

Accumulation in the bottom gullies activates the filling of the bank gullies and retards their heads growth. Cyclic alternation of gullies deepening and filling is caused by internal regularities of erosion-accumulation process. Bottom accumulation in gullies may be used in slope erosion protection.

УДК 551.435.162(470.1/.25 + 571.1/5)

© 2000 г.

Б.П. ЛЮБИМОВ

ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОВРАЖНОЙ ЭРОЗИИ В ЗОНЕ ТУНДРЫ¹

В нашей работе, посвященной зональным особенностям овражной эрозии [1], говорилось об общих закономерностях, присущих различным зонам. Следует, наверное, подробнее разобрать зональные особенности овражной эрозии по каждой зоне, чтобы показать более конкретно, как влияют различия зонального характера на геоморфологию и механизм развития оврагов. В качестве первого такого примера выбрана зона тундры, в которой автор работал много лет и где накоплено достаточно материала для анализа.

По овражной эрозии в тундре в последнее время появилось много новых публикаций, в которых основной упор делается на анализ процесса термоэрозии и на модели развития оврагов по законам классической гидромеханики [2–4]. Это, безусловно, новый и очень важный аспект изучения процесса овражной эрозии, поскольку он дает в первом приближении количественную характеристику и прогноз развития процесса.

Однако, по нашему мнению, все обстоит не так просто. В зоне тундры протекают не только процессы термоэрозии. В оврагах и на овражных склонах активны зональные процессы нивации, солифлюкции, термокарста. Отрицательные линейные формы, каковыми являются овраги, заполнены снежниками, которые в течение весны или всего лета существенно перераспределяют сток и тем самым приводят к несколько иному типу развития оврага, чем при "чистой" термоэрозии. Абстрагироваться от этих зональных процессов при первом приближении и ограничиться только анализом процесса эрозии или термоэрозии можно, но при дальнейшем, более углубленном анализе желательно их учесть.

Сравнивая геоморфологию оврагов и механизм их формирования в зоне тундры и в более южных зонах, возникают следующие вопросы: 1. почему вершины оврагов в тундре, почти всегда заполненные снежниками (весенними и перелетками), имеют циркуобразную или грушевидную форму в плане в отличие от клиновидных и каньонообразных форм южных зон? 2. почему в продольном профиле оврагов в тундре и их отвершков в самой верхней части почти всегда имеется некоторая площадка или даже углубление, соответствующие зоне нивальной консервации и залегающим в вершине снежникам? 3. почему поперечные профили оврагов в тундре помимо "южного" клиновидного V-образного отличаются большим разнообразием (здесь и различные виды асимметричных профилей, и ящикообразные, и корытообразные?) 4. каким образом может сочетаться плоская форма днища с очень крутым продольным профилем оврага? 5. почему в плановом рисунке овражной сети не всегда наблюдается

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 97-05-64096).

древовидный характер, обычный для южных зон, а проявляется ортогональный, решетчатый и ромбовидный рисунок, характерный для мерзлотных полигонов Севера? б. какие закономерности влияют на динамику развития оврагов помимо чисто термоэрозионных процессов? Ведь при термоэрозии процесс односторонне и однозначно должен приводить к дальнейшему саморазвитию и росту оврагов, в то время как в действительности даже самые активные в первые стадии роста антропогенные овраги через сравнительно непродолжительные отрезки времени под влиянием естественных процессов солифлюкции на склонах заравниваются, зарастают растительностью и прекращают свой рост. Попытаемся ответить на эти вопросы, привлекая материал собственных наблюдений в Воркутинском районе, на севере Большеземельской и Малоземельской тундры в низовьях Печоры, на Гыданском полуострове в Западной Сибири и опубликованные материалы других авторов.

