отличаются по механизму образования и по морфологии от оврагов умеренных широт. По нашему мнению, это особый зональный тип оврагов. Специфика здесь состоит прежде всего в участии мерзлотных и нивальных процессов в их формировании. В последнее время наметились пути специализированного подхода к таким оврагам [8, 9]. Особенности овражной эрозии и типы оврагов в зоне тундры были описаны Б.Ф. Косовым [10] и нами [2–4]. В.Л. Познанин считает овражную эрозию в зоне тундры особым "русловым криогенным процессом" [9], в его расчетных формулах учитывается термическое состояние мерзлых пород, устанавливается термоэрозийный экстремум, при котором может происходить гидротермическое разрушение многолетнемерзлых пород.

Овражная эрозия на Севере – это скорее посткриогенный процесс, так как главное здесь не криогенное промерзание в русле (например, образование наледей), а посткриогенное протаивание и термоэрозия. Другой важнейшей чертой оврагов на Севере мы считаем участие в их формировании зональных нивальных процессов, а также процессов солифлюкции и термокарста на овражных склонах [2, 3]. В поверхностных формах, каковыми являются овраги, не могут действовать только мерзлотные процессы; здесь принимают участие и нивальные процессы (поскольку снежники всегда располагаются в этих отрицательных формах рельефа), и все зональные процессы на овражных склонах. Различные типы снежников, лежащих в оврагах (весенние снежники, снежники-перелетки), особенности их протаивания (по периферии, по дну) в зависимости от экспозиции склонов – все это влияет на характер формирования и морфологический тип оврагов.

Нами были выделены следующие типы нивально-флювиальных форм, образованных в зависимости от типа лежащих в них снежников и экспозиции склонов: 1 – глубокие, каньонообразные овраги, с сравнительно симметричными по поперечному профилю склонами, на затененном дне которых лежат снежники-перелетки, а эрозия осуществляется в основном по периферии бортов и под днищем снежника (склоны симметричны лишь при субмеридиональной ориентировке оврагов). В ходе постепенного развития и расширения таких форм вдоль бортов они переходят в следующий тип; 2 – широкие формы с плоским днищем, с сравнительно симметричным поперечным профилем, с весенними снежниками вдоль бортов и с центральным руслом (в начальный период весны тело снежника занимает все русло и сток осуществляется лишь вдоль бортов оврага). Такие формы с плоским днищем очень напоминают по поперечному профилю и по морфологии обычные балки, но это абсолютно свежие молодые формы, отличающиеся от обычных балок еще одной специфичной чертой – наклон плоского днища под снежниками может достигать до 25–40°, чего никогда не бывает при обычной планации водного потока; 3 – наиболее распространенными на Севере являются овраги с асимметричными по поперечному профилю склонами, когда под крутым склоном северной экспозиции с весенним или летним снежником по его периферии проходит временное русло, а склон южной экспозиции сравнительно пологий, без снежника и формируется под воздействием процессов солифлюкции; почти такой же характер имеют овражные формы диагональной по отношению к меридиану ориентировки. Наличие асимметричных форм и плоскодонных оврагов с очень крутым наклоном плоского днища является специфичной чертой лишь нивально-флювиальных образований. Без привлечения анализа нивального влияния на овраги в зоне тундры нельзя также объяснить наличие кароподобных или грушевидных форм вершин оврагов, поскольку в них всегда залегают весенние и летние снежники.

Влияние мерзлотных процессов проявляется и в плановом рисунке овражной сети. Известно, что в умеренных и южных широтах овражная сеть, как правило, имеет древовидный характер. Здесь же овражная сеть формируется обычно по мерзлотной полигональной сети, развиваясь первоначально при термоэрозийном протаивании льда по мерзлотным трещинам. Поэтому, наследуя и проявляя систему мерзлотных полигонов, овражная сеть образует в плане ортогональные, решетчатые, иногда ромбовидные системы. При этом четко проявляется система мерзлотных блоков, что видно и по аэроснимкам, крупномасштабным планам или при фотосъемке с вертолета [2, 3].

Эта же мерзлотная полигональная сеть вблизи крутых обрывов морских и речных

берегов приводит к формированию характерной пильчатой или зубчатой в плане системы оврагов вдоль этих обрывов. Овраги образуются по термокарстовым ложбинам протаявшего полигонально-жильного льда. В них также обычно залегают снежники (весенние и перелетки). В зависимости от типа мерзлотных полигонов, возраста террасовой поверхности и криогенных условий района находятся размеры полигонов и частота оврагов вдоль бортов обрывов – от нескольких до десятков и сотен метров.

