

ГЕОМОРФОЛОГИЯ И НАРОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 551.435.162 (571.1+574+575)

**Б. Ф. КОСОВ, Е. Ф. ЗОРИНА, Г. С. КОНСТАНТИНОВА,
Б. П. ЛЮБИМОВ****ОВРАЖНАЯ ОПАСНОСТЬ
ТЕРРИТОРИИ СРЕДИННОГО РЕГИОНА СССР¹
В СВЯЗИ С ЕЕ ХОЗЯЙСТВЕННЫМ ОСВОЕНИЕМ**

На основе сопоставления карт современной заовраженности и комплексной карты потенциальной овражной эрозии может быть оценена овражная опасность территории. Современная заовраженность оценивается по двум основным показателям: густоте и плотности овражной сети. Потенциальная овражная эрозия определяется расчетным путем по величинам твердого расхода в замыкающих створах малых водосборов с использованием данных об основных природных факторах (площади водосборов, жидких осадках, средних уклонах местности, размываемости покровных горных пород). Несмотря на очень слабую современную заовраженность территории региона, потенциал овражной эрозии для нее весьма значителен, что и следует иметь в виду проектировщикам при разработке мероприятий по защите земель от овражной эрозии.

В связи с интенсивным комплексным освоением Срединного региона возникает необходимость оценки эрозионной опасности этой территории. Значение такой оценки подчеркивается постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 20.III.1967 г. «О неотложных мерах по защите почв от ветровой и водной эрозии», обязывающим учитывать меры по защите почв как для уже используемых в сельском хозяйстве земель, так и при планировании нового освоения.

В настоящей статье эрозионная опасность оценивается по одному из видов эрозии — овражной. Для определения овражной опасности любой территории важно знать не только современное распространение оврагов (заовраженность), но также возможность интенсификации овражной эрозии в результате нарушения природных условий при освоении территории или в процессе ее естественного развития.

Для оценки заовраженности использована комплексная карта овражности равнинной территории СССР, на которой показаны коэффициент протяженности овражной сети и плотность оврагов с выделением районов различных их сочетаний (Косов, Константинова, 1973). Общие закономерности заовраженности в значительной степени определяются расположением территории в той или иной природной зоне, а в ее пределах рельефом и размываемостью грунтов. В целом территория Срединного региона характеризуется сравнительно небольшим овражным расчленением. Около 60% площади занимают территории с редкими, единичными оврагами (коэффициент протяженности оврагов K_0 менее 0,01 км/км², плотность оврагов n менее 2 оврагов на 100 км²),

¹ Под Срединным регионом понимается территория Западно-Сибирской равнины Казахстана и Средней Азии.

т. е. практически безовражные. Сюда относятся районы, расположенные в лесотундре, вся лесная зона и почти все песчаные пустыни Средней Азии. Овраги здесь встречаются главным образом в прибрежной полосе крупных рек и в районах наиболее интенсивного освоения. В лесостепной и степной зонах безовражные районы приурочены в основном к неосвоенным площадям с очень выровненной поверхностью и ничтожно малыми амплитудами высот рельефа (Прикаспийская низменность, Ишимская равнина, Барабинская низменность и др., где преобладают относительные высоты менее 10 м), или к площадям, сложенным трудноразмываемыми породами (некоторые участки Казахского мелкосопочника). Районы очень слабой и слабой заовраженности (K_e от 0,01 до 0,2 км/км², n от 2 до 25 оврагов на 100 км²) приурочены в основном к зонам тундры, степи и особенно полупустыни. Во всех этих районах овраги встречаются преимущественно на склонах речных долин. Районы средней заовраженности (K_e от 0,2 до 0,6, n от 25 до 100 оврагов на 100 км²) встречаются в тундре на наиболее возвышенных и густорасчлененных поверхностях (возвышенности и гряды п-ов Ямала, Гыданского, Тазовского), в степи на возвышенных плато и расчлененных участках наклонных равнин (Приобское и Подуральское плато). Районы сильной заовраженности (K_e — 0,6 км/км², n — более 100 оврагов на 100 км²) сосредоточены в степной и полупустынной зонах и занимают весьма незначительную площадь Среднего региона — около 2% (в степной зоне это участок возвышенного Подуральского плато, а в полупустыне — плато Мангышлак, Красноводское и часть Тургайской столовой страны, для которых типичны крутые и высокие уступы, так называемые «чинки», — густо изрезанные короткими оврагами).