На морфологию оврагов и их вершин самое существенное влияние оказывают не только термоэрозионные (а в начальные этапы и чисто эрозионные процессы в протаявшем деятельном слое), но и мерзлотные, и нивальные процессы. Приведем пример формирования свежей эрозионной промоины и начального овражного врез в Воркутинском районе [5]: на территории бывшего совхоза "Центральный" во время одного только дождя 9 июля 1987 г. на свежеспаханном поле, засеянном овсяно-гороховой смесью при проективном покрытии менее 10% на склоне крутизной 3–5°, сложенном супесями и легкими суглинками (для них неразмывающие скорости $v = 0,7$ м/с) образовалась густая сеть промоин и рытвин глубиной до 0,7 м с V-образным и ящикообразным поперечным профилем при ширине плоского днища в нижних частях склона до 1,2–1,5 м. На территории этого хозяйства нами наблюдались овраги, длительно формировавшиеся (от 5 до 30 лет) и имеющие глубину от 0,6 до 4–6 м. Это антропогенные овраги на пашне и в отличие от естественных нивально-эрозионных форм они, как правило, неглубокие, не имеют на днище или по бортам длительно сохраняющихся снежников. Мелкие формы ежегодно перепахиваются и заравниваются. Однако крупные глубокие овраги начинают развиваться уже по зональному типу, т.е. при участии процессов нивации и термоэрозии.

Естественные овраги в зоне тундры формируются по протаявшим понижениям мерзлотных полигонов, главным образом, вблизи каких-либо уступов и перепадов в рельефе (озерных, морских и речных террас, вдоль речных обрывов берегов). Характернейшая черта оврагов в тундре – наличие в них снежников. Последние занимают привершинную часть оврага и способствуют формированию здесь циркообразного понижения, поскольку сток и основная эрозионная работа осуществляются по периферии снежников. Геоморфологическая роль снежников в формировании циркообразных вершин оврагов в зоне тундры и в более южных районах широко известна и описана в литературе [6–9]. К сожалению, увлечение в настоящее время чисто гидрологическими аспектами развития оврагов привело к игнорированию нивальной специфики. Снежники не только способствуют перераспределению стока в вершине оврага, но и в значительной степени замедляют линейный рост вершины, не говоря уже о глубинном врезе в привершинной части. Современные прогнозные оценки линейного и глубинного роста оврагов в тундре выполнены, как правило, без учета замедляющего и консервирующего влияния снежников.

