

О МЕХАНИЗМЕ ФОРМИРОВАНИЯ ВЕРШИН ОВРАЖНЫХ ВРЕЗОВ В ГУМИДНОЙ ЗОНЕ¹

Продолжая анализ геоморфологических особенностей овражной эрозии в различных зональных условиях, вслед за рассмотрением общих условий оврагообразования в различных ландшафтных зонах [1] и в зоне тундры [2] проанализируем механизм формирования овражных врезов в гумидной зоне. В процессе стационарных и полевых исследований в ряде районов, в частности на Сатинском стационаре МГУ в Калужской обл., при экспедиционных работах в лесной зоне (Нижегородской и Кировской обл.), в Нечерноземье (Орловской, Тульской и Рязанской обл.), выяснилось, что механизм роста и формирования вершин овражных врезов довольно сложен, многообразен и не представляет собой исключительно водно-эрозионный процесс, а включает широкий спектр других экзогенных процессов – суффозию, оползание, осыпание, обрушение, дефляцию, нивально-мерзлотные процессы. Лишь их комплекс или взаимное сочетание определяют развитие вершин оврагов. На разных стадиях развития оврагов, в течение года, сезонов и даже суток, соотношение влияния эрозионных и неэрозионных процессов все время изменяется. В целом процесс оврагообразования характеризуется дискретностью во времени и в пространстве.

Неэрозионные процессы в гумидной зоне чаще всего служат первопричиной подготовки почвогрунтов к ослаблению механической прочности, заложению суффозионных ложбин, подземных понор, туннелей, оползневых цирков, карстовых ложбин, нивальных ниш и цирков, по которым впоследствии могут расти овражные врезы в начальные стадии их развития. Подчеркивая значение неэрозионных процессов в оврагообразовании, Б.Ф. Косов отмечал, что "водная эрозия, размыв, является ведущим, направляющим, но далеко не единственным и не всегда основным процессом оврагообразования. В отличие от речного потока в долине водный поток в овраге представляет хотя и мощную, но весьма кратковременно действующую силу. Эрозионный период составляет обычно лишь сотые доли всего периода жизни оврага" [3, с. 18].

Многолетние наблюдения на Сатинском стационаре МГУ позволяют выделить различные типы механизма формирования вершин оврагов даже в пределах одного района, причем в разные годы в зависимости от водности соотношение эрозионных и неэрозионных процессов также менялось. К преимущественно эрозионному типу развития можно отнести лишь вершину № 2 Егорова оврага, рост которой осуществляется за счет стока по водоподводящей к вершине оврага эрозионной ложбине, сформировавшейся в результате концентрированного стока по сооруженному водосливу с автомобильной дороги. Поступающая по ложбине вода проводит интенсивную эрозионную работу в водобойном колодце. После прохождения талого и ливневого стоков в расщелках стенок водобойного колодца можно зафиксировать суффозионные поноры, микротоннели и трещины, по которым осуществляется подземный сток. В формировании суффозионного стока имеют значение даже такие микроформы, как полости вдоль корней деревьев, норы и ходы мышей, кротов, дождевых червей. Кроме того, в лессовидных покровных суглинках часто образуются субвертикальные структурные трещины по грунтовым блокам при температурных и мерзлотных деформациях.

Преимущественно эрозионный тип формирования овражных вершин характеризуется, как правило, образованием узких и глубоких каньонообразных врезов с водобойным колодцем (рис. 1, I). В поперечном профиле водобойный колодец имеет отвесную, субвертикальную верхнюю стенку, иногда (при участии оползней) вогнутую, иногда (при наличии блоков обрушившихся пород или местных водоупоров) ступенчатую. В плане эрозионный тип отличается узкой щелевидной или ланцетовидной формой. Все дальнейшее развитие, особенно после прохождения талого и ливневого стоков, а также в маловодные годы, происходит уже под влиянием преимущественно неэрозионных процессов. Примечательно, что максимальное обрушение и оползание целых блоков почвогрунтов в водобойный колодец и по стенкам свежих эрозионных врезов наблюдалось не в период максимума, а на

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке программы "Университеты России" – фундаментальные исследования № 8.6.1 и программы поддержки ведущих научных школ (проект № 00–15–98512).

