

40.6
P63
953969

А.Г. РОЖКОВ

БОРЬБА С ОВРАГАМИ



А.Г. РОЖНОВ
доктор
сельскохозяйственных наук

БОРЬБА С ОВРАГАМИ



МОСКВА «КОЛОС» 1981

631.6

ББК ~~40.6~~

Р63

631.65

УДК 631.613.2.02

Рецензенты: кандидат географических наук Б. Ф. Косов и
О. К. Бухтеев.

Рожков А. Г.

Р 63 Борьба с оврагами.— М.: Колос, 1981.— 199 с.,
ил., 4 л. ил.

В книге рассказано о причинах оврагообразования, интенсивности роста оврагов и вреде, причиняемом ими народному хозяйству. Основное внимание уделено фитомелиоративным и инженерным способам закрепления оврагов и приостановления их развития, а также комплексному методу, позволяющему ликвидировать овраги, облагородить разрушенные земли и вернуть их в интенсивное производство. Рассмотрена на агрономов, лесомелиораторов и руководителей хозяйств.

40305—184
Р ————— 45—81. 3802030000
035(01)—81

ББК 40.6
631.6

© Издательство «Колос», 1981

ПРЕДИСЛОВИЕ

В нашей стране постоянно уделяется большое внимание вопросам бережного отношения к земле и охране ее от разрушения эрозионными процессами. Особенно значительно расширились исследования по эрозии и возросли объемы внедрения противоэрозионных мероприятий после принятия в 1967 г. постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О неотложных мерах по защите почв от ветровой и водной эрозии». За прошедшее после этого время впервые во всех союзных республиках, краях и областях, на землях которых проявляются эрозионные процессы, разработаны генеральные схемы защиты почв от эрозии и определены на перспективу виды, объемы и очередность проведения противоэрозионных работ. На десятках миллионов гектаров пашни ежегодно осуществляются агротехнические почвозащитные мероприятия, на больших площадях создаются защитные лесонасаждения, строятся террасы и другие гидротехнические сооружения.

Однако, несмотря на имеющиеся достижения, многие теоретические и практические вопросы эрозионной проблемы требуют дальнейшего более глубокого изучения. Одним из таких вопросов является оврагообразование. В отличие от других видов эрозии (смыва и выдувания почв) растущие овраги полностью разрушают почвенный покров и выводят из сельскохозяйственного использования значительные площади ценных земель. Овраги расчленяют крупные массивы на мелкие участки и усложняют их конфигурацию, они разрушают дороги и строения, а выносы из них заносят посевы и сенокосы, заиливают пруды и реки.

В Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года, утвержденных XXVI съездом КПСС, сказано, что важнейшей задачей в земледелии является: «... всемерное повышение плодородия почв и урожайности, дальнейший рост производства зерна, кормов и другой продукции на основе применения зональных научно обоснованных систем ведения хозяйства».

Главнейшая и составная часть системы ведения хозяйства — это почвозащитная система земледелия, предусматривающая повсеместное внедрение агротехнических, фитомелиоративных, гидротехнических и организационно-хозяйственных мероприятий по защите почв от разрушения эрозионными процессами.

Современный подход к решению проблемы борьбы с оврагами должен базироваться на детальном изучении природных и хозяйственных факторов и создании на этой основе комплексов взаимно увязанных противэрозионных приемов, пространственно размещаемых как непосредственно на овраге, так и на его водосборной площади. Чтобы обоснованно осуществить выбор того или иного приема закрепления оврагов или мелиорации разрушенных ими земель, необходимо располагать достоверными данными по большому числу показателей, характеризующих состояние оврага и его водосборной площади. Только максимальная согласованность приемов с конкретными эрозионно-экологическими особенностями оврагов и их водосборов может надежно приостановить процесс разрушения земель.

В настоящей работе рассмотрены основные методы, применяемые для изучения оврагообразования и разработки практических мер борьбы с оврагами. Исследования факторов оврагообразования, изучение интенсивности роста оврагов, морфологии и морфометрии различных форм размыва и их водосборов, определение ущерба от оврагов и разработка приемов борьбы с ними проводились преимущественно на территории Молдавии и Центрально-Черноземной зоны. Однако методические подходы и выявленные закономерности, особенно по распределению морфологических характеристик оврагов и их водосборов, интенсивности роста оврагов с различной водосборной площадью, расчету параметров водозадерживающих валов, влиянию агротехнических и лесомелиоративных приемов на сокращение стока воды, поступающей к вершинам оврагов, и прочие можно с некоторым уточнением использовать и в других зонах страны.

Глава 1

ФАКТОРЫ ОБРАГООБРАЗОВАНИЯ

Размыв поверхности суши, как и смыв почвы, в определенных условиях протекает постоянно, но с различной интенсивностью. Даже исключительно равнинные и засушливые местности в той или иной степени расчленены гидрографической сетью, возникшей в различное время под влиянием размывающего действия воды.

По мнению А. С. Козменко (1954), древняя гидрографическая сеть (суходолы, лощины и ложбины) в основном сформировалась в четвертичный период. Особенно интенсивно процессы размыва происходили во время таяния ледников, когда на поверхности земли отсутствовал растительный покров.

Общепризнано, что появление лесной и травянистой растительности в послеледниковый период способствовало существенному сокращению интенсивности эрозионных процессов и формированию современного почвенного покрова.