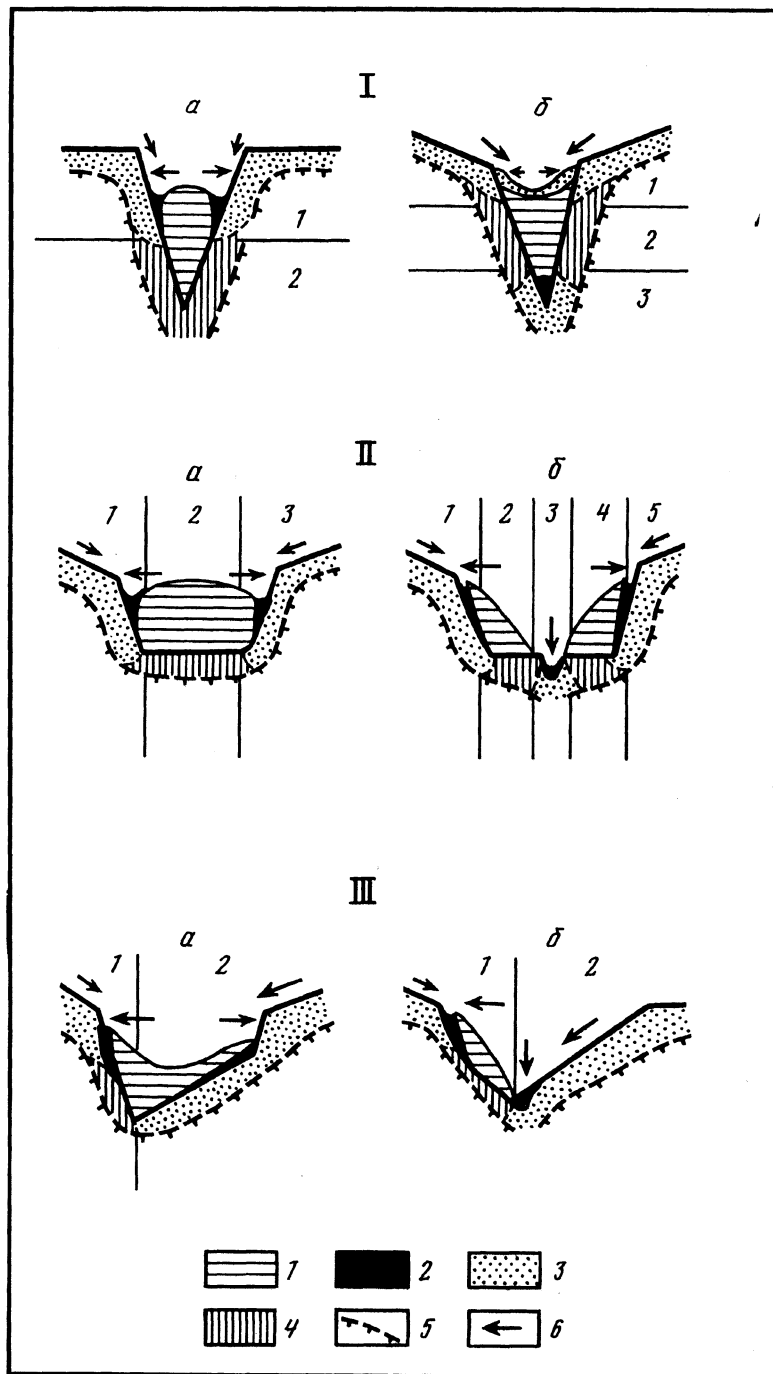
Роль сезонной и многолетней мерзлоты в образовании оврагов и их динамике далеко не так однозначна, как показывается в настоящее время в ряде современных публикаций. Там, где не нарушен естественный почвенно-растительный покров и нет условий для развития усиленной антропогенной термоэрозии, а также в условиях плоского равнинного рельефа мерзлота в основном сдерживает и тормозит развитие эрозионных овражных форм. Однако при протаивании сезонной мерзлоты резко снижается противоэрозионная стойкость талых пород, и при нарушении сплошности верхнего защитного слоя почвенно-растительного покрова при естественных процессах морозобойного растрескивания или при антропогенных нарушениях стимулируются термоэрозионные процессы в деятельном слое. Термоэрозионная природа врезания

водных потоков в протаивающие массивы пород детально рассмотрена Познаниным [2]. Термоэрозия в зоне тундры сочетается с целым рядом других зональных процессов. Овраги после своего возникновения становятся естественными емкостями для снега и снежников, которые приносят существенные коррективы в механизм и пространственно-временное перераспределение зон активной термоэрозии и нивации.

Снежники, с одной стороны, являются криоконсервантами, поскольку они на длительное время, в зависимости от типа (весенние или перелетки) могут препятствовать термоэрозии под днищем и локализовать ее вдоль края снежников и по бортам оврага. В шурфах, вырытых под телом снежника, мерзлота обнаруживается почти всегда, за исключением тех случаев, когда сток сконцентрирован в подснежниковом русле. Даже после стаивания тела снежника на днище эрозионных форм сезонная мерзлота сохраняется некоторое время, пока не произойдет полное протаивание деятельного слоя. Мерзлота может препятствовать эрозии, например, при "дружной" весне, когда при прогревании быстро стаивает поверхностный снежный покров и сток происходит по еще мерзлоте основанию, что отмечено при стационарных наблюдениях даже для более южной лесной зоны [1].