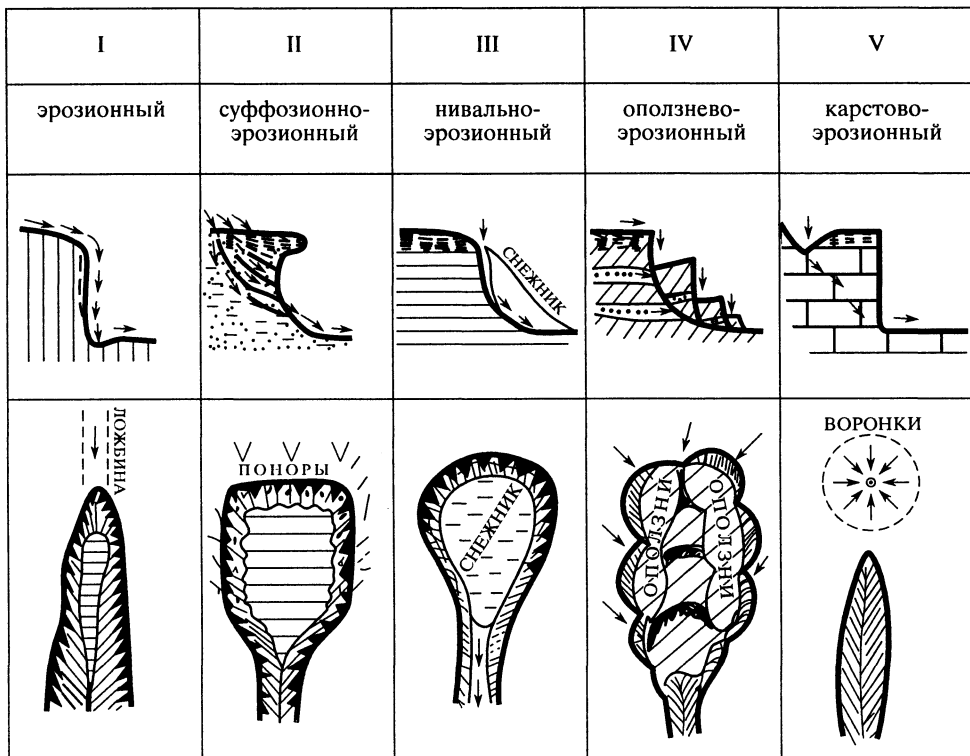


Рис. 1. Продольные профили и вид в плане вершин оврагов разного типа

I – эрозионный, II – суффозионно-эрозионный, III – нивально-эрозионный, IV – оползнево-эрозионный, V – карстово-эрозионный

спаде талого стока, по мере протаивания стенок вершин и боковых откосов оврагов. Масса сползших грунтовых блоков в отдельные годы бывает настолько велика, что маломощный поток в этот период уже не в силах прочистить русло и вынести рыхлый материал вниз по течению оврага.

Суффозионный или смешанный суффозионно-эрозионный тип (рис. 1, II) является одним из наиболее характерных и распространенных в гумидной зоне в силу целого ряда причин: 1) широкого распространения легко поддающихся суффозии грунтов – легких лессовидных суглинков, лессов, супесей, песков и суглинков; 2) наличия в гумидной зоне верховодки и грунтовых вод, залегающих часто по нескольким уровням из-за литологической слоистости (именно эти грунтовые воды просачиваются по трещинам и понорам, способствуя суффозии); 3) активной подготовки грунтовых масс к суффозии такими процессами, как промерзание и протаивание, температурное растрескивание, растворение, размокание и разрушение микроагрегатов почвогрунтов; 4) локального воздействия в гумидной зоне корней растений и ходов животных в грунтовой массе. Суффозионные формы, наиболее распространенные в вершинах оврагов, представлены западинами, воронками, колодцами, понорами, депрессиями, ложбинами. В продольном профиле суффозионно-эрозионных вершин оврагов наблюдаются либо отвесные стенки с многочисленными понорами, либо циркообразные ниши с нависающим козырьком. В плане – это сравнительно широкие циркообразные или грушевидные формы, часто с плоским дном. В качестве примеров типично суффозионной вершины оврага можно назвать овраг Буйный, а смешанного суффозионно-эрозионного – овраг Митенки (первый – в песках и супесях, второй – в супесях и суглинках).