Ускоренная эрозия почв, наблюдаемая в настоящее время на обширных пространствах, была вызвана, как правило, хозяйственной деятельностью человека: усиленной вырубкой лесов и распашкой степей, то есть уничтожением естественного растительного покрова. Однако распашка почв способствует развитию эрозионных процессов лишь в определенных природных условиях. В одних случаях при ежегодной и многократной обработке почв эрозионные процессы совсем не проявляются, в других наблюдается выдувание почв (дефляция), в третьих — водная эрозия, а в четвертых — совместное действие дефляции и водной эрозии.

Чтобы начался процесс разрушения почвенного покрова, необходимо воздействие одного из климатических агентов: воды или ветра. Таким образом, можно сказать, что причиной разрушения почв вообще является взаимодействие или стекающей воды с почвой (водная эрозия), или движущегося потока воздуха с почвой (дефляция), при котором энергия движения воды или

ветра превышает энергию сил сцепления почвенных частиц и агрегатов.

Причиной оврагообразования, следовательно, будет взаимодействие концентрированного потока воды временных водотоков с почвой и подстилающей породой, если энергия потока выше сил сцепления грунта.

Другие природные и хозяйственные факторы (рельеф, растительность, все виды антропогенной деятельности) могут положительно или отрицательно влиять на характер этого взаимодействия и ускорять или замедлять процесс образования оврагов и интенсивность их роста.

Встречающиеся в литературе высказывания о том, что главной причиной эрозии является рельеф местности или хозяйственная деятельность человека и т. п. следует трактовать несколько иначе. Рельеф местности, например, оказывает громадное влияние на характер формирования стока, скорость движения воды и в конечном итоге на кинетическую энергию потока. Но это не означает, что он является непосредственной причиной смыва или размыва почв. Рельеф является причиной, фоном формирования стока, и его влияние на эрозию почв сказывается через посредство стекающей воды.

Растительность также непосредственно не влияет на эрозию почв. Растительный покров весьма существенно определяет величину и скорость стока, а в конечном итоге кинетическую энергию стекающей воды. Сплошной растительный покров способствует, во-первых, задержанию своей поверхностью части воды и тем самым уменьшает слой осадков, участвующий в формировании стока. Во-вторых, растительность распыляет поток, создает массу препятствий на пути движения воды, а значит, сокращает скорость и энергию потока.

Кроме того, растительность существенно влияет и на другую составляющую эрозии — почву. Растения пронизывают почвенный слой корнями и тем самым повышают противоэрозионную устойчивость почвы. Понятно, что наилучшие условия для формирования стока создаются на поверхности почвы, лишенной растительности. Поэтому уничтожение лесной растительности и сплошная распашка степей правильно считаются основным фактором, изменяющим условия формирования стока и, как правило, увеличивающим объем стекающей воды.

С аналогичных позиций следует подходить и к оценке хозяйственной деятельности человека. С одной стороны, любые изменения, происходящие на поверхности угодий при содействии человека, оказывают большое влияние на формирование стока. Например, одни мероприятия (пахота вдоль склона, вырубка леса, уничтожение дернины) способствуют увеличению стока и его концентрации, повышают скорость стекающей воды; другие, наоборот, позволяют сократить сток воды и уменьшить ее скорость, рассредоточить крупные потоки на более мелкие. К ним относятся различные агротехнические противоэрозионные приемы, фитомелиоративные насаждения, террасирование склонов, правильное с учетом рельефа размещение границ полей и угодий, дорожной сети и др.

С другой стороны, при постоянных и многократных обработках, неурегулированном выпасе животных почва распыляется и уплотняется, сцепление между почвенными частицами уменьшается, что ведет к ухудшению водопоглощающих свойств и в конечном итоге к увеличению доли осадков, участвующих в формировании поверхностного стока, смыва и размыва почв и подстилающих пород.

Роль природных и хозяйственных факторов в оврагообразовании следует рассматривать исходя из основных закономерностей и причинности эрозионных процессов.

ВЛИЯНИЕ ЛИТОЛОГИИ ПОРОД НА ОВРАГООБРАЗОВАНИЕ

Возможность возникновения современных линейных форм размыва в значительной степени зависит от свойств подстилающих пород. По податливости размыву все породы разделяют на легко-, средне- и трудноразмываемые. К первой группе относят лёссы и лёссовидные породы, пески, суглинки, глины, мергель и др., ко второй — песчаники, мел, сланцы, аргиллиты, а к третьей — известняки, доломиты, граниты. Абсолютное большинство современных форм размыва разрушает породы первой группы, а среди них те, которые имеют меньшую связность частиц.

В гидравлике и гидромелиорации податливость почв и пород к размыву чаще всего оценивают по допустимой скорости воды, а в гидромеханике — по количеству (объему) воды (m^3), необходимого для размыва 1 т

грунта. Эти показатели наиболее объективно характеризуют почвы и породы, и поэтому их часто используют при проектировании.

Согласно данным П. Г. Кисилева (1957), несвязные однородные грунты (пыль, ил и мелкий песок) размываются при очень малых скоростях воды (0,12—0,24 м/с), пески средней крупности — при 0,27—0,65, а тяжелые суглинки и глины — при 0,7—0,95 м/с (табл. 1).