Продольный профиль оврага и его развитие находятся в зависимости не только от процессов эрозии, но и нивации. Особое значение для динамики и морфологии оврагов в зоне тундры имеют привершинные снежники. Даже если в начальные этапы формирования оврага в сезонно протаявших породах (этот пример приведен выше) образуется клиновидный в плане и V-образный по поперечному профилю эрозионный врез, то в дальнейшем он в любых случаях сначала забивается снегом (в зимний период), а затем в нем формируется снежник, причем чем глубже эрозионный врез, тем длительнее существование снежника и тем более вероятно формирование типичной для этой зоны циркообразной вершины. Нивальное углубление вершин оврагов – самая характерная черта эрозионных линейных форм в тундре. Эти циркообразные или грушевидные вершины с белыми пятнами снежников отчетливо видны на весенних и летних аэрофотоснимках, с вертолета, при полевых обследованиях оврагов.

Ниже вершины в эрозионных каналах стока также залегают снежники, которые существенным образом влияют на формирование поперечных профилей нивально-флювиальных форм. На рисунке показаны различные виды и подвиды таких поперечных профилей оврагов со снежниками: I – глубокие симметричные с V-образным эрозионным врезом: Ia – с вдольбортовыми полостями протаивания и без центрального эрозионного канала под телом снежника (имеют четко выраженную тенденцию к расширению и формированию плоскодонных форм), Ib – с подснежниковым центральным каналом стока и с бортовыми откосами, заплывающими солифлюкционно-делювиальным материалом с верхних частей склонов на тело снежника (тенденция к углублению вреза здесь сочетается с относительным сужением таких форм); II – относительно симметричные по поперечному профилю плоскодонные формы, обычно субмеридиональной ориентировки со снежниками-перелетками и весенними снежниками: IIa – снежники-перелетки занимают все плоское днище, препятствуя глубинной эрозии, а вдоль бортовых откосов по полостям протаивания осуществляется сток и дальнейшее расширение таких форм, IIб – весенние снежники располагаются вдоль бортов, а в центре – центральный открытый эрозионный канал (в таких формах обычно происходит углубление и расширение с образованием нивальных уступов и псевдотеррас); III – асимметричные формы диагональной или субширотной ориентировки, причем под склонами северной экспозиции обычно располагаются мощные снежники: IIIa – снежники-перелетки и весенние заполняют всю форму, но под склоном северной экспозиции они более мощные, что создает неравномерные условия для процессов эрозии и нивации. На склонах южной экспозиции протаивание вдоль бортов проходит интенсивнее и глубже; процессы солифлюкции протекают более активно, что способствует выравниванию склона и увеличению асимметрии форм, IIIб – при полном протаивании снежников на склонах южной экспозиции снежники остаются только на



Поперечные профили нивально-флювиальных оврагов в зоне тундры
 Римскими цифрами обозначены виды и подвиды профилей, арабскими – участки локального воздействия различных процессов, приводящих к тому или иному направлению развития оврагов.
 1 – тело снежника, 2 – зоны наиболее активного проявления процессов эрозии и нивации, 3 – сезонно-талые грунты, 4 – сезонно-мерзлые грунты, консервируемые телом снежника, 5 – кровля многолетнемерзлых пород, 6 – векторные направления действия основных рельефообразующих процессов на различные элементы овражных форм

склонах северной экспозиции, защищая их от боковой эрозии; центральный открытый эрозионный канал способствует углублению таких форм и увеличению их асимметрии.

Все типы и виды таких нивально-флювиальных форм можно наблюдать в зоне тундры; они отмечены нами на территории севера Печорской низменности и Гыданского полуострова в Западной Сибири [9].

