

О РАЗВИТИИ СКЛОНОВЫХ ОВРАГОВ

А. И. СКОМОРОХОВ, Н. А. СЯГАЕВ

(Кафедра геологии и минералогии)

При прогнозировании динамики развития рельефа и эрозии почв, районировании территории по эрозионной опасности и при решении многих других задач важно знать условия возникновения склоновых (береговых) оврагов.

Принято считать, что основными факторами, определяющими активность овражной эрозии, являются расчлененность рельефа и климат — интенсивные ливни и паводки при общей недостаточной увлажненности [1, 5]. Повышению активности овражной эрозии способствуют также хозяйственная деятельность человека и слабая устойчивость пород к размыву. Однако при наличии всех этих факторов овражная эрозия распространена весьма неравномерно даже в пределах одного элемента рельефа и тем более на значительной территории. Так, в пределах Октябрьского района Курской области на правобережье р. Сейма эродированная пашня составляет 60 % площади всей пашни, овраги — 1,05 %, на левобережье — соответственно 28 и 0,43. В левобережной части бассейна р. Сейма эрозионные процессы в целом менее активны, что нашло отражение на картах заовраженности [3], но именно там расположен один из наиболее заовраженных участков колхоза «Россия» (1,3 % площади пашни). Очевидно, перечисленных выше факторов, способствующих оврагообразованию, недостаточно для объяснения всех особенностей возникновения и развития оврагов. Аналогичную точку зрения высказывали А. Ф. Гужева [2] и К. А. Дроздов [3], изучавшие овражную эрозию на Среднерусской возвышенности.

В последнее время при исследовании эрозионных процессов большое внимание уделяется неотектоническим движениям земной коры [3, 7], однако и здесь много неясного. Сама неотектоника заовраженных районов изучена недостаточно полно, нет единого подхода к изучению неотектонических движений, поэтому выводы часто несопоставимы или прямо противоположны [14]. Как правило, наличие оврагов уже служит критерием для установления неотектонических движений, что обычно принимается за истину. Однако, как отмечалось выше, овраги распространены весьма неравномерно. Кроме того, балочные склоны, на протяжении кото-

рых сохраняются одинаковыми все внешние факторы, в большинстве своем заовражены в какой-то одной части, поэтому мозаичное распространение заовраженных земель невозможно объяснить неотектоническими движениями, в результате которых образуются несравненно большие по площади структуры, чем заовраженные участки, имеющие локальное распространение.

Влияние неотектонических структур на эрозионные процессы в целом не должно вызывать сомнения, так как именно новейшие движения обуславливают основные особенности современного рельефа. Рассматривая роль рельефа и особенностей его формирования в развитии овражной эрозии, мы неизбежно анализируем неотектонические движения. Очевидно, изучение влияния неотектоники на эрозионные процессы в отрыве от анализа рельефа невозможно. Вместе с тем, когда говорят о воздействии неотектоники, то в подавляющем большинстве случаев под этим подразумевают влияние современных тектонических движений на активность эрозионных процессов уже при сложившихся особенностях рельефа, и здесь, как нам представляется, допускаются некоторые вольности, во всяком случае при анализе жизни оврагов.

Скорость современных тектонических поднятий несопоставима с интенсивностью овражного процесса. По данным повторных нивелировок, например, на Воронежской антеклизе современные тектонические движения положительного знака составляют первые миллиметры в год и нередко имеют отрицательный знак, тогда как скорость развития оврагов измеряется метрами в год. Современные тектонические движения могут оживить овраги и эрозионные процессы только в том случае, когда они вызывают врезание рек, являющихся базами эрозии для временных потоков. Однако установлено, что на Воронежской антеклизе, например, реки не углубляют свои долины, а, наоборот, агредируют их. Ежегодное отложение наноса достигает нескольких сантиметров в год [6]. Из этого следует, что сами процессы развития рельефа способны приглушать или временно полностью нейтрализовать влияние тектонических движений слабой интенсивности.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что связь эрозионных процессов с тектоническими движениями не столь непосредственна, как это часто представляется. К. А. Дроздов [3] справедливо отмечает, что тектонические движения влияют на образование современных оврагов через ряд факторов, создающих благоприятный для эрозии комплекс условий, на который накладывается влияние других факторов — рельефа, климата, литологии и т. д. Тектонические движения создают неровности рельефа, где эрозионные процессы в целом развиваются относительно самостоятельно до определенных пределов независимо от дальнейшего хода этих движений.