Нивально-мерзлотные процессы наиболее характерны для более северной тундровой зоны, где формируются специфичные нивально-флювиальные формы, рассмотренные в

нашей предыдущей работе [2]. Однако и в гумидной зоне умеренных широт нивально-эрозионный механизм формирования овражных вершин получил развитие, поскольку как в вершинах, так и в самих оврагах за зиму скапливается много снега и формируются весенние снежинки, влияющие на перераспределение стока и формирование характерных особенностей морфологии вершин: вогнутого продольного профиля, циркообразного или грушевидного в плане верхнего участка вершин на месте привершинного снежника (рис. 1, III). Для таких форм также характерно плоское субгоризонтальное днище, иногда с заметным наклоном поверхности вниз по течению (на месте снежника). Чем южнее, тем таких нивально-эрозионных образований меньше, и, наоборот, чем севернее, тем более характерные очертания приобретают нивальные цирки в вершинах овражных врезов. Лесные овраги гумидной зоны на поздних стадиях своего развития чаще всего утрачивают признаки чисто эрозионных врезов и приобретают черты нивально-эрозионных циркообразных форм.

Оползневой или смешанный оползнево-эрозионный тип формирования овражных вершин (рис. 1, IV) широко распространен в оползневых районах гумидной зоны: Центральном, Приволжском, Придонском, Среднерусской возвышенности и др. По продольному профилю и в плане при единичных оползнях эти формы морфологически похожи на предыдущий тип, но при многочисленных оползневых отрывах приобретают более сложные очертания (см. рис. 1). От нивально-эрозионных оползневые отличаются тем, что имеют четко очерченные границы по оползневым стенкам и местам сдвигов, а также по блокам осевших в русло оврага тел самих оползней. Оползневые процессы часто происходили в вершине Егорова оврага и донного вреза Сенокосной балки на Сатинском стационаре МГУ. Еще более характерные и грандиозные по масштабу оползневые цирки в вершинах оврагов распространены в Воронежской обл. на территории бывшего совхоза Нижняя Ведуга, где после многочисленных прорывов грунтовых валов в вершинах оврагов в покровных лессовидных суглинках сформировались оползневые цирки глубиной 10 и диаметром до 60 м.

Карстово-эрозионный тип овражных вершин формируется в карстовых районах, широко распространенных в Европейской части России. На территории Сатинского стационара МГУ – это овраги по правобережью р. Протвы. В Егоровом овраге, на участке его среднего и нижнего течения, где имеются выходы известняков, в самом овраге можно наблюдать исчезновение поверхностного стока, литологические уступы высотой 0,5–2,0 м. Поверхностный сток уходит по трещинам в известняках и в карстовые воронки (рис. 1, V). Литологически обусловленные ступени продольного профиля и ступенчатый продольный профиль очень характерны для карстовых районов Среднерусской возвышенности, в частности Орловской, Тульской, Рязанской, Липецкой, Курской, Белгородской обл., где проводились полевые работы и где нами описаны карстово-эрозионные формы [4].

В одном и том же районе в ходе развития оврагов соотношение эрозионного и неэрозионного процессов меняется. По нашим наблюдениям на Сатинском стационаре МГУ активный эрозионный рост вершин оврагов происходит в многоводные годы, в периоды наибольшего по объему и по интенсивности весеннего паводка и летне-осенних ливней. В остальное время эрозионный рост вершин не наблюдается. Но даже и во время весеннего снеготаяния и половодья рост овражных вершин происходит далеко не всегда, а именно: 1) при "дружной" весне и быстром сходе весеннего паводка по еще не протаявшему мерзлomu основанию сток как бы скатывается, не производя эрозионной работы в мерзлых грунтах; 2) при затяжной весне, в условиях ясной антициклональной погоды, при глубоком промерзании ночью и слабом протаивании днем, активного роста овражных вершин и глубокой эрозии в самом овраге не происходит; 3) при частых зимних оттепелях и малых снегозапасах весной эрозионный эффект также будет минимален, так как маломощный водный поток не может прочистить русло оврага от оползших и осевших со склонов блоков пород (так было, в частности, весной 1997 г.). Наиболее благоприятные условия для чисто эрозионного роста овражных вершин создаются в годы с большими снегозапасами, предварительным в начале снеготаяния, глубоким термоэрозионным протаиванием, интенсивном стоке по талым грунтам. Вершины продолжают расти и расширяться за счет неэрозионных процессов после прохождения талого стока. В частности, в Сенокосной балке в вершине донного вреза весной того же малоснежного 1997 г. уже после прохождения талого стока, по мере протаивания стенок обрывов наблюдалось расширение верхней по течению циркообразной ниши и вдоль проседавших суффозионных ложбин. После полного оттаивания и суффозионного оплывания стенок происходит их дальнейшее осыпание, обрушение и частично золовое выдувание (особенно в вершине Буйного оврага).