Тенденции развития нивально-флювиальных форм зависят от сочетания, с одной стороны, процессов термоэрозии (на протяженных участках – эрозии), нивального подьедания склонов вдоль бортов снежников, солифлюкции и делювиального смыва на склонах, а также нивальной криоконсервации под телом снежника, с другой стороны. На рисунке арабскими цифрами обозначены участки локального воздействия различных процессов, приводящих к тому или иному направлению развития поперечных профилей оврагов. В оврагах вида Ia выделены участки: 1 – вдоль бортовых полостей протаивания, термоэрозии и расширения оврагов, 2 – подснежниковой консервации сезонной мерзлоты и овражной формы. В оврагах вида Ib деление на участки выполнено также по вертикали: 1 – слой сезонного протаивания на прибортовых участках оврагов с активными процессами солифлюкции и с затеканием оплывшего материала на тело снежника; 2 – горизонт консервации сезонной мерзлоты по краю снежника в овраге; 3 – участок с подснежниковым центральным каналом стока, протаивания мерзлоты рядом с водным потоком, углубления овражной формы за счет термоэрозии. В оврагах вида Pa выделены следующие участки: 1 и 3 – это места вдольбортовых полостей протаивания, термоэрозии и расширения овражных форм; 2 – подснежниковой консервации сезонной мерзлоты и плоского днища оврагов. В оврагах вида Pb происходит примерно такое же распределение локальных участков (1 и 5 – это места протаивания, 2 и 4 – консервации под телом снежника) с той лишь разницей, что имеется участок № 3 с центральным эрозионным каналом с тенденцией к развитию процесса термоэрозии и к углублению вреза в плоское днище. Для асимметричных оврагов вида Pa характерно сохранение слоя сезонной мерзлоты под телом снежника лишь на склонах северной экспозиции (участок № 1) в то время, как на склонах южной экспозиции (участок № 2) идут активное протаивание мерзлоты и процессы солифлюкции. Примерно такое же распределение участков показано для вида Pb, но здесь при полном протаивании снежника на склонах южной экспозиции водный поток концентрируется в центральном русле, что приводит к усиленной термоэрозии в нем. В зависимости от сочетания этих процессов и формируется разнообразие форм, наблюдаемое в природных условиях. Чисто термоэрозионные каньонообразные формы при этом очень редки и скорее характерны для малых рек с постоянным водооток, чем для овражных форм. Сами овражные формы и по морфологии, и по механизму их формирования резко отличны от таковых в умеренных широтах. Косов и Константинова [1] называют такие формы эрозионно-термокарстово-солифлюкционными. Познанин [2] относит все формы к термоэрозионным. По нашему мнению, следует учитывать и процессы нивации, относя такие формы к нивально-флювиальным или к нивально-термоэрозионным врезам.

Без привлечения анализа нивации невозможно объяснить наличие циркообразных и грушевидных форм вершин оврагов и такой феномен, как плоскодонные овраги с очень крутым продольным профилем (до 10–25° и даже круче). Трудно предположить в таких случаях обычную планацию водного потока без его концентрации в единое русло. Тем более, что в большинстве таких форм водоток вообще отсутствует или функционирует только в весеннее время в виде небольшого ручейка. Зато во всех таких формах наблюдаются мощные снежники – весенние и перелетки. Ширина таких форм до 30–50 м при значительно меньшей глубине (до 10–20 м) и относительно небольшой длине (от 50–100 до 500 м). Такие необычные нивальные формы можно наблюдать не только в зоне тундры, но и в нивальной зоне гор, например, в Тянь-Шане (чисто ледниковые формы отличаются от нивальных и по поперечному профилю, и по ряду других признаков). Подтверждение нивального генезиса описанных форм можно найти, наблюдая их во время весеннего и летнего снеготаяния. Стока под

снежниками нет. Сезонная мерзлота, вскрытая под телом снежника, сохраняется некоторое время даже после его стаивания. Струйки воды текут ниже языка снежника по мерзлому плоскому днищу. Ниже по течению сток не концентрируется, а фильтруется в талом слое. Лишь в самых низовьях таких форм отмечены врезы глубиной до 0,5–1,0 м. Они напоминают вторичные донные врезы в плоскодонные балки лесостепной и степной зон, но резко отличаются от них крутым продольным профилем.