Таким образом, мы снова возвращаемся к тем же факторам, которые, как говорилось ранее, не объясняют всех особенностей развития овражной эрозии. Напрашивается вывод, что от науки пока скрыты весьма существенные стороны этого процесса.

Изучение происхождения береговых оврагов непосредственно на местности с помощью крупномасштабных карт и аэрофотоснимков показывает, что около 60—70 % из них фактически являются отвершками донных и концевых оврагов, около 20 % — непосредственным продолжением донных оврагов, т. е. первоначально они развивались по достаточно четко выраженным в рельефе материнским формам. Только 10—15 % береговых оврагов приурочены к относительно плоским склонам, слабовыраженным в рельефе ложбинкам стока глубиной 0,2—0,4 м.

Таким образом, подавляющее большинство береговых оврагов возникло в результате эрозионных процессов, которые развивались по днищам относительно крупных материнских форм рельефа. От донных оврагов, зародившихся там же под действием крупных временных потоков, в ходе дальнейшего их развития образовались многочисленные отвершки на склоны балок [12]. Очевидно, ключ к пониманию развития эрозионных процессов на склонах надо искать в основном в выявлении неустойчивости днищ материнских форм по отношению к овражной эрозии. Частично этот вопрос был освещен нами ранее [8—10].

В данном сообщении рассматриваются условия возникновения береговых оврагов, не имеющих видимой связи с донными и концевыми оврагами. Наблюдения проводили на правобережной части бассейна р. Сейма, являющейся одним из наиболее сильно заовраженных районов Среднерусской возвышенности.

Для установления оптимальных условий возникновения таких оврагов определяли площадь водосбора и уклон поверхности в точке зарождения оврага (в его устье). Кроме того, замеряли максимальный перепад высот в пределах овражного водосбора (включая сам овраг), глубину вершин оврагов, их максимальную глубину и некоторые другие параметры. Площадь водосборов определяли по аэрофотоснимкам с помощью планиметра. Во всех случаях на водосборе устанавливали ложбинку стока, которая прослеживалась непосредственно от вершины оврага. Как правило, четкие ее

очертания терялись лишь в непосредственной близости к гребню водораздела (в 20—30 м). На местности ложбинки обычно не видны, но их наличие фиксируется по аэрофотоснимкам. По многочисленным данным замеров построен график (рис. 1).

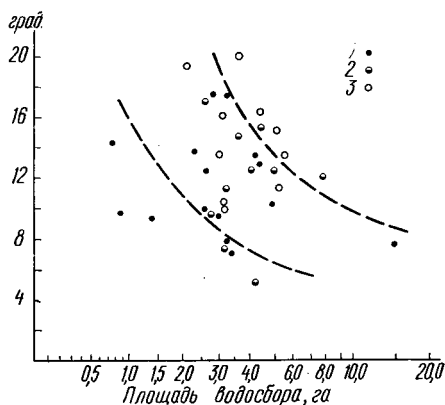


Рис. 1. График оптимальных значений параметров рельефа в точке зарождения береговых оврагов.

Тангенс усредненного угла наклона водосбора: 1 — 0,08—0,1; 2 — 0,06—0,08; 3 — 0,05—0,06.

Оказалось, что большинство оврагов возникло при водосборах площадью 2,5—5 га. Однако встречаются овраги и при значительно меньших площадях водосбора (менее 1 га). Нижняя граница поля точек на графике выражена достаточно четко и ограничена линией, соответствующей углу наклона около 7°. Но это не означает, что при меньших углах наклона зарождение оврагов исключается. По-видимому, линия, соответствующая углу наклона 7°, является лишь четко выраженной границей частоты встречаемости оврагов в конкретных условиях рассматриваемого района.

Верхние пределы значений угла наклона и площади водосбора (рис. 1), вероятно, не ограничивают оврагоопасную зону. Они свидетельствуют лишь о том, что рельеф рассматриваемого района находится на такой стадии развития, когда более высокие значения этих параметров уже не встречаются, но они могут быть в других условиях, возникающих, например, в результате хозяйственной деятельности человека. Последний момент важен и к нему мы еще вернемся.

Выполненные морфометрические наблюдения конкретизируют зависимость возникновения оврагов от основных параметров рельефа, но в то же время они показывают, что зависимость эта не однозначна и изменяется в больших пределах. Наглядно подтверждено (рис. 1) высказываемое ранее положение [3, 5] о том, что особенности рельефа определяют лишь активность и, очевидно, качественную форму эрозионных процессов, но не объясняют их.