В результате эолового выдувания в песках и суффозионного вымывания грунтов в вершине оврага Буйный образовался козырек из дернины и корней деревьев, нависший над овражным врезом на 30–40 см. Вместе с частью деревьев и блоками породы впоследствии он обвалился в овраг. Процесс эолового перевевания и выдувания в вершинах оврагов характерен для многих районов Белоруссии в области распространения песчаных и супесчаных пород [5]. В вершинах оврагов здесь также образуются ниши и козырьки, а ниже по склону и в русле оврагов – эоловые шлейфы и микрогряды.

Чем интенсивнее протекают неэрозионные склоновые процессы в оврагах и чем слабее осуществляется эрозионная сезонная прочистка русла оврага, тем скорее нивелируется, затушевывается и даже может отмереть сама эрозионная овражная форма. Это вечное противоборство в природе эрозионных и неэрозионных процессов, их сочетание или преобладание того или иного процесса приводят к разнообразию морфогенетических типов и видов рельефа, и в частности к образованию различных по преобладающему типу механизма формирования вершин овражных врезов. На рис. 1 показана лишь часть врезов, характерных для гумидной зоны, но, наверное, это далеко не все возможные сочетания и соотношения.

В комплексе факторов развития овражной эрозии и сопутствующих ей процессов суффозия и инфильтрация атмосферных осадков и поверхностного стока, податливость горных пород к суффозии, влияние процессов сезонного и суточного промерзания-протаивания на суффозию, воздействие почвенно-растительного покрова и биоты на суффозию – все эти вопросы, имеющие большое значение для анализа причин и механизма формирования вершин оврагов и самих овражных форм до настоящего времени специально не рассматривались. Лишь в работах белорусских геоморфологов и эрозиоведов им уделяется особое внимание, поскольку в области распространения флювиогляциальных отложений и лёссовых пород Белоруссии геоморфологическая роль суффозии в образовании оврагов достаточно велика и очевидна: лёссы и лёсовидные суглинки занимают там более 10% территории [5, 6]. О.П. Корсаковой [5] предложена следующая классификация суффозионных форм рельефа, многие из которых в процессе развития переходят в открытые поверхностные эрозионные овражные формы: западины, ложбины, депрессии, воронки, поноры, колодцы, шахты, циркообразные ниши, тоннели, пещеры, останцы, арки. Генетическая связь суффозионных и эрозионных форм прослеживается всегда и повсеместно, хотя из названного ряда могут выпадать отдельные формы, т.е. чередование форм может быть различным, как и их размерность.

В работах, посвященных овражной эрозии в лесной зоне на востоке Русской равнины [7, 8], анализируется так называемая "тоннельная" эрозия, т.е. по существу та же самая суффозия, и вырисовывается следующий генетический ряд процессов: образование подземных трещин – проникновение по ним талых и дождевых вод – образование водопоглощающих воронок и подземных форм – постепенное расширение и углубление тоннелей – обрушение сводов и возникновение оврага. Хотя оптимальные условия для развития "тоннельной" эрозии характерны для более южной семиаридной зоны, но она широко развита и в гумидной зоне, способствуя оврагообразованию.

По нашим наблюдениям, на Сатинском полигоне МГУ в бассейне р. Протвы процессы суффозии в вершинах оврагов на залесенных и открытых водосборах широко развиты и являются одной из основных причин углубления и расширения вершин. Так, например, вершина донного вреза Сенокосной балки в разные годы в зависимости от интенсивности талого и ливневого стоков и условий промерзания-протаивания в период весеннего снеготаяния развивалась то преимущественно эрозионному, то по суффозионному типу. В многоводные годы (1983–1987 гг.) развитие шло по эрозионному типу: ежегодный прирост донного вреза составлял 1,65–2,4 м (рис. 2). В маловодные годы (1995–1999 гг.) вершина росла по суффозионному типу: величина ежегодного прироста была невелика – 0,2–1,2 м. В то же время росли поноры и отштнурованные от основного русла ветвящиеся суффозионные ложбины и западины: их прирост составлял 1,5–3,0 м в год. Затем суффозионные ложбины путем расширения и обваливания стенок над подземным руслом постепенно соединялись с основным эрозионным руслом. Супесчано-суглинистый материал вымывался по понорам и из-под дернины, нависающей козырьком в 10–20 см. Перепад высот от днища балки к врезу небольшой – 0,6–0,8 м. Обрушившийся материал суффозионной поноры завалил основное русло донного вреза и не размывался маломощным в последние годы потоком.