1. Допускаемая средняя скорость потока (Кисилев, 1957), м/с

Грунт	Диаметр частиц грунта, мм	Средняя глубина потока, м		
		0,4	1	2
Пыль и ил	0,005—0,05	0,12—0,17	0,15—0,21	0,17—0,24
Песок:				
мелкий	0,05—0,25	0,17—0,27	0,21—0,32	0,24—0,37
средний	0,25—1,0	0,27—0,47	0,32—0,57	0,37—0,65
крупный	1,0—2,5	0,47—0,53	0,57—0,65	0,65—0,75
Глины	0,005	0,7	0,85	0,95
Пористый и слоистый известняк, песчаник известняковый		2,5	3,0	3,4
Дерн свежий, расположенный плашмя		0,6	0,8	0,9
Свежие хворостяные покрытия		1,3	2,2	2,5
Лёссовидные однородные грунты		0,27	0,32	0,37

Ц. Е. Мирцхулава (1970) на основании экспериментальных исследований установил, что на размывающую скорость воды влияют сцепление, плотность и размер отрывающихся отдельностей. Значение размывающих скоростей возрастает с увеличением в грунте количества частиц диаметром менее 0,05 и 0,001 мм и зависит от ряда других физико-технических свойств грунтов. Вместе с тем Ц. Е. Мирцхулава отмечает, что с изменением гидрологических показателей почв и пород претерпевают изменение и другие их свойства.

Склоновые земли, занимающие более двух третей территории страны, покрыты породами, легко поддающимися размыву, да к тому же скорость воды нередко достигает здесь 1—1,5 м/с.

Некоторое представление о степени согласованности литологии пород с их пораженностью оврагами дают

2. Пораженность почвообразующих пород овражным размывом (бассейн реки Лунгуца, Чимишлийский и Комратский районы Молдавии)

Почв образующая порода	Площадь		Количество оврагов		Длина оврагов		Плотность оврагов, шт/км ²	Густота овражной сети, км/км ²
	км ²	%	число	%	км	%		
Супесь и песок	5,2	1,5	78	2,3	9,2	2,0	15,0	1,77
Лёссовидные средние суглинки	78,4	22,0	560	14,6	84,3	18,3	7,2	1,08
Лёссовидные тяжелые суглинки	192,2	53,8	1196	34,0	196,1	42,6	6,3	1,02
Комплекс песка, суглинков и глин	41,8	11,6	724	25,6	110,3	24,0	17,3	2,64
Аллювиальные отложения	36,4	10,2	759	22,7	56,4	12,2	20,7	1,55
Известняки	3,0	0,9	25	0,8	3,2	0,9	8,3	1,06

материалы, собранные в Чимишлийском и Комратском районах Молдавии для бассейна реки Лунгуца (табл. 2).

Приведенные в таблице 2 данные были получены по карте почвообразующих пород, на которую предварительно нанесли все овраги, затем по каждой почвообразующей породе определили площадь и подсчитали число оврагов и их суммарную протяженность.

Анализ полученных материалов показал, что по плотности оврагов породы распределялись в следующем возрастающем порядке: тяжелые суглинки, средние суглинки, мергель, супесь и песок, комплекс пород и аллювиальные отложения, обладающие наибольшей плотностью.

По густоте овражной сети выявлена близкая зависимость. Суглинки и мергель повреждены в меньшей степени (1,02—1,08 км/км²), затем идут аллювиальные отложения (1,55 км/км²), супесь и пески (1,77 км/км²) и комплекс пород (2,64 км/км²).

В других природных условиях степень пораженности различных пород размывом может отличаться от общей закономерности. Например, по крутым берегам таких рек, как Дон, Днестр и другие, наибольшая плотность оврагов и густота овражной сети наблюдаются на участках, сложенных мергелем и известняками. В целом по стране, согласно карте плотности оврагов Б. Ф. Косова

и Г. С. Константиновой (1974), сильнее всего поражены современными формами размыва лёсса и лёссовидные породы.

КЛИМАТ И ОВРАГООБРАЗОВАНИЕ

Влияние климатического фактора на сток и проявление эрозионных процессов изучали многие исследователи. Большинство из них пришло к выводу, что из всех элементов климата только осадки непосредственно воздействуют на формирование стока воды. Все остальные элементы (температура, влажность воздуха, ветер, инсоляция и др.) влияют косвенно.

Однако роль осадков также неоднозначна. Жидкие осадки, например, уже в момент выпадения, соприкасаясь с поверхностью почвы, вызывают разного рода изменения в ее свойствах. В одних случаях они способствуют временному структурообразованию (дожди с малой интенсивностью и мелкими каплями). В других, наоборот, вызывают разрушение почвенных агрегатов (дожди с высокой интенсивностью). При малом слое жидких осадков формирования поверхностного стока и смыва почв не происходит, в то время как при большом слое дождя и высокой интенсивности наблюдается формирование стока, смыв и размыв почвы.

Оценку эрозионной работы дождей производят обычно по слою осадков за определенное время, по интенсивности дождя и его силе.

В таблице 3 приведена одна из классификаций дождей по силе и их воздействию на эрозионные процессы.