В целях получения дополнительных зависимостей было введено значение тангенса угла среднего наклона поверхности водосбора оврага, полученное путем деления разно-

сти максимальной и минимальной отметок в пределах водосбора на его длину (водоподводящая ложбина + длина оврага). При этом считалось, что большему усредненному значению угла наклона водосбора соответствуют более интенсивный и кратковременный сток и меньшая инфильтрация атмосферных осадков. При сложном взаимном расположении точек в сторону начала координат тангенсы углов наклона водосбора возрастают (рис. 1). С учетом этих изменений тангенса угла были проведены две кривые, которые разбили поле точек графика на 3 зоны. Наиболее удаленная от начала графика зона I не содержит точек со значением тангенса более 0,08, тогда как близкая к началу графика зона в основном состоит из точек с указанным значением тангенса.

Таким образом, исходя из графика можно заключить, что возникновение берегового оврага зависит не только от площади водосбора и угла наклона поверхности в точке зарождения оврага, но и от наклона площади водосбора в целом. Следовательно, с увеличением общего наклона водосбора овражная эрозия начинается при меньших размерах водосборов и наклонах поверхности в точке зарождения оврага. Однако влияние изменения этих параметров неоднозначно и сказывается в широком диапазоне. Изменение параметров рельефа до критических значений не обязательно приводит к возникновению оврага, но определяет эрозионную опасность территории. На этой территории можно выделить много участков, где значения указанных параметров при аналогичных прочих условиях соответствуют критическим или даже выше их, однако оврагов там нет. В то же время овраги могут встретиться, хотя и не столь часто и не столь великие по размерам, на участках, где значения всех основных показателей эрозионной опасности намного ниже оптимальных. В этой связи К. В. Масальский [5] отмечал, что трудно вообразить такую форму рельефа, которая устранила бы возможность размывания и оврагообразования.

Очевидно, по мере уменьшения вертикальной расчлененности рельефа и, следовательно, уменьшения его энергии точки графика (рис. 1) будут смещаться вправо и приближаться к горизонтальной оси графика.

Получение еще одного параметра рельефа, характеризующего его эрозионную опасность, хотя и раскрывает дополнительные зависимости, однако не дает однозначного ответа.

По всей видимости, процесс возникновения и развития оврагов до сего времени рассматривается односторонне. Этот процесс, являясь составной частью общего процесса развития рельефа, имеет свои сложные закономерности, которые нельзя сводить к простым морфометрическим и морфологическим зависимостям от современного рельефа. Это большой, самостоятельный вопрос, который здесь не рассматривается. Частично мы о нем писали ранее [9, 10].

Характеристика условий оврагообразования будет неполной без учета влияния хо-

зяйственной деятельности человека. В подавляющем большинстве случаев она ослабляет общую противозерозийную устойчивость территории и таким образом усиливает влияние благоприятного для эрозии комплекса условий.

Особую роль в развитии оврагов играют рубежи, создаваемые в процессе выполнения различных работ. Наиболее распространенным рубежом являются дороги. Они не только перекрывают мелкие ручейки, но и сами являются источником, нередко единственным, поверхностного стока. Чрезмерно уплотненный грунт проселочных дорог практически не впитывает атмосферных осадков. Все это приводит к тому, что дороги повсеместно вызывают рост оврагов. Такое же влияние на развитие оврагов оказывают скотобойные тропы, если они на больших отрезках пересекают под острым углом горизонталь рельефа. Немаловажное значение имеют разъемные борозды при вспашке полей и прочие рубежи, которые были рассмотрены в работе [4].

Подсчет оврагов по признаку их связи с донными размывами показывает, что последние на 85—90 % определяют эрозионную опасность склонов. Не исключено, что в остальных случаях (10—15 %) также имеется скрытая связь с донными оврагами. Отсюда понятна важность предотвращения эрозионных процессов по днищам логов и балок. Однако, к сожалению, в настоящее время борьба с донными размывами практически не ведется.

Из графика видно (рис. 1), что для балочных склонов существуют (с известной долей приближенности) критические значения площади водосборов, превышение которых ведет к резкому возрастанию эрозионной опасности. Следовательно, отрицательная роль рубежей заключается в том, что они способны создавать крупные искусственные водосборы, значительно превышающие критические, и тем самым переводить относительно равновесные склоны в эрозионноопасные. Но в практике противозерозийных работ это опять-таки не учитывается.