Плоскодонные формы с пологим продольным профилем в зоне тундры тоже относятся к нивально-флювиальным, поскольку слабые маловодные потоки, которые в них функционируют, не способны сами по себе выработать такие формы. В то же время залегающие в них и стаивающие обычно лишь в конце лета снежники прямо указывают на способы их формирования. Об отсутствии активной боковой эрозии свидетельствует наличие плотного покрова влаголюбивой осоковой растительности на днищах. Оголенные или размытые участки отсутствуют. На бортах таких форм имеется разрезанный покров травянистых; есть участки оплывин, оползней целых блоков с дерниной, что указывает на активные процессы переформирования склонов. По верхней бровке таких форм располагается бордюр из кустарников, обычно ивняка. Это столь своеобразное распределение растительности предопределено условиями залегания снежников и условиями увлажнения при их стаивании. Морфологический облик нивально-флювиальных плоскодонных форм, их сочетание с циркообразными вершинами оврагов, переходы плоских форм во врезанные с V-образным поперечным профилем – все это свидетельствует об их молодости. Плоское днище в условиях тундры не является достаточным признаком для отнесения таких форм к древним балочным, как это часто бывает в более южных районах. Морфогенетический метод позволяет разделить морфологически очень схожие современные плоскодонные нивально-флювиальные формы в зоне тундры и древние балочные формы южных зон лесостепи и степи [9].

Различия в плановом рисунке овражной сети в зоне тундры и южных зон также предопределены зональными, прежде всего мерзлотными условиями. Известно, что в средней полосе России в зоне лесостепи и степи плановый рисунок овражной сети преимущественно древовидный, причем овражные системы имеют большую длину – до 20 км и густоту – до 0,5–1,3 км/км². Главной отличительной чертой оврагов тундры является то, что в большинстве случаев они более короткие (длина их обычно от нескольких десятков метров до 200–400 м и редко превышает 1 км). Овражная сеть в тундре закладывается и формируется по мерзлотной полигональной сети, развиваясь при термоэрозионном протаивании льда. В плане мерзлотная сеть образует сетку полигонов в виде решетчатых, ортогональных, иногда ромбовидных систем. Поэтому и овражная сеть имеет такой же характер. На водоразделах при плоском характере поверхностей она обычно не формируется, но вблизи уступов и перепадов рельефа овраги образуются и четко проявляются в плане в виде пильчатых или зубчатых систем вдоль обрывов речных, озерных или морских берегов и террасовых уступов. Приуроченность оврагов к мерзлотной сети отмечена для севера Большеземельской тундры [9].

Динамика развития оврагов в зоне тундры зависит от целого ряда антропогенных и природных факторов. Наиболее активно овраги растут в поселках, городах, вдоль линий трубопроводов, грунтовых дорог и по колеям вездеходов, т.е. в условиях антропогенной нагрузки. Наблюдения в районе Воркуты и на севере Большеземельской тундры [5, 9] показывают, что максимальный рост антропогенных оврагов в длину наблюдается в первые годы их возникновения. Так на территории бывшего совхоза "Центральный" в районе Воркуты самые большие овраги образовались на пашне в течение 20–30 лет, и в 1990 г. их длина составила от 200 до 1000 м при максимальной глубине 4–6 м и ширине для оврагов с плоским дном от 5 до 20 м [5]. В среднем для большинства относительно молодых оврагов [5–10 лет] морфометрические показатели меньше: длина 100–300 м, глубина 0,6–2 м, ширина по дну 4–6 м. Эрозионная

промоина на пашне этого же хозяйства, образовавшаяся за один дождь на супесях, имела параметры: длина 25 м, ширина по днищу 1,2–1,5 м, глубина – до 0,7 м.