Из данных таблицы 3 следует, что мелкие, обыкновенные и умеренные дожди обычно не вызывают размыва. Следовательно, при выпадении таких осадков возникновение оврагов невозможно, хотя некоторый рост существующих оврагов может наблюдаться. Значительно выше вероятность образования новых оврагов при проливных осадках с силой дождя 5,1—7. Формирующийся при таких дождях сток может привести к зарождению промоин и неглубоких оврагов по колеям дорог, кюветам и канавам, проложенным вдоль склона, тракторным волокам на лесосеках, а также вызвать заметный прирост уже существующих оврагов. Наиболее часто возникновение новых оврагов происходит при выпадении значительных и сильных ливней, сила дождя которых

3. Типы дождей и их последствия (Сластихин, 1964)

Тип дождей	Сила дождей	Последствия дождей
Мелкие	До 1	Стока нет, возможна слабая капельная эрозия почвы
Обыкновенные	1,1—3	Слабый сток, слабый смыв почвы
Умеренно проливные	3,1—5	Сток со склонов, умеренный смыв почвы
Большие проливные	5,1—7	Водные потоки на склонах, сильные смывы и размывы почв
Значительные ливни	7,1—9	Затопление пойменных земель, очень сильные смывы почв и размывы грунтов
Сильные ливни	9,1—12	Наводнения на малых реках, чрезвычайные смывы грунтов, активизация оползней

выше 7,1. Интенсивность ливневой части таких дождей, по литературным данным, обычно превышает 1 мм/мин при слое осадков более 30—40 мм. На территории нашей страны возникновение оврагов от ливневых осадков наблюдается в Молдавии, Крыму, во многих областях Украины, на Новогрудской возвышенности в Белоруссии, в нижнем течении Дона, центрально-черноземных областях, ряде районов Кавказа и в предгорной зоне Киргизии и Узбекистана на орошаемых землях.

В большинстве регионов страны возникновение новых линейных форм размыва, в том числе и оврагов, происходит от стока талых вод. Такие случаи обычно наблюдаются в годы с большим количеством снега, высокой температурой воздуха во время его таяния и незначительным промерзанием почвы при слое стока талых вод свыше 50—60 мм, что, по Г. П. Сурмачу (1976), соответствует сильному стоку.

Вероятно, при таких условиях весной 1970 г. образовался крупный овраг на склоне реки Жилиха (колхоз «Красное знамя» Первомайского района Алтайского края). Обследованный нами в 1973 г. этот овраг имел длину 574 м, максимальную глубину 21 м и ширину 45 м. Средневзвешенная глубина и ширина соответственно были 13,4 и 27,2 м. Объем вынесенного из оврага грунта достиг 117 тыс. м³. Среднегодовой прирост за эти годы составил 143 м. В 1973 г. прирост был равен 76 м. Вершина оврага вышла за бровку древней гидро-

графической сети и интенсивно продвигается в сторону водораздела по склону, крутизна которого не превышает $0,5-1^\circ$.

Водосборная площадь оврага не выражена и представляет собой почти ровное пространство с серией блюдцеобразных понижений. Вторичные уклоны по отношению к руслу оврага визуальны не просматриваются, тем не менее за четыре года вдоль разъемных борозд и напашных валиков сформировалось пять отвершков длиной от 12 до 35 м каждый.

СВЯЗЬ ОВРАГООБРАЗОВАНИЯ С РЕЛЬЕФОМ

Согласно исследованиям, проведенным в нашей стране и за рубежом, из всех показателей рельефа наибольшее влияние на формирование стока воды и как следствие на смыв почвы оказывают длина, крутизна, экспозиция и форма склонов. Однако их влияние на размыв и оврагообразование изучено недостаточно.

Чтобы выявить связь между тем или другим элементом рельефа и числом или протяженностью оврагов, по бассейнам ряда рек Молдавии и Курской области были собраны массовые данные, которые впоследствии подвергали корреляционному анализу или обрабатывали графическим методом.

В качестве оценочных критериев использовали показатель густоты овражной сети ($\text{км}/\text{км}^2$) и показатель плотности оврагов ($\text{шт}/\text{км}^2$).

Для определения отмеченных показателей по речным бассейнам составляли карты длин склонов с градацией через 250 м, глубины местного базиса эрозии с градацией через 20 м, экспозиции склонов по восьми румбам. По указанным картам определяли площадь склонов различной длины (экспозиции или местного базиса эрозии), подсчитывали число оврагов и их суммарную длину. Эти данные служили исходными материалами для расчета показателя густоты овражной сети и плотности оврагов, а также для выявления связи между элементами рельефа и протяженностью или количеством оврагов.

Бассейны рек по многим показателям рельефа, литологии пород, среднегодовому количеству осадков и составу угодий весьма близки, хотя и расположены в различных природных зонах.

4. Основные характеристики ключевых бассейнов

Бассейн реки	Площадь бассейна, км ²	Длина реки, км	Превышение верховья реки над устьем, м	Средние значения склонов		
				длина, м	уклон, град.	превышение водораздела над руслом, м
Лунгуца	357	60	110	1120	3,9	54,6
Кагул	605	82	115	692	4,7	49,5
Ларга	154	47	230	823	5,3	63,0
Курица	411	72	47	600	3,5	35,0

Продолжение

Бассейн реки	Среднегодовое количество осадков, мм	Преобладающие почвообразующие породы	Распаханность, %	Лесистость, %	Густота овражной сети, км/км ²
Лунгуца	420	Лёссовидные тяжелые суглинки	72,3	2,0	1,31
Кагул	475	То же	75,2	3,6	0,26
Ларга	519	Лёссовидные суглинки	70,9	9,0	0,83
Курица	618	То же		5,0	0,27

Быше дается краткая характеристика основных природных особенностей ключевых бассейнов (табл. 4).