Под потенциальной опасностью овражной эрозии понимается возможность образования новых оврагов или усиления роста существующих при нарушении естественного природного комплекса (сведение лесов, распашка территории). За территориальную единицу, в пределах которой рассматривались эрозионные процессы, принята характерная величина овражно-балочного водосборного бассейна, изменяющаяся в зависимости от расчлененности территории. Интенсивность эрозионных процессов в пределах водосбора может характеризоваться расчетной величиной твердого расхода в замыкающем створе. Последняя обусловлена, с одной стороны, энергией водного потока, образующегося в условиях водосбора (с учетом его площади, интенсивности осадков, уклонов, фильтрационной способности почвогрунтов), с другой — подверженностью пород, слагающих водосбор, размывающему действию водного потока (с учетом данных о размывающих скоростях). За показатель потенциальной овражной эрозии нами принят твердый расход (л/сек) в замыкающих створах малых водосборов. На данном этапе исследования расчет проведен только для условий с нарушенным (снятым) дерново-растительным покровом, что характерно преимущественно для освоенных и, в первую очередь, распаханых площадей, т. е. для сельскохозяйственного типа освоения.

Твердый расход в замыкающем створе водосборного бассейна определяется как $Q_{\tau} = Q_0 \cdot \rho$ л/сек, где Q_{τ} — твердый расход, л/сек; Q_0 — жидкий расход, л/сек; ρ — насыщение потока наносами как доля твердой фракции в полном объеме стока.

Жидкий расход талого и дождевого стока Q_0 определен в соответствии с Руководством по определению расчетных гидрологических характеристик (1973). Величины коэффициента стока уточнены в соответствии с данными, приведенными в статье Е. Ф. Зориной, Ю. И. Павлова (1973). При расчете расходов дождевого стока использованы следующие характеристики: осадки однопроцентной обеспеченности теплого периода, средние уклоны местности, длины склонов овражно-балочной сети, особенности почвенного покрова. При расчете талого стока в ве-

личины расходов, полученные расчетным путем с использованием данных о среднем слое стока половодья, его дружности, редукации стока в зависимости от площади бассейна, внесены коррективы с учетом того факта, что в формировании твердого стока в весенний период принимает участие не весь сток, так как часть его стекает по неоттаявшей поверхности, не эродируя ее. Твердый расход начинает формироваться приблизительно с момента образования проталин. По данным о высоте снежного покрова, приведенным в «Метеорологических ежегодниках», в величины расходов были введены соответствующие понижающие коэффициенты. Полученные окончательные величины приняты при расчете процесса формирования твердого стока. Площади водосборов овражно-балочной сети определены по карте расчлененности территории речной сетью, составленной А. П. Доманицким и др. (1971), с учетом переходных коэффициентов к суммарной расчлененности, включающей и овражно-балочную, по рекомендации Р. А. Нежиховского (1971). В соответствии с полученными данными подсчитаны длины склонов и площади овражно-балочных систем.

Мутность ρ в замыкающем створе овражно-балочных систем определена по В. Н. Гончарову (1962).

$$\rho = \frac{1 + \lambda}{2200} \cdot \frac{d}{h} \cdot \left(\frac{v_0}{v_{нр}} \right)^{3,33},$$

где: d — средний диаметр грунтовых частиц, m ; h — глубина потока, m ; v_0 — средняя скорость потока, соответствующая расходу Q_0 в замыкающем створе водосборного бассейна, $m/сек$; $v_{нр}$ — осредненные величины неразмывающей скорости для грунтов, $m/сек$; λ — коэффициент, изменяющийся в зависимости от крупности транспортируемого материала и температурного режима.