Еще более отчетливо проявляется суффозионный механизм роста в вершине Буйного оврага (рис. 3), что объясняется следующими условиями: 1) рельефообразующими породами здесь являются легко поддающиеся суффозии опесчаненные суглинки и пески;

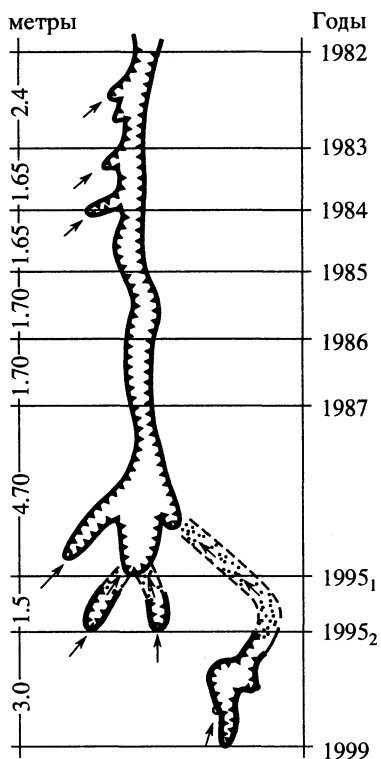


Рис. 2

Рис. 2. Динамика эрозионного вреза и суффозионных размывов в вершине Сенокосной балки (Сатино, Калужская обл.)

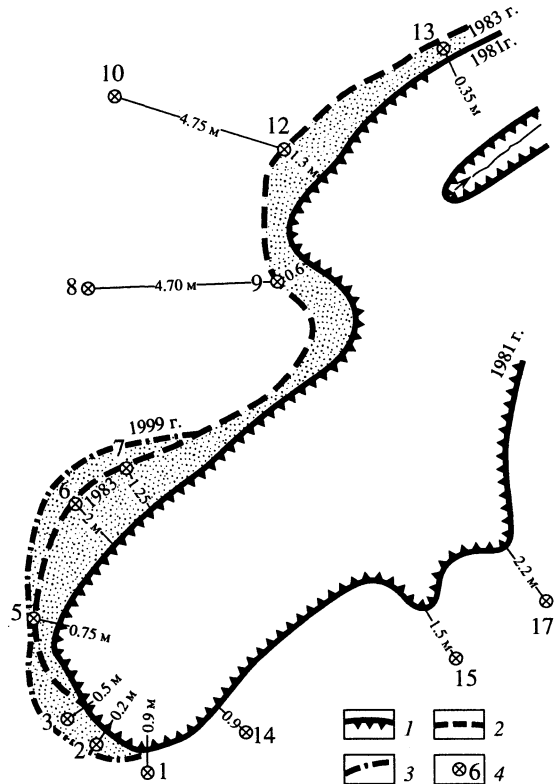


Рис. 3

Рис. 3. Динамика суффозионно-эрозионной вершины Буйного оврага (Сатино, Калужская обл.)
Бровка оврага: 1 – 1981, 2 – 1983, 3 – 1999 гг., 4 – репер и его номер

2) перепады высот в вершине Буйного оврага больше, чем в Сенокосной балке (0,8–1,8 м);
3) сток у вершины не сконцентрирован в единое русло, а рассредоточен по склону, что препятствует формированию водобойного колодца, но способствует образованию суффозионных понор; 4) лес, кустарники и дернина вокруг вершины также сдерживают эрозионный размыв, но не могут сдержать суффозионное вымывание частиц грунта из-под дернины и корней деревьев, которые в результате ежегодно обрушиваются в овраг целыми блоками. Так, летом 1987 г. по левому борту оврага рядом с вершиной обрушились блоки пород с маркированными в качестве реперов № 6 и 7 стволами деревьев (в 1981 г. репер № 6 отстоял от бровки на расстоянии 2 м, репер № 7 – на 1,25 м). Важно отметить, что суффозионному обрушению подверглась не основная вершина, а левая боковая часть оврага. В то же время в основной вершине суффозионное обрушение происходило замедленно: к 1999 г. обвалились блоки пород с деревьями-реперами № 2, отстоящими от бровки на 0,2 м, и № 3 – на 0,5 м. Это свидетельствует о том, что суффозионное обрушение преобладает здесь над эрозионным врезанием. По правому борту процесс суффозии тоже идет: из-под дерева-репера № 14 (в 0,9 м от края) материал значительно вымыт, образовался козырек в 0,3–0,4 м, что должно в скором времени привести к обрушению и этого участка. Поверхностных размывов не отмечено.