Бассейн реки Лунгуца, притока реки Когыльник, впадающей в Черное море, расположен на севере Молдавской увалистой равнины, относящейся к южной степной зоне Молдавии. Площадь бассейна 357 км². Длина русла реки 60 км при расстоянии от устья до водораздела 56 км. Превышение верховья над устьем 110,3 м. В реку впадают 32 балки и ручья с постоянным или временным водотоком протяженностью от 1 до 13 км и водосборной площадью от 0,7 до 40,8 км². Большинство балок имеет ответвления второго и третьего порядка, сильно разрушенные донным размывом и склоновыми оврагамц. Площадь безбалочных участков превышает 100 км², а вместе с поймой — около 130 км². Расчлененность бассейна 1,97 км/км², в том числе древними формами 0,66 км/км² и оврагами 1,31 км/км². В почвенном покрове преобладают обыкновенные и карбонатные суглинистые черноземы различной степени смывости. Почвообразующие

породы представлены лёссовидными суглинками тяжело-го механического состава мощностью до 15 м на водо-разделах и до 3—5 м на склонах.

Средневзвешенная длина склонов 1120 м. Распахан-ность 72,3%. Среднегодовое количество осадков 420 мм.

Бассейн реки Кагул, притока реки Прут, впадающей в Черное море, в геоморфологическом отношении при-урочен к району Придунайской слабоволнистой равни-ны, в административном — к Кагульскому району Мол-давии. Площадь бассейна 605 км². Превышение верховья над устьем 115 м. Длина реки 82 км. Средневзвешенная длина склонов 692 м, превышение 49,5 м. Средний уклон 4,7°. Почвообразующими породами являются тяжелые и средние лёссовидные суглинки и пятна супесей и пес-ков. Распаханность бассейна 75,2%. Площадь лесонаса-ждений 3,6%. Среднегодовая сумма осадков 475 мм.

Бассейн реки Ларга, притока реки Прут, приурочен к Тигечской возвышенности, являющейся южной окраи-ной кодровой (лесной) зоны Молдавии. Площадь бассей-на 153,7 км². Длина 43 км. Протяженность реки и при-токов 69 км. Густота долинно-балочной сети 0,9 км/км². Склоны с уклоном 2° составляют 72,2%; пойма и днище балок — 15,5%. Средневзвешенная длина склонов 823 м, средний уклон 5,3°. Распаханность бассейна 71%, лесистость 9%.

Бассейн реки Курица, притока реки Сейм, располо-жен в лесостепной зоне (Курский район Курской обла-сти). Площадь бассейна 411 км². Превышение верховья реки над устьем 47 м. Длина реки с притоками 72 км. Преобладающая длина склонов 300—900 м.

Почвообразующие породы — лёссовидные суглинки. Распаханность очень высокая. Лесистость 5%. Средне-годовая сумма осадков 618 мм. Густота балочной сети 0,52 км/км², густота овражной сети (длина оврагов и промоин) 0,27 км/км².

Связь длины склонов с числом и протяженностью оврагов, как отмечалось, изучали на ключевых бассей-нах рек Лунгуца, Кагул и Курица. В таблице 5 приве-дены фактические данные по бассейну реки Лунгуца о количестве и суммарной длине оврагов на склонах различной длины, а также расчетные показатели густо-ты овражной сети и плотности оврагов. Из приведенных материалов видно, что прямой связи между длиной скло-нов и пораженностью их оврагами нет. Наиболее сильно

5. Распределение площади бассейна реки Лунгуца по длине склонов и пораженности оврагами *

Группа склонов по длине, м	Число выделов	Площадь		Количество оврагов		Общая длина оврагов		Плотность оврагов, шт/км ²	Расчлененность склоновыми оврагами, км/км ²
		км ²	%	число	%	км	%		
Меньше 250	209	22,12	6,10	98	4,4	17,0	3,7	4,4	0,78
251—500	229	46,74	13,10	441	20,0	65,9	14,6	9,4	1,43
501—750	199	64,80	18,25	568	25,7	109,5	23,9	8,8	1,69
751—1000	133	60,30	17,00	494	22,4	112,0	24,4	8,2	1,86
1001—1250	86	52,88	14,80	266	12,0	61,9	14,1	5,0	1,23
1251—1500	40	30,98	8,70	125	5,7	37,7	8,2	4,0	1,21
1501—1750	23	20,00	5,60	68	3,1	16,7	3,6	3,4	0,83
1751—2000	13	8,57	2,30	37	1,6	8,7	1,9	4,3	1,00
2001—2250	10	16,59	4,60	21	0,9	3,3	0,7	1,2	0,20
2251—2500	4	3,53	1,00	21	0,9	3,3	0,7	6,0	0,97
2501—2750	3	4,01	1,10	13	0,6	3,6	0,8	3,2	0,90
2751—3000	4	7,67	2,20	29	1,3	6,9	1,5	3,8	0,90
3001—3250	3	6,38	1,80	20	1,0	5,6	1,2	3,1	0,87
Больше 3250	8	12,43	3,50	10	0,4	3,4	0,7	0,7	0,30
Итого	964	357,00	100,00	2211	100	459,5	100	6,1	1,31

* Все цифры характеризуют пораженность бассейна береговыми и склоновыми оврагами.