Скорость потока (v_0 , $m/сек$) определена в соответствии с формулой Шези для потока, как

$$v_0 = A \frac{Q^{0,25} i^{0,375}}{n^{0,75}},$$

где: i — средний уклон водосборного бассейна; n — коэффициент шероховатости, принятый равным 0,05; A — коэффициент, зависящий от соотношения между шириной и глубиной потока в замыкающем створе.

Глубина потока в замыкающем створе (h , m) представлена на основании зависимости Шези, как

$$h = \frac{Q_0^{0,375} n^{0,375}}{i^{0,187}}$$

Обозначения те же, что и в предыдущих зависимостях.

Величины осредненной скорости $v_{нр}$ для различных по литологии и по физическим свойствам грунтов в соответствии с данными, принятыми при расчетах в гидротехнике и мелиорации (Мирцхулава, 1970), взяты следующие (в $m/сек$): для песков 0,5; для глин, суглинков, щебня — 1,35; осадочных пород — 3,25; мерзлых грунтов — 5,5; монолитных скальных кристаллических пород — 16.

Все необходимые для расчетов показатели были получены с карт масштаба 1 : 2 500 000: 1) расходов жидкого и талого стока однопроцентной обеспеченности, 2) площадей водосборов овражно-балочной сети, 3) средних углов наклона поверхности водосборных бассейнов овражно-балочных систем, 4) размываемости поверхностных рельефообразующих горных пород², составленных в Проблемной лаборатории

² Карта размываемости поверхностных рельефообразующих горных пород опубликована (Косов и др., 1973).

эрозии почв и русловых процессов Географического факультета МГУ.

В пределах Срединного региона для различных сочетаний природных комплексов (рассматриваются компоненты ландшафта, учитываемые в расчетных зависимостях для определения твердого стока) рассчитаны величины твердого расхода для летнего и весеннего периодов. Оценивая интенсивность потенциальной овражной эрозии в период снеготаяния и в летний период, следует отметить, что, как правило, на всей территории Срединного региона опасность ливневой эрозии превышает опасность эрозии весеннего периода. В пределах зоны тундры, лесотундры и севера таежной, в районе «вечной мерзлоты» в весенний период эрозия практически отсутствует, поскольку к моменту снеготаяния почва сохраняет мерзлое состояние и не подвергается размывающему действию потоков талой воды. В полупустынной и пустынной зонах снеговой покров отсутствует. По расчетам в лесостепной и степной зонах в весенний период твердый сток либо практически отсутствует, либо очень мал (менее 0,01 л/сек). В Западной Сибири это является результатом сочетания сравнительно малой высоты снежного покрова с высокой противоэрозионной устойчивостью подстилающих пород. Что касается лесной зоны, то здесь есть основания ожидать проявления эрозионных процессов при сведении растительного покрова как в весеннее время, так и под влиянием летних осадков. Расчеты показывают, что твердые расходы летнего времени в большинстве районов превышают весенний твердый расход приблизительно на порядок (1,0—0,1 л/сек летом; порядка 0,01 л/сек — весной). Однако более длительное воздействие талых вод на почвогрунты по сравнению со временем воздействия летних осадков, а также то обстоятельство, что талые воды действуют на незащищенную растительным покровом почву, может сделать интенсивность эрозии дождевыми и талыми водами в лесной зоне соизмеримой. Таким образом, установив, что на территории Срединного региона интенсивность эрозии, вызванной талыми водами, либо значительно слабее эрозии, вызванной стоком дождевых вод, либо соизмерима с ней (в лесной зоне) при выявлении закономерностей распространения потенциальной эрозии, мы учитывали в основном дождевой сток. Степень потенциальной овражной эрозии оценивалась по величинам твердого расхода (в л/сек): менее 0,001 — очень слабая, 0,001—0,01 — слабая, 0,01—0,1 — средняя, 0,1—1,0 — сильная, более 1,0 — очень сильная.