По четко суффозионному типу развивается вершина оврага Митенки (лесного), на что указывают следующие факты: 1) очень слабый рост в длину или полное отсутствие эрозионного вреза в отдельные годы, несмотря на то, что они были многоводными (1982–

1985 гг.); 2) в то же время обилие понор и суффозионных рытвин приводило в эти и в последующие годы к расширению основной вершины, к появлению новых понор и суффозионных воронок даже в 1,5 м выше вершины (в 1986 г.); 3) суффозии способствовал и значительный перепад высот в основной вершине – около 1,7 м (поноры отмечены на глубинах 0,4 и 1,2 м); 4) тонкий супесчано-суглинистый материал легко поддается суффозии на всю глубину основной вершины оврага; 5) вымывание происходило из-под слоя дернины мощностью 10–15 см, пронизанной корнями кустарников. Во время весенних замеров, после прохождения паводка по днущу водоподводящей ложбины не отмечены случаи роста вершины в длину. В то же время осенние замеры показали слабый прирост вершины в длину и в ширину за счет обрушения блоков пород по суффозионным понорам и ложбинам.

Основная вершина № 2 Егорова оврага, как было показано выше, развивается преимущественно по эрозионному типу, но и в ней происходят сравнительно мощные суффозионные процессы, например подземное спрямление русла весной 1986 г. на верхнем привершинном участке по левому борту между реперами № 6 и 7, что привело к обрушению больших блоков пород вместе с деревьями. Во всех других вершинах Егорова оврага, где нет концентрации стока, обусловленного антропогенными причинами, развитие происходит более естественно, с преобладанием суффозионного механизма развития: с очень медленным линейным приростом (все вершины № 1, 3–5 – лесные, в пределах залесенного участка), с образованием понор, их расширением и обрушением. Длина понор – до 0,5 м при перепаде высот по неосновным вершинам 0,4–0,5 м. Расширение вершин – до 1,9 м (вершина № 3). В отдельные годы прироста по этим вершинам вообще не наблюдалось (1985–1986 гг.).

Суффозионные процессы широко распространены в области покровных лёссовидных суглинков. Характерный пример – район г. Брянск, где в вершине балки Верхние Судки осенью 1999 г. наблюдалось образование суффозионной воронки рядом с деревом, растущим у бровки балки. Диаметр воронки был около 1 м. Подземный выход из воронки находился на склоне балки на глубине 10 м (при общей глубине местного базиса эрозии балки 14 м). Уже через 6 мес. воронка преобразовалась в поверхностный овраг-траншею U-образного поперечного профиля шириной 2, глубиной 3 и длиной более 4 м. При этом дерево, у корней которого первоначально располагалась воронка, просело, а соседние деревья упали в этот новый овраг и балку. В вершине балки Верхние Судки на площади около 300 м² отмечено до 20 суффозионных воронок, что свидетельствует о широком распространении суффозионного механизма роста овражных вершин в этом районе. Многие воронки имеют поверхностные размывы, другие скрыты под слоем мелкозема.

Таким образом можно констатировать, что механизм роста вершин оврагов в гумидной зоне многообразен и не исчерпывается исключительно эрозионным типом. Здесь широко развит суффозионный, нивальный, оползневой, карстовый типы механизма, накладывающие свои специфические черты на морфологию форм и направление развития. На основе изучения геоморфологических особенностей различных механизмов развития оврагов в гумидной зоне в дальнейшем будет совершенствоваться дифференцированная методика работ и модели развития оврагов с учетом процессов суффозии, нивации, оползания, карста и других зональных процессов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Любимов Б.П. Зональные особенности овражной эрозии // Геоморфология. 1998. № 1. С. 68–72.
2. Любимов Б.П. Геоморфологические особенности овражной эрозии в зоне тундры // Геоморфология. 2000. № 2. С. 18–25.
3. Косов Б.Ф. Географический фактор развития овражной эрозии // Науч. докл. высш. шк. Геолого-географические науки. 1958. № 2. С. 18–24.
4. Овражная эрозия / Р.С. Чалов. М.: Изд-во МГУ, 1989. 168 с.
5. Корсакова О.П. Геоморфологическая роль суффозии в лёссовых породах Белоруссии: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М.: Изд-во МГУ, 1990. 23 с.
6. Павловский А.И. Особенности развития плоскостной и линейной эрозии на территории Белоруссии: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М.: Изд-во МГУ, 1989. 19 с.
7. Овражная эрозия востока Русской равнины / Коллектив авторов. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1990. 143 с.
8. Климатическая геоморфология денудационных равнин / Коллектив авторов. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1977. 224 с.