Наблюдения показали, что элементарные водосборы, дающие начало оврагам, имеют характер узких и длинных полос, ориентированных субпараллельно друг другу. Наглядным примером этого могут служить ложбины стока (рис. 2, сделан с аэрофотоснимка). По каждой из них происходит сброс ограниченного количества поверхностного стока, неспособного производить разрушения. Во всяком случае по ложбинам размывов не встречено. Так природные процессы создают условия относительного равновесия. Ложбины столь слабо выражены в рельефе, что есть опасность соединить их при выполнении сельхозработ и таким образом создать условия для развития оврагов. В практике противозерозийных работ также есть много приемов, осуществление которых неизбежно приводит к объединению соседних водосборов.

Одним из способов борьбы с оврагами является сооружение водоотводных каналов. На первый взгляд, метод эффективен, так как, лишившись стока, овраг должен прекратит



Рис. 2. Густая сеть ложбин стока на пологих балочных водоразделах (левобережье р. Свапы).

рост. Но куда отвести сток? Допустим, что по одной из ложбин стока (рис. 2) развивается овраг, который решено остановить путем отвода стока. Оказывается, что водоотводную канаву нельзя провести так, чтобы она не пересекала соседних элементарных водосборов. Каждое пересечение соседнего водосбора примерно вдвое увеличит расход потока и, очевидно, во столько же возрастет вероятность размыва по отводной канаве.

В подтверждение данному выводу приведем несколько примеров. У с. Березуцкое-на-Ломне Курчатовского района для прекращения роста берегового оврага была сооружена водоотводная канавка (рис. 3, а), которая пересекала пять элементарных водосборов. Усиленный таким образом поток превратил водоотводную канаву в глубокий овраг с пятью дополнительными головками, соответствующими числу пересеченных во-

досборов. Очевидно, желая предотвратить рост этих новых овражков и остановить основной овраг, были сделаны две новые канавы, отводящие сток в противоположные стороны. Каждая из канав пересекала большое количество элементарных водосборов и в итоге превратилась в глубокий овраг. В настоящее время сток поступает к тому первичному оврагу, ради остановки которого была выполнена работа. В результате опроса местных жителей установлено, что работы и последующие за ними события совершались задолго до Октябрьской революции. Судя по аэрофотоснимкам, никаких существенных изменений там с 1954 г. не произошло.

Водоотводный канал был построен также в балке Пахомов Лог колхоза «Россия» Октябрьского района в 1976 г. около вершин двух оврагов. Предусматривалось от-

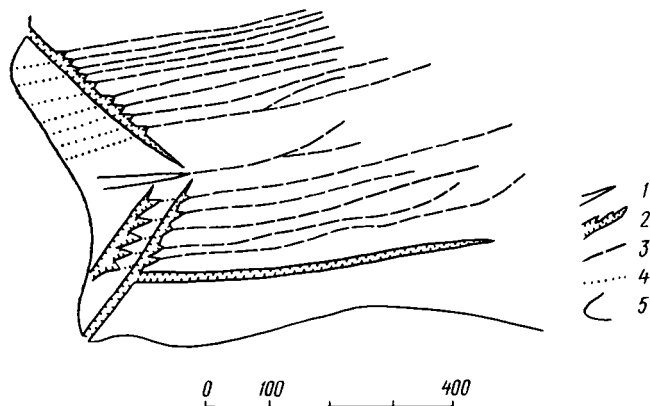


Рис. 3. Овраги и промоины:

1 — овраг естественный; 2 — овраги, возникшие в связи с перераспределением поверхностного стока; 3 — промоины; 4 — ложбинки стока, нечетко выраженные, без следов размыва; 5 — подножия склонов.

вести сток в распыленном виде на склон с хорошо развитой дерниной. В течение двух лет работы гидротехнического сооружения склон на протяжении 70 м превратился в систему оползней и оврагов, отдельные из которых достигли длины 15 м и глубины до 7 м, тогда как прирост оврагов, ради останки которых были проведены работы, за 24 предшествующих года не превышал 15 м.

Таким образом, применение водоотводных канав может привести к весьма нежелательным последствиям. Серьезных разрушений в первые годы может и не быть, но важно то, что искусственно создается угроза развития нового оврага, который пройдет рядом с существующим. Недопустимо останавливать овраги любой ценой, тем более, что цена бывает очень высокой [13]. Например, в первом из описанных случаев суммарная длина оврагов, развившихся в связи с сооружением водоотводных канав, по самым скромным определениям в 6—7 раз превысила длину оврага, который был причиной работ. Кроме того, была активизирована эрозия по ложбинкам стока, которые превратились в промоины, в результате граница пашни отодвинулась на 500 м в глубь водораздела.