По выделенным группам составлена картосхема потенциальной овражной эрозии. На нее была наложена карта современной овражности. На полученной совмещенной карте (рисунок) показатель современной заовраженности характеризует степень расчленения районов без разделения их на естественные и антропогенные. Показатель потенциальной овражной эрозии дает оценку разных районов по относительной интенсивности овражной эрозии при заданном типе освоения территории.

Комплексная оценка территории Срединного региона по соотношению обоих показателей позволяет выделить в его пределах районы с различной овражной опасностью. Наибольшей опасностью характеризуются возвышенные и расчлененные районы Севера в области сплошной вечной мерзлоты (рисунок). Современное овражное расчленение здесь в целом незначительно и лишь местами достигает средней степени. Очень сильная потенциальная овражная эрозия в этих районах обусловлена главным образом большой размываемостью оттаивающих грунтов при значительных уклонах поверхности. Согласно имеющимся представлениям (Григорьев, 1956; Коржув, 1964, и др.), мерзлые породы обладают очень высокой противоэрозионной устойчивостью и, казалось бы, интенсивность овражной эрозии в таких районах должна быть равна нулю. Однако водные потоки воздействуют на мерзлые грунты прежде всего термически, в результате чего верхние слои оттаивают и их противоэрозионная устойчивость резко ослабляется. Вследствие этого

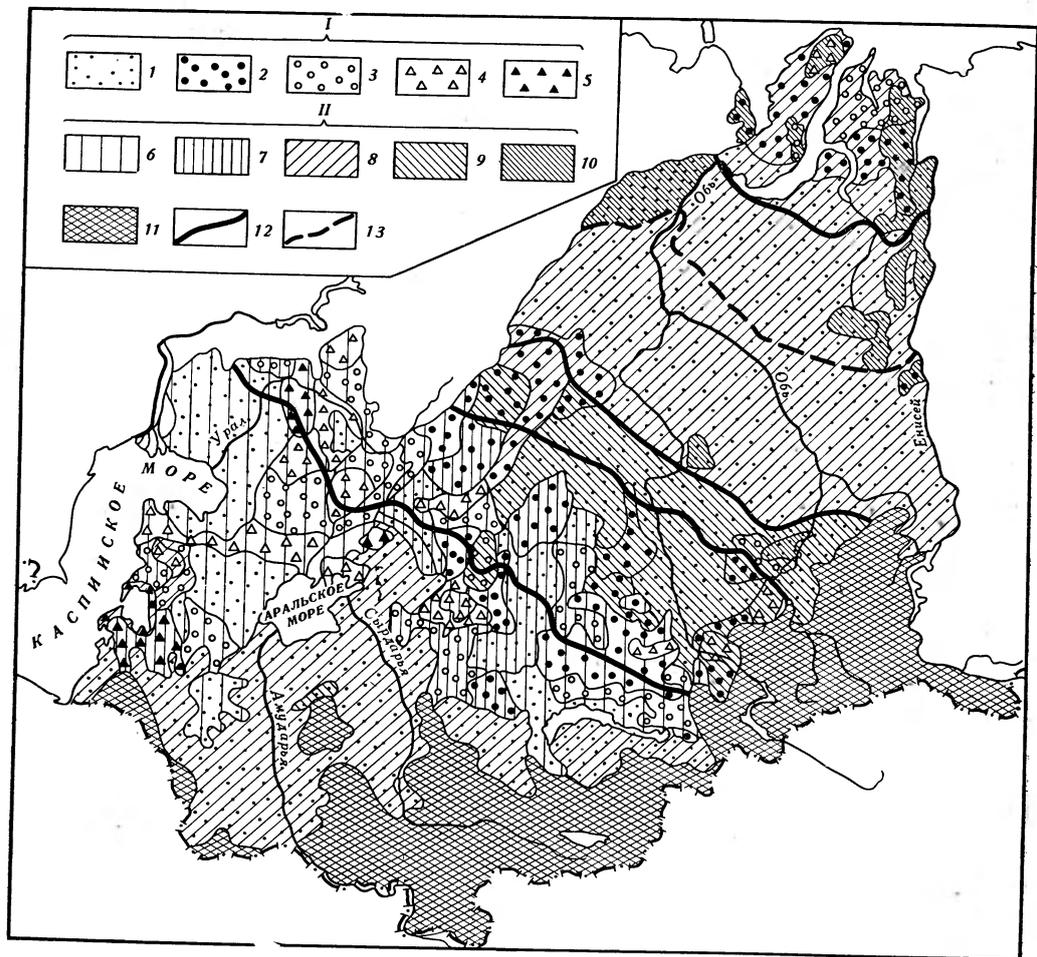


Схема районирования Срединного региона СССР по современной и потенциальной овражной эрозии.