размываются склоны длиной от 250 до 1250 м. По площади такие склоны занимают 60,7%, а по количеству оврагов и их суммарной протяженности — соответственно 78,1 и 77%. Густота овражной сети на склонах длиной 250—1250 м равняется в среднем 1,53 км/км² (1,23—1,86 км/км²), а плотность оврагов — 7,7 км/км² (от 5 до 9,4 шт/км²). Склоны короче 250 м и длиннее 1250 м в среднем в 2 раза меньше повреждены овражным размывом.

Примерно аналогичная закономерность выявлена и по бассейну реки Курица, где более 70% промоин, береговых и склоновых оврагов приурочено к склонам длиной 300—800 м, а на склонах длиной до 200 м и свыше 1500 м размывы встречаются очень редко. Донные овраги, наоборот, чаще прорезают склоны протяженностью более 1000 м, а концевые занимают промежуточное положение (табл. 6).

Влияние крутизны склона на размыв изучали путем сравнения массовых данных средней крутизны отрезка склона, равного длине оврага, и средней крутизны всего

6. Распределение оврагов на склонах различной длины в бассейне реки Курица

Группа склонов по длине	Число оврагов и промоин			
	береговые и склоновые	концевые	донные	промоины
Меньше 250	33	2	—	123
250—500	185	14	9	462
501—750	166	17	18	313
751—1000	69	17	15	112
1001—1500	16	30	32	38
1501—2000	5	6	10	7
2001—2500	9	3	14	5
Больше 2500	5	16	29	7
Всего	488	105	127	1067

склона в створе оврага. Было проанализировано более 1700 пар, собранных на части бассейна реки Лунгуца. Анализ данных показал, что уклон склона оказывает более заметное влияние на оврагообразование, чем длина. Возникновение оврагов часто происходит на самых крутых отрезках склонов (рис. 1).

Совмещенный анализ данных о влиянии длины и крутизны склонов на оврагообразование также подтвердил ранее полученные результаты (табл. 7).

Абсолютное большинство оврагов приурочено к склонам длиной 300—1250 м и средней крутизной 3—9°.

Меньшая пораженность оврагами длинных и крутых склонов объясняется тем, что в природе между длиной

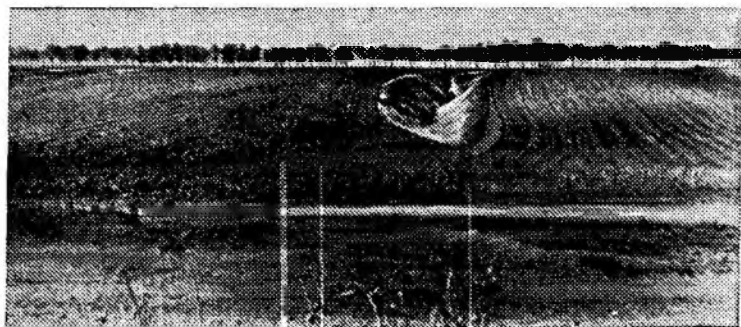


Рис. 1. Овраг, образовавшийся среди поля на крутой части склона. Он способствует усилению смыва почв и снижению производительности работ сельскохозяйственной техники.

7. Число оврагов в средней и нижней частях бассейна реки Лунгуца в зависимости от длины и уклона склона

Уклон склона, град.	Длина склона, м						
	меньше 100	200	300	400	500	750	1000
1—3,0	3	3	6	23	32	51	79
3,1—6,0	12	63	92	102	124	315	172
6,1—10,0	5	32	49	83	101	76	9
10,1—15,0	—	12	9	2	—	—	—
Больше 15,0	2	2	—	—	—	—	—
Итого	22	112	156	210	257	442	260

Продолжение

Уклон склона, град.	Длина склона, м					
	1250	1500	1750	2000	больше 2000	итого
1—3,0	50	21	18	19	16	321
3,1—6,0	60	31	7	10	—	988
6,1—10,0	—	—	—	—	—	355
10,1—15,0	—	—	—	—	—	23
Больше 15,0	—	—	—	—	—	4
Итого	110	52	25	29	16	1691

склонов L_c в метрах и крутизной I_c существует четкая обратная связь, то есть чем склон длиннее, тем меньше его средний уклон, и наоборот. Зависимость между ними для бассейна реки Лунгуца выражается следующим уравнением регрессии:

$$I_c = 0,14 - 0,00008L_c.$$

Коэффициент корреляции достоверный, равен $0,512 + 0,123$. Распределение точек на графике, отражающих средние значения группы склонов по длине и крутизне, имеет вид плавной кривой (рис. 2). Спад кривой довольно значительный.

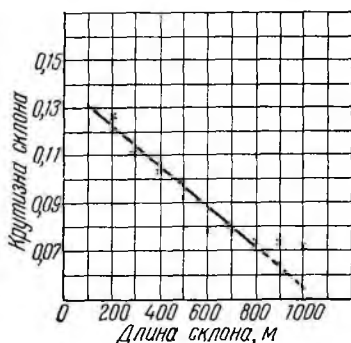


Рис. 2. График, характеризующий связь длины и средней крутизны склона.

Точка перегиба ее имеет координаты: по уклону около 6° (0,08) и по длине склона около 700 м.