Совместное влияние мерзлотных и нивальных процессов приводит к формированию на Севере в зоне тундры специфических нивально-мерзлотных форм оврагов. Однако влияние этих процессов, правда в меньшей степени, сказывается и далеко на юг от тундровой зоны – всюду там, где выпадает снег и в оврагах формируются и сохраняются длительное время снежники. Например, совершенно неожиданно для себя мы обнаружили в июне месяце снежники в глубоких лесных, плотно затененных оврагах в Саратовской области, в районе пос. Песчанка Аткарского района. Эти снежники выполняют здесь роль криоконсервантов и препятствуют эрозии по днищу.

Недостаток мерзлотных условий в зоне умеренных широт также может привести к результатам, резко отличным от таковых при обычном прогнозе только по жидкому стоку. Натурные наблюдения на стационаре Боровской станции МГУ в Калужской области показали, что при "дружной" весне, быстром сходе весеннего паводка по еще непротаявшему мерзлому основанию в днище оврагов сток может просто как бы скатиться в реку, не произведя в овраге глубинной эрозии. Такой же "нулевой" эрозионный результат в оврагах может быть и при "затяжной" весне, в условиях длительного периода ясной антициклональной погоды, ночных заморозках и слабых положительных температурах днем, когда слабый сток в послеполуденные часы не может даже прочистить русло, и настоящая глубинная эрозионная работа также не будет происходить (как это было, например, весной 1997 г.). Глубинная овражная эрозия может проявляться лишь при наиболее благоприятных условиях, когда перед паводком происходит глубокое термоэрозионное протаивание грунтов. Лишь в таких случаях талый жидкий сток осуществляет глубинный и боковой врез в оврагах, и гидрологические расчеты по жидкому стоку оправдываются при прогнозе роста оврагов.

В лесной и лесостепной зонах развиты типичные овражные формы, описанные первыми исследователями оврагов. Наиболее распространены овраги в лесостепной и степной зонах. Это объясняется не только и не столько естественными природными факторами (интенсивный талый и ливневой сток), сколько мощным антропогенным воздействием (вырубкой лесов и распашкой земель). Здесь имеются наблюдения над развитием овражных форм от их первоначального возникновения, бурного роста и вплоть до постепенного отмирания. Одним из таких эталонных объектов, безусловно, можно считать овраг, описанный Э.Э. Керном в 1897 г. [11] и через 90 лет обследованный группой сотрудников МГУ [12]. Овраг находится вблизи д. Красногорье (бывш. Ведмино) Ефремовского района Тульской области. Рост оврагов здесь начинался лишь при вырубке лесов в послереформенное время, после 1861 г. За первые 60 лет своего развития, когда его исследовал Э.Э. Керн, длина его достигла 417 м и он прорезал верхнюю пачку глин и суглинков мощностью до 20–25 м. В последующие годы овраг продолжал активно расти, хотя скорость его роста значительно снизилась из-за вреза в подстилающие плотные осадочные породы (известняки и доломиты мощностью более 50 м). Общая длина оврага сейчас 617 м. При глубине базиса эрозии 75 м предельная расчетная длина оврага может составить 1500 м, если не будут проведены противоовражные мероприятия.

Во все расчеты роста оврагов по природным параметрам в районе интенсивного сельскохозяйственного освоения вмешивается антропогенный фактор. Наверное поэтому многие исследователи оврагов в этой зоне считали овраги типичными антропогенными формами и не признавали существование естественных оврагов. Поскольку тенденции развития процесса овражной эрозии в этих районах теснейшим образом связаны с темпами и направлением хозяйственной деятельности человека, а последняя, по мнению этих исследователей, однозначно развивается в сторону дальнейшей интенсификации, и рост оврагов рисуется как безграничный, вплоть до водоразделов. Однако и тенденции развития, и ее реализация в различных районах лесостепной и степной зоны далеко неоднозначны и неравномерны.

Исследования группы сотрудников МГУ на юге Нечерноземья [6] показали эту неоднозначность и неравномерность на примере Орловской, Тульской и Рязанской областей. Особенно наглядно это видно из сопоставления наших материалов и материалов специальных овражных карт начала века, составленных А.С. Козменко [13]. Б.Ф. Косов провел

специальный анализ на примере бассейнов рек Зуша, Труды и Плава в Орловской и Тульской областях [14]. Оказалось, что тенденция роста оврагов сохранилась лишь на 5–40% территории различных районов, но преобладает сокращение овражной сети – в среднем на 70% территории, хотя появились участки с новыми растущими оврагами. Если считать все овраги вместе (и отмирающие, и растущие), то их общее число увеличилось, но при раздельном анализе на фоне образования новых оврагов происходит гораздо более быстрое сокращение общего числа растущих оврагов в результате отмирания большого их числа. Нет общей, четко выраженной тенденции только роста оврагов. Анализ показывает неравномерность этого процесса как в пространстве, так и во времени.