I. Современная заовраженность: 1 — единичные овраги, 2 — очень слабая, 3 — слабая, 4 — средняя, 5 — сильная; II. Потенциальный размыв: 6 — очень слабый, 7 — слабый, 8 — средний, 9 — сильный, 10 — очень сильный. Прочие обозначения: 11 — горные районы, 12 — границы природных зон, 13 — южная граница распространения многолетнемерзлотных пород

в тундре овражная эрозия проявляется даже в естественных природных условиях, а при хозяйственном освоении резко усиливается (Косов, Константинова, 1970, 1973).

Весьма оврагоопасными являются лесостепная и северная часть степной зоны. Сильная потенциальная овражная эрозия обусловлена здесь большой размываемостью покровных пород, довольно интенсивным жидким стоком, а на возвышенных участках — большими уклонами поверхности. В настоящее время овраги здесь единичны (практически отсутствуют); местами имеет место очень слабая, слабая и совсем редко, средняя заовраженность.

Сравнительно меньшей овражной опасностью характеризуются обширные площади Срединного региона, приуроченные к лесной, лесотундровой, отчасти тундровой зонам, а также к пустыням Средней Азии. Потенциальная овражная эрозия здесь средняя, а современная практически отсутствует (единичные овраги). Возможность проявления овражной эрозии обусловлена в лесной и лесостепной зонах — сравнительно легко размываемыми грунтами, а также значительным жидким стоком, связанным преимущественно с малой инфильтрационной спо-

собностью подзолистых почв. В пустынной и полупустынной областях активизацию эрозионного процесса следует ожидать в основном под влиянием ирригации. Во всех зонах на возвышенных участках и вблизи рек потенциальная овражная эрозия может значительно усиливаться.

Наименьшей потенциальной овражной опасностью характеризуются районы, расположенные в зоне степей и полупустынь. Возможность активизации эрозионного процесса, согласно рассчитанным величинам твердых расходов, здесь минимальная, что обусловлено небольшим количеством жидких осадков, преобладанием плоского рельефа и слабой размываемостью грунтов. В настоящее время большая часть этой территории практически безовражна. Однако встречаются районы со слабой, а в отдельных случаях — средней и даже сильной заовраженностью, приуроченные к сильно расчлененным участкам плато (уступы, «чинки») — Краснодарского, Устюрт, северной части Подуральяского, Общего Сырта и Тургайского, а также предгорной части Мугоджар. Это не противоречит высказанному выше положению о том, что в настоящее время активизация здесь овражной эрозии практически невозможна. Интенсивное овражное расчленение, приуроченное главным образом к структурным уступам, связано, по-видимому, с длительным проявлением естественной овражной эрозии в благоприятных условиях рельефа.

Анализ современного распространения оврагов и потенциальной овражной эрозии на территории Срединного региона показывает, что при планировании средств на противозерозионные мероприятия в пределах Срединного региона нельзя ориентироваться на ничтожно малые показатели современной заовраженности (всего 2% площади с сильной заовраженностью). Следует иметь в виду, что при хозяйственном освоении около 50% площади могут подвергаться эрозии средней и сильной интенсивности; при ирригации на легко размываемых грунтах эта цифра сильно увеличится за счет ирригационной эрозии. Расчет интенсивности овражной эрозии проводился при общем для всей территории условии — отсутствии дерново-растительного покрова. Составленная карта дает приблизительную характеристику овражной опасности территории Срединного региона для условий сельскохозяйственного использования. Естественно, что такая огромная и разнообразная по природным условиям и природным богатствам территория, как Срединный регион, будет осваиваться по-разному, в связи с чем в различных районах природные факторы будут менять свои значения по-разному в зависимости от конкретного типа освоения. Так, в аридных районах, где овражная эрозия проявляется слабо и очень слабо, интенсивность ее может резко возрасти в случае увеличения жидкого стока при широком введении орошаемого земледелия. В степных районах интенсивность овражной эрозии может увеличиться в результате мелиорации заболоченных площадей путем проложения дренажных канав и т. д. Во всех зонах и районах изменения интенсивности овражной эрозии по сравнению с расчетной могут быть вызваны изменениями местных условий в связи с промышленным, транспортным и другими видами освоения: при этом могут меняться базисы эрозии, площади водосборов, углы наклона и другие факторы оврагообразования.