Катастрофически быстрый рост оврагов отмечен в пос. Нельмин Нос по колее дороги – более 20 м/год при глубине в низовьях более 8 м [9], а также вблизи сброса теплых вод у ТЭЦ в Воркуте – до 10–12 м/год при глубине 5–8 м. Косов и Константинова [10] подсчитали, что для района Салехарда среднегодовой прирост за период в 28 лет составил 10–20 м/год, т.е. в несколько раз больше, чем в средней полосе России. На катастрофически быстрый рост оврагов при термоэрозии в протаивающих грунтах указывает Познанин [1].

Однако, наряду с относительно большими значениями линейного и объемного роста оврагов в зоне тундры в результате процессов термоэрозии и термокарста наблюдается и обратная тенденция к постепенному выположиванию при очень интенсивной солифлюкции с бортов оврагов, особенно в южной подзоне тундры. Так, например, в Воркутинском районе, по нашим данным [5], почти полностью выположились и покрылись растительностью небольшие овражки и промоины, тянувшиеся вдоль дорог вблизи пос. Воргашор и имевшие в 1976 г. глубину от 0,3 до 0,7 м, а в настоящее время глубина их не превышает 0,2–0,3 м; и поперечный профиль их пологий корытообразный. Полностью выровненных и заросших на 100% проективных покрытия растительностью антропогенных оврагов в тундровой зоне нами не отмечено, хотя возраст обследованных форм достигал 35 лет [5]. Выравнивание процессами солифлюкции и зарастание антропогенных оврагов в северных подзонах тундры происходит гораздо медленнее, чем в южной, причем их интенсивность зависит от времени и длительности использования земель. Но во всяком случае динамика роста оврагов в зоне тундры, как впрочем и в других зонах, не является однонаправленной и однозначной: за стадией катастрофически быстрого роста вследствие увеличения процессов солифлюкции со склонов или при уменьшении антропогенной нагрузки наступает период постепенного затухания роста и выравнивания овражных форм. Поэтому все прогнозные оценки роста оврагов на длительные сроки в 50 и более лет могут дать лишь приблизительные количественные данные максимальных значений [3].

В зоне тундры легче, чем в других зонах, выделить антропогенные и естественные овраги, поскольку здесь пока еще мало интенсивно освоенных территорий. На севере Большеземельской тундры и в районе Воркуты естественные овраги приурочены в основном к придолинным участкам и к уступам речных, озерных и морских террас. Глубина оврагов на склонах к долине р. Воркуты до 10–20 м, длина до 200–300 м. В оврагах лежат весенние снежники. На востоке, у Полярного Урала имеются отдельные участки с большой густотой и плотностью оврагов: в бассейнах рек Коротаиха, Морею, в верховьях Колвы густота оврагов от 0,1 до 0,6 км/км², плотность от 10 до 100 ед/100 км². Здесь в оврагах чаще встречаются снежники-перелетки, и процессы нивации оказывают большое воздействие на морфологию нивально-флювиальных форм.

Антропогенные овраги наиболее полно представлены в районе Воркуты: 1) вблизи сброса теплых вод ТЭЦ и шахтных стоков; 2) вдоль грунтовых дорог; 3) вдоль трасс трубопроводов и теплотрасс; 4) на распаханых полях пригородных сельскохозяйственных территорий. Так, в пос. Воргашор вдоль грунтовой дороги образовался овраг длиной 200 м и глубиной до 1,1 м. На территории бывшего совхоза "Западный" на пашне образовался овраг длиной 350 м и глубиной 1,4 м при ширине 4,8 м. На пашне бывшего совхоза "Центральный" длина оврага более 1000 м, глубина 1,7 м, ширина по днищу 5,0 м.