Террасирование склонов, которое стало вновь внедряться в практику работ по

борьбе с эрозией, также следует рассматривать как один из путей создания крупных искусственных водосборов. Такие склоны без дополнительных работ по отводу усиленных потоков неизбежно обречены на размыв и вопрос лишь во времени [15]. Аналогичные террасы длиной около 700 м в районе с. Старково Октябрьского района превратились в серию береговых оврагов.

Любые противоэрозионные работы, связанные с перераспределением поверхностного стока, нарушают динамическое равновесие в системе эрозия — аккумуляция. Водные потоки, протекая обычным путем, произведут значительно меньшие разрушения, так как они при этом используют элементы рельефа ближе всего к естественному равновесию. Изменение направления стока неизбежно кончается реакцией на него рельефа, что не может не сопровождаться разрушениями.

Изложенные фактические данные позволяют заключить, что при использовании простейших гидротехнических сооружений должны быть предусмотрены меры, исключающие объединение площади естественных водосборов. Если это условие невыполнимо, то следует усилить противоэрозионную устойчивость участков, на которые будет направлен сброс усиленных потоков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Докучаев В. В. Овраги и их значение. — Тр. Императ. вольного эконом. об-ва, т. III, вып. II, 1877. — 2. Гужева А. Ф. Овраги Средне-Русской возвышенности. — Матер. по геоморфол. и палеогеогр. СССР. Тр. ин-та географии АН СССР, 1948, вып. 42. — 3. Дроздов К. А. Распространение овражной эрозии на территории Центральных черноземных областей. — Науч. зап. Воронеж. отд. географ. об-ва СССР. Воронеж, 1965. — 4. Лопырев М. И., Марковский В. И. Методика определения допустимых параметров при проектировании линейных элементов территории в условиях пересеченного рельефа. — В кн.: *Вопр. современ. землеустр., геод. и планировки сельских населен. мест в условиях ЦЧЗ*. Науч. тр. Воронеж. с.-х. ин-та, 1974, т. 64. — 5. Масальский К. В. Овраги черноземной полосы России, их распространение, развитие и деятельность. СПб., типогр. Киришбауна, 1897. — 6. Ненароков М. И. Характеристика позднейших наносов и почв пойм рек и днищ балок областей ЦЧЗ. — В сб.: *Науч. осн. рациона. использ. почв ЦЧЗ и пути повышения их плодородия*. Воронеж. ун-т, 1966, вып. 1. — 7. Раскатов Г. И. Прогнозирование тектонических структур фундамента и чехла древних платформ и форм погребенного рельефа средствами геолого-геоморфологического анализа (на примере Воронежской антеклизы). Воронеж. ун-т, 1972. — 8. Скоморохов А. И. Новый метод борьбы с эро-

зией. — В сб.: *Науч. осн. рациона. использ. почв ЦЧЗ и пути повышения их плодородия*. Воронеж. ун-т, 1966, вып. 2. — 9. Скоморохов А. И. О соотношении эрозии и аккумуляции в развитии овражно-балочного рельефа. — В сб.: *Приемы мелиорации земель в ЦЧЗ*. Науч. тр. Воронеж. с.-х. ин-та, т. 84, 1976. — 10. Скоморохов А. И. Продольный профиль тельвега в балках и оврагах. — *Изв. АН СССР, сер. геогр.*, 1978, № 3. — 11. Скоморохов А. И. Возможные пути мелиорации овражно-балочных земель. — В сб.: *Мелиорация и условия Черноземного Центра РСФСР*. Науч. тр. Воронеж. с.-х. ин-та, 1978, т. 97. — 12. Скоморохов А. И., Сягаев Н. А. Некоторые особенности развития донных размывов в балках и оврагах Курской области. — *Докл. ТСХА*, 1979, вып. 248. — 13. Скоморохов А. И., Калужная Т. Е., Кучеренко В. И., Истомин А. П. Об экономической эффективности земляных валов. — *Тез. докл. Всесоюз. конф. «Теоретические основы противоэрозионных мероприятий»*. Одесса, 1979. — 14. Соколовский И. Л. Неотектоника и развитие экзогенных процессов. — В кн.: *Современные экзогенные процессы рельефообразования*. М.: Наука, 1970. — 15. Шевченко Б. Ф. Воздействие террасирования склонов на линейную эрозию. — *Тез. докл. Всесоюз. конф. «Теоретические основы противоэрозионных мероприятий»*. Одесса, 1979.

Статья поступила 21 января 1980 г.