Предлагаемая расчетная методика позволяет оценить потенциальную овражную опасность при изменениях природных условий при всех типах хозяйственного использования территории.

ЛИТЕРАТУРА

- Гончаров В. Н. Динамика русловых процессов. Л., Гидрометиздат, 1962.
Григорьев А. А. Субарктика. Опыт характеристики основных типов географической среды. Изд. 2-е, М., Географгиз, 1956.
Доманицкий А. П., Дубровина Р. Г., Исаева А. Н. Реки и озера Советского Союза (справочные данные). Л., Гидрометиздат, 1971.

- Зорина Е. Ф., Павлов Ю. И.* Опыт районирования равнин СССР по величинам модулей стока дождевых паводков с малых водосборов. В сб. «Эрозия почв и русловые процессы», вып. 3, М., Изд-во МГУ, 1973.
- Коржув С. С.* О естественной эрозии в зоне многолетней мерзлоты. «Изв. АН СССР, Сер. геогр.», № 3, 1964.
- Косов Б. Ф., Константинова Г. С.* Особенности овражной эрозии в тундре. В сб. «Эрозия почв и русловые процессы», вып. 1, М., Изд-во МГУ, 1970.
- Косов Б. Ф., Константинова Г. С.* Комплексная карта овражности равнинной территории СССР. «Геоморфология», № 3, 1973.
- Косов Б. Ф., Никольская И. И., Любимов Б. П.* О методике составления карт противозрозийной устойчивости горных пород для целей учета потенциальной опасности развития линейной эрозии. В сб. «Эрозия почв и русловые процессы», вып. 3, М., Изд-во МГУ, 1973.
- Мирицхулава Ц. Е.* Инженерные методы расчета и прогноза водной эрозии. М., «Колос», 1970.
- Нежиховский Р. А.* Русловая сеть бассейна и процесс формирования стока воды. Л., Гидрометиздат, 1971.
- Руководство по определению расчетных гидрологических характеристик. ГГИ, Гидрометиздат, Л., 1973.

Географический факультет
Московского университета

Поступила в редакцию
18.IX.1974

GULLY DANGER AT THE MIDDLE REGION OF THE USSR IN CONNECTION WITH ITS ECONOMIC DEVELOPMENT

B. F. KOSOV, E. F. ZORINA, G. S. KONSTANTINOVA, B. P. LYUBIMOV

Summary

The gully danger has been estimated for the Middle Region of the USSR (West Siberian Plain, Kazakhstan and Middle Asia included) on the base of comparison of maps compiled by the authors, such as map of present gully distribution and map of potential gully erosion, i. e. possible erosion intensity in case of natural environment destruction due to the agricultural development of the territory. Present gully development has been estimated by indices of gully net density and frequency. Potential gully erosion has been calculated using solid discharge data at closing profiles of small drainage basins as well as data on main natural factors (catchment area, liquid precipitation, average slope of the territory, surface rock resistance to erosion).

At present the gully development at the region is not considerable (gully area is about 2 per cent of the whole territory), nevertheless in case of agricultural development about 50 per cent of the vast territory can undergo intensive and moderate erosion; the value may be increased in case of irrigation on account of the irrigation erosion at erodible soils. The study results can be used to work out anti-erosion measures and to choose the regions of economic development.