Пульсации происходят не только по циклическим естественным причинам изменения водности, но и по антропогенным причинам. Ведь и распашка земель не увеличивалась равномерно год от года, а в военные годы (1941–1943) ее здесь или вообще не было, или она была весьма незначительной, что привело к естественному зарастанию оврагов и их отмиранию. Анализ материалов показывает, что процесс овражной эрозии дискретен и неоднозначен как по отдельным районам, так, разумеется, и для природной зоны в целом. Хотя, конечно, можно говорить об относительном увеличении интенсивности овражной эрозии в районах и за период интенсивного сельскохозяйственного освоения.

Морфология оврагов лесостепной и степной зон описана многими исследователями, в частности А.Г. Рожковым [15], имеется описание оврагов и в монографии "Овражная эрозия" [6]. Подчеркнем здесь лишь характерные черты: 1) наличие свежего эрозионного вреза, водобойного колодца в верховье оврага; 2) покрывающиеся растительностью и постепенно выполаживающиеся склоновыми процессами бортовые откосы в средней части оврагов; 3) наличие в большинстве случаев аккумулятивного конуса выноса в низовье оврага. Об активности роста оврага можно судить либо анализируя скорости верхнего эрозионного вреза, либо по объему аккумуляции в конусе выноса (если этот материал сохраняется, например, на поверхности террасы или на днище балки, и не выносятся рекой по течению). Об отмирании оврага говорят, когда верхний врез зарастает и прекращается его линейный рост. Хотя, как показали лабораторные экспериментальные исследования И.И. Никольской [16], при прекращении линейного роста еще очень долго происходит объемное и плановое расширение оврагов, т.е. рост его продолжается. Цикличность эрозионно-аккумулятивных процессов в оврагах можно определить по погребенным почвенным горизонтам в качестве маркирующих, производя анализ разрезов овражных отложений в средней и нижних частях оврагов. Тенденции в развитии эрозионной сети можно проследить и при общем анализе баланса наносов в разных звеньях сети: оврагах – балках – малой реке. В частности, такие исследования проводились сотрудниками МГУ в бассейне р. Протвы [5] и в ряде бассейнов малых рек степной зоны [17]. Общий вывод об относительном увеличении интенсивности роста оврагов за антропогенный период освоения распаханых территорий в лесостепной и степной зонах безусловно верен, но при этом мы подчеркиваем, что процесс овражной эрозии дискретен и неоднозначен для отдельных районов и отрезков времени, что эту тенденцию мы не распространяем на ландшафтную зону в целом, в частности, ее нельзя распространить на неосвоенные или малоосвоенные территории в других регионах, вне Европейской России.

Наблюдения за оврагами в пустынной зоне – в Узбекистане – показали, что по морфологии они не похожи на типичные овраги средней полосы России. Пустынные овраги сохраняют крутые эрозионные стенки не только в верховьях, но почти на всем протяжении оврага. Они очень слабо зарастают, бортовые откосы слабо выполаживаются при процессах осыпания. Овраги как бы "консервируются" в "свежем" эрозионном виде. Овраги в естественных условиях образуются при очень редких ливнях. Антропогенные ирригационные овраги широко распространены в районах освоения. Они имеют такой же морфологический облик, как и естественные пустынные овраги: крутые бортовые откосы, четкие русловые формы. Скорости роста ирригационных оврагов в Узбекистане иногда на порядок и больше превосходят скорости роста оврагов умеренных широт: зафиксированы скорости до 400 и даже 700 м/год [7]. Это объясняется легкой эрозионной размыаемостью лёссовых пород при наличии больших глубин базисов эрозии ($v_p = 0,3\text{--}0,5$ м/с, $H > 50$ м). Пустынные овраги являются в большей степени чисто эрозионными формами, поскольку склоновые процессы в сухих лёссовых породах (осыпание и оловое развезание) не так интенсивны, как в гумидной зоне или на Севере. Однако овраги в песках здесь быстро нивелируются за счет дефляции. В более плотных осадочных породах, например, вдоль обрыва плато Устюрт, овраги также очень долго сохраняют крутые стенки эрозионных врезов; это могут быть и сравнительно свежие врезы, и весьма древние формы, но все они носят черты типичных

овражных форм: по поперечному профилю – каньонообразные, V-образные и с плоским днищем, по продольному профилю – ступенчатые и постепенно выполаживающиеся.