Длина абсолютного большинства склонов, на которых расположены овраги, равна 500—1100 м, а их уклон 4 — 7° . Средний уклон длинных склонов, как правило, менее 3 — 4° . По-видимому, при такой крутизне склонов не создаются условия для формирования потоков воды с большой кинетической энергией, так как скорость стекающей воды в значительной степени зависит от уклона. На коротких и крутых склонах скорость стока даже небольших струй воды достигает 2 — 3 м/с и более. Каждая струйка воды за 30 — 40 с в состоянии пройти расстояние до 100 м, то есть фактически переместиться от верховья до подножия склона. Условия и время для слияния отдельных струй в концентрированный поток на коротких крутых склонах менее благоприятны. В данном случае из-за недостатка массы воды нет возможности для формирования потоков с большой кинетической энергией и, следовательно, для возникновения оврагов.

На склонах со средними значениями длины и крутизны создаются наиболее благоприятные условия как для концентрации воды и ее массы, так и для увеличения скорости. Энергия потока достигает здесь критических значений и большой разрушительной силы.

Выявленные закономерности указывают на необходимость отделения наиболее крутых отрезков склонов гидрографической сети от пологих приводораздельных склонов отводными и водозадерживающими устройствами.

Влияние превышения склонов на оврагообразование. О роли глубины базиса эрозии в какой-то степени можно судить по влиянию на процесс размыва длины и крутизны склонов, так как глубина местного базиса эрозии является функцией этих элементов рельефа.

С учетом сказанного естественно предположить, что овраги чаще всего могут возникать на склонах со средними значениями местного базиса эрозии. Полученные массовые данные подтверждают такое предположение. Так, для бассейна реки Лунгуца наибольшая плотность оврагов отмечена на склонах с местным базисом эрозии 20 — 60 м, а самая большая густота овражной сети на склонах с превышением 20 — 90 м (табл. 8). По бассейну реки Курица большинство оврагов размещается на склонах с глубиной базиса эрозии 20 — 40 м. Аналогичная закономерность выявлена и по другим бассейнам.

8. Распределение площади бассейна реки Лунгуца по местному базису эрозии и пораженности оврагами

Группа местного базиса, м	Площадь		Количество склоновых оврагов		Длина оврагов		Плотность оврагов, шт/км ²	Густота овражного расчленения, км/км ²
	км ²	%	число	%	км	%		
Пойма	16,90	4,7	—	—	—	—	—	—
0—10	37,61	10,5	136	6,1	32,75	7,2	3,6	0,87
10—20	26,63	7,5	133	6,0	24,95	5,5	5,0	0,94
20—30	35,86	10,0	274	12,4	48,89	10,8	7,8	1,36
30—40	46,40	13,0	380	17,2	70,57	15,5	8,2	1,53
40—50	46,49	13,0	358	16,2	70,78	15,4	7,7	1,52
50—60	37,33	10,5	291	13,2	64,35	14,0	7,8	1,72
60—70	42,07	11,8	234	10,6	50,63	11,0	5,6	1,20
70—80	28,50	8,0	190	8,6	40,40	8,9	6,7	1,42
80—90	20,02	5,6	115	5,2	34,43	7,5	5,8	1,72
90—100	13,73	3,8	73	3,3	15,47	3,4	5,3	1,15
100—110	3,04	0,9	16	0,7	2,13	0,4	5,3	0,70
110—120	2,42	0,7	11	0,5	2,15	0,4	4,6	0,89
Итого	357,00	100,0	2211	100	459,5	100	6,0	1,31

Для предварительного анализа взаимосвязи базиса эрозии и пораженности склонов оврагами следует пользоваться вариационными кривыми (рис. 3), которые позволяют наглядно представить наличие или отсутствие связей, хотя по ним нельзя получить количественных характеристик.

Обработка массовых данных корреляционным методом о влиянии длины, крутизны и глубины базиса эрозии, с одной стороны, и длины склоновых оврагов, с другой, для бассейна реки Лунгуца показала слабую связь между ними. Коэффициенты корреляции для склоновых оврагов составили: между длиной склонов и длиной оврагов 0,477, уклоном склонов и длиной оврагов 0,19, глубиной местного базиса эрозии и длиной оврагов 0,396.

Коэффициент корреляции между длиной донных оврагов и вышеперечисленными элементами рельефа был получен довольно высокий и равнялся соответственно 0,980; 0,580 и 0,570. Наиболее тесная связь выявлена между длиной оврагов и размером общей водосборной площади.

Анализ массовых данных показал также, что для объективной оценки степени влияния того или иного элемента рельефа на оврагообразование можно пользоваться

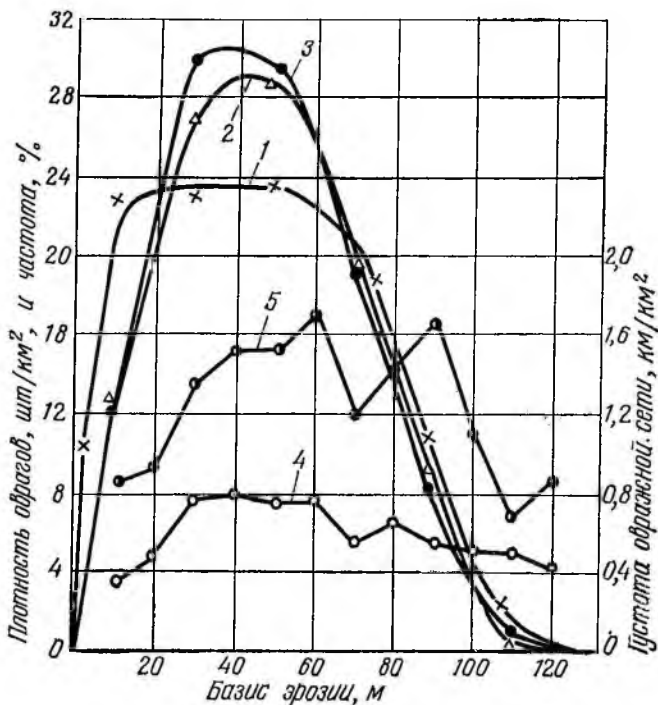


Рис. 3. Комплексный график, характеризующий пораженность оврагами склонов бассейна реки Лунгуца, имеющих различные базисы эрозии:

1 — распределение площади по базису эрозии; 2 — распределение количества оврагов по базису эрозии; 3 — распределение протяженности оврагов по базису эрозии; 4 — плотность оврагов, шт/км²; 5 — густота овражной сети, км/км².

ся показателями как густоты овражной сети, так и плотности оврагов. Учитывая, однако, что собирать данные о числе оврагов значительно проще и точнее, предпочтительнее пользоваться показателем плотности, чем густоты овражной сети, особенно при предварительной оценке степени пораженности территории овражной эрозией.

ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ

В современный период в районах с интенсивным земледелием оврагообразованию способствуют: 1) использование территории без достаточного учета степени под-

верженности отдельных участков размыву; 2) недостаточный учет ряда особенностей рельефа местности при разработке проектов внутрихозяйственного землеустройства колхозов и совхозов, что нередко приводит к созданию искусственных водосборов и концентрации воды; 3) уничтожение лесных насаждений на крутых склонах; 4) нерегулируемый выпас животных на склонах балок и речных долин, что вызывает уничтожение дернины и уплотнение почв; 5) несоблюдение требований противоэрозионной агротехники на пашне и неудовлетворительный уход за ранее созданными защитными лесонасаждениями и гидротехническими сооружениями на склонах; 6) недооценка вреда, причиняемого эрозией почв.

Основное количество промоин, береговых и склоновых оврагов в большинстве оврагоопасных районов страны образуется из-за хаотичного формирования напашей и борозд по границам пашня — пастбище, пашня — лес, пашня — населенный пункт, а также при размещении полевых дорог и скотопрогонов в местах концентрированного стока воды (по днищам балок, лощин и ложбин) или прокладке дорог по диагонали длинных склонов.

Проведенный нами учет оврагов, расположенных внутри угодий или на 2—3 смежных угодьях, дал следующие результаты (табл. 9). Непосредственно внутри пашни размещается лишь 5,9% оврагов от их общего количества, в то время как площадь пашни занимает 59,5%, а вместе с приусадебными участками — 61,6%. Наибольшее число оврагов (56,4%) расположено на пастбищах

9. Распределение оврагов по угодьям на землях колхозов и совхозов Чимишлийского района Молдавии

Показатели	Единица измерения	Угодья						всего
		пашня	сады и виноградники	выгон	выгон — пашня	выгон — многолетние насаждения	выгон — село	
Количество оврагов	число	57	114	406	194	57	142	970
	%	5,9	11,8	41,8	20,0	5,9	14,6	100
Площадь угодий	га	71 574	13 127	21 590	—	—	—	122562
Плотность оврагов	шт/км ²	0,1	0,9	2,7	—	—	—	—

и в населенных пунктах. Значительная часть оврагов размещается на двух-трех угодьях. Например, устье оврага в селе, средняя часть на пастбище, а вершина врезалась в пашню. Заметное число оврагов отмечено вдоль грунтовых дорог (цв. рис. 8).

Полевое обследование оврагов, расположенных на пастбищах, и анализ проектов внутрихозяйственного землеустройства прошлых лет показывают, что эти земли либо никогда не распахивали ранее, или осваивали в течение короткого времени, а затем снова исключали из пашни.

При сопоставлении данных о приуроченности оврагов к угодьям видно, что наиболее сильно поражены необрабатываемые угодья (выгон, место размещения населенных пунктов, дороги). Такой характер распределения как бы противоречит сложившемуся мнению, что обрабатываемые почвы сильнее подвергаются смыву и размыву.

Чем объясняются существенные различия в количестве оврагов на единицу площади на обрабатываемых и необрабатываемых землях? Если внимательно присмотреться к состоянию поверхности почвы на пашне и пастбищах, то легко заметить, что на последних очень много небольших перепадов, срывов, углублений и т. п. Число их и размеры после каждого стока воды хотя медленно, но увеличиваются. Однажды возникнув, они продолжают постоянно расти (рис. 4). Таким образом, неприметный микроперепад или небольшая размоина постепенно может превратиться в овраг.

На пашне после стока воды образуется значительно больше перепадов, струйчатых размывов и промоин, чем на пастбище при прочих равных условиях. Размеры этих образований в большинстве случаев не превышают в глубину 10—30 см и в ширину 1—2 м (рис. 5). Однако при последующей обработке почвы (вспашка, культивация, посев и др.) почти все эти формы сглаживаются, выглаживаются. На их месте образуются микропонижения (микроложины), которые не мешают работе машин. Следующий сток нередко выносит с этих микропонижений значительное