Морфология антропогенных оврагов отличается от естественных тем, что в антропогенных оврагах преобладают черты типичных чисто эрозионных форм, особенно на начальных стадиях развития: для них не характерны как для естественных нивально-флювиальные цирки в верховьях и нивальная обработка в зоне каналов стока. Антропогенные овраги имеют V-образный и каньонообразный поперечный профиль в верховьях, ящикообразный – в низовьях. Бортовые откосы обычно покрыты расти-

тельностью на участках свежих врезов. На первых стадиях бурного роста антропогенные овраги всюду приблизительно одинаковы: и в тундре, и в более южных зонах. Но по мере затухания роста овраги приобретают зональные черты, поскольку на их морфологию начинают оказывать влияние зональные склоновые процессы, в зоне тундры – это процессы солифлюкции, нивации и термокарста.

Большое значение в настоящее время приобретают полустационарные и стационарные наблюдения над динамикой роста антропогенных оврагов, начатые Научно-исследовательской лабораторией эрозии почв и русловых процессов на территории полуострова Ямал в районе Бованенковского ГКМ. При достаточно длительном сроке наблюдений здесь можно будет проверить модели долгосрочных прогнозов на 50 лет, которые были составлены в начале исследований [3].

На основе изучения геоморфологических особенностей овражной эрозии в зоне тундры в дальнейшем будет совершенствоваться не только методика работ, но и модели развития оврагов с учетом всех зональных процессов, в том числе термоэрозии, нивации, солифлюкции и термокарста.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Любимов Б.П. Зональные особенности овражной эрозии // Геоморфология. 1998. № 1. С. 68–72.
2. Познанин В.Л. Природа овражной термоэрозии: Автореф. дис... докт. геогр. наук. М.: МГУ, Геогр. ф-т. 1995. 33 с.
3. Головенко С.С., Григорьев В.Я., Крыленко И.В. и др. Эрозионно-аккумулятивные процессы на полуострове Ямал и их оценка в связи с промышленным освоением региона (на примере Бованенковского ГКМ) // Эрозия почв и русловые процессы. Вып. 10. М.: Изд-во МГУ, 1995. С. 104–120.
4. Воскресенский К.С., Земчихин В.Е., Чистов С.В. Оценка и прогноз термоэрозионного оврагообразования на Севере Западной Сибири. М., 1984. 87 с. – Деп. в ВИНТИ. 1987. № 6450-B87. 87 с.
5. Жаркова Ю.Г., Любимов Б.П. Эрозионные процессы в тундровой зоне // Вестн. МГУ. Сер. 5. География. 1990. № 3. С. 106–111.
6. Солнцев Н.А. Снежники как геоморфологический фактор. М.: Географгиз, 1949. 92 с.
7. Косов Б.Ф. К вопросу происхождения горных цирков // Учен. зап. МГУ. Вып. 182. Геоморфология. М.: Изд-во МГУ, 1956. С. 45–58.
8. Любимов Б.П. О механизме нивальных процессов // Подземный лед. Вып. 3. М.: Изд-во МГУ, 1967. С. 158–175.
9. Любимов Б.П. Типы оврагов и балок на севере Печорской низменности и Гыданского полуострова // Эрозия почв и русловые процессы. Вып. 1. М.: Изд-во МГУ, 1970. С. 162–171.
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. 152–161.

Московский государственный университет
Географический факультет

Поступила в редакцию
29.09.98

CHARACTERISTICS OF GULLY EROSION IN TUNDRA ZONE

B.P. LYUBIMOV

S u m m a r y

Zonal geomorphologic processes have a strong effect on the gully erosion development. Within tundra zone those are thermal erosion, nivation, solifluction, and thermokarst. In recent years much attention was given to thermal erosion and some progress has been made in this field, while nivation and runoff redistribution caused by snow-patches were out of notice. They are not taken into consideration in the gullies development models, nor in prognostic estimations. It is nivation that governs the types and subtypes of geomorphologic structure of gullies in tundra. Solifluction leads to flattening of slopes and thus forbids the gullies' growth.