Пример исследования оврагов в различных природных зонах показывает, что анализ зональных особенностей и типов развития овражной эрозии должен помочь перейти от универсальных методов к выработке дифференцированного по зонам подхода к изучению процесса и к созданию в дальнейшем зональных схем и блоков расчета при прогнозе овражной эрозии, в котором были бы учтены как зональная специфика руслового стока, так и зональные склоновые процессы на овражных склонах. Овражные формы многообразны, поэтому необходимо учитывать их зональную специфику как при полевых геоморфологических исследованиях, так и при разработке расчетных методов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Косов Б.Ф. Заметки об овражной эрозии в тундре, лесной зоне, лесостепи и в пустыне // Вопросы эрозии и стока. М.: Изд-во МГУ, 1962. С. 191–208.
2. Любимов Б.П. Нивально-мерзлотный морфогенез в зоне субарктических тундр на равнинах Европейского Севера СССР (на примере северо-запада Печорской низменности); Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М.: МГУ, 1969. 25 с.
3. Любимов Б.П. Типы оврагов и балок в тундре на севере Печорской низменности и Гыданского полуострова // Эрозия почв и русловые процессы. Вып. 1. М.: Изд-во МГУ, 1970. С. 162–171.
4. Жаркова Ю.Г., Любимов Б.П. Эрозионные процессы в тундровой зоне ЕТС // Вестн. МГУ. Сер. 5. География. 1990. № 3. С. 106–111.
5. Исследование стока воды и наносов на склоновых водосборах р. Протвы / Под ред. Чалова Р.С. и Литвина Л.Ф. М., 1987. 210 с. Деп. в ВИНТИ, № 6389-B87.
6. Овражная эрозия / Под ред. Чалова Р.С. М.: Изд-во МГУ, 1989. 168 с.
7. Любимов Б.П., Нигматов А.Н. Особенности проявления и региональные закономерности распространения овражной эрозии по территории Узбекистана // Девятое межвуз. коорд. совещ. по проблеме эроз., русл. и устьевых процессов. Брянск., 1994. С. 81–83.
8. Воскресенский К.С., Земчихин В.К., Чистов С.В. Оценка и прогноз термоэрозионного оврагообразования на Севере Западной Сибири // М., 1987. 87 с. Деп. в ВИНТИ, № 6450-B87.
9. Познанин В.Л. Природа овражной термоэрозии: Автореф. дис. ... докт. географ. наук. М.: МГУ, 1995. 33 с.
10. 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.
11. Керн Э.Э. Овраги, их закрепление, облесение и запруживание / Изд. 3-е доп. М.: 1897, 159 с.
12. Зорина Е.Ф., Любимов Б.П., Морякова Л.А. и др. История и прогноз развития оврага, исследованного в конце XIX в. Э.Э. Керном // Геоморфология. 1984. № 3. С. 54–59.
13. Козменко А.С. Гидрологические исследования Тульской губернии // Тр. Тульского губ. земства по гидрол. исслед. Тульской губ. М., 1912. 5 карт и объясн. зап. 15 с.
14. Косов Е.Ф. Рост антропогенной овражной сети в бассейнах рек Зуша, Труды и Плава // Вестн. МГУ. Сер. 5. География. 1981. № 3. С. 23–28.
15. Рожков А.Г. Борьба с оврагами. М.: Колос, 1981. 200 с.
16. Никольская И.И. Экспериментальные исследования формирования продольного профиля оврага // Вестн. МГУ. Сер. 5. География. 1977. № 4. С. 99–103.
17. Веретенникова М.В., Добровольская Н.Г., Жук И.Л. и др. Баланс наносов в геоморфологическом эрозионно-аккумулятивном комплексе на малом водосборе // Экзогенные процессы и окружающая среда. М.: Наука, 1990. С. 89–97.

Московский государственный университет
Географический факультет

Поступила в редакцию
05.08.97

ZONAL FEATURES OF GULLY EROSION

B.P. LUBIMOV

Summary

Gullies occur in different climatic zones. In each zone gully erosion process has its own particularity: both in the channel component and in the slope one. Eventually it effects geomorphological structure of gullies. These particularities were investigated in tundra, forest, forest-steppe, steppe, and desert zones. Zonal features need special approaches in field researches as well as in the development of the computative prognostic methods.