Summary

Mechanisms of gullies head growth in the humid zone are various and complicated. Besides erosion mechanism there are suffusion, nival, landslide and karst ones. In the dry year the contribution of erosion mechanism is little and the suffusion type of development is predominant, especially in the sandy loam, loam and loess deposits. The examples of different mechanism manifestations in the Kaluga and Bryansk districts are given.

УДК 551.435.118(282.252.1)

© 2001 г. А.Н. МАХИНОВ, Р.С. ЧАЛОВ, А.В. ЧЕРНОВ

РАЗМЫВЫ БЕРЕГОВ НА СРЕДНЕМ АМУРЕ¹

В последнее время все большее внимание уделяется региональным особенностям русловых деформаций, выявлению причин, их обуславливающих, и связей с определенными природными и антропогенными факторами. Однако даже в обобщающих работах [1] можно видеть много белых пятен, зачастую не позволяющих дать полную картину географии русловых процессов. В этом отношении материалы по среднему Амуру, полученные в результате экспедиционных исследований, имеют большое значение для развития географического русловедения.

К среднему течению Амура относится участок между устьями рек Зеи и Уссури, длиной почти 1000 км. Площадь водосбора реки увеличивается от 726000 км² у Благовещенска до 1437000 км² у Хабаровска вследствие впадения здесь двух крупных притоков (не считая Зеи и Уссури) – Буреи и Сунгари (с площадями водосборов, соответственно, 70700 и 540000 км²). Среднегодовой расход воды в Амуре ниже Благовещенска составляет 3520 м³/с; к Хабаровску он возрастает до 7450 м³/с. Средняя мутность воды в Амуре 83 г/м³, среднегодовой расход взвешенных наносов – 695 кг/с. Большое количество взвешенных наносов поставляют в Амур р. Сунгари: так, в июле 1998 года средняя мутность Амура выше устья Сунгари составляла около 35 г/м³, тогда как ниже впадения Сунгари она возросла на порядок и достигла 417 г/м³. Ширина русла Амура колеблется от 600 м на врезанных участках до 2,6 км на широкопойменных, глубина реки в межень составляет от 2 м на перекатах до 8 м на плесах и 10–12 м в ущельях Малого Хинганского хребта.

Река имеет паводочный режим. Основное питание она получает от летне-осенних дождей, обуславливающих ее многоводность в теплый период года, в течение которого проходит до 90% годового стока. Снеговое питание имеет второстепенный характер (10–12% годового стока): весеннее половодье наблюдается в конце апреля – начале мая, но на него уже накладываются дождевые паводки. В теплый период года проходит 3–4 дождевых паводка, пики которых на 5–8 м превышают наиболее низкие предпаводочные уровни. Кольбания стока у с. Помпеевка составляли от 100–150 м³/с до 30000 м³/с.

Основные различия в морфологии русла и в характере и интенсивности горизонтальных русловых деформаций Среднего Амура обуславливаются его расположением в различных геолого-геоморфологических районах (рисунок). Долина Амура в пределах Зейско-Буреинской равнины приурочена к древнему краевому прогибу, сформировавшемуся перед мезозойским массивом хребта Малый Хинган, лежащего южнее долины Амура [2]. В неотектонический период эта территория испытывала слабые относительные погружения, возрастающие по мере приближения к хребту. Поэтому долина Амура выработана здесь в рыхлых супесчано-песчано-галечных отложениях четвертичного возраста, легко размываемых

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке ФЦП "Интеграция" (направление 5.1, проект № 293) и РФФИ (№ 00-05-64690), программа поддержки ведущих научных школ (проект № 00-15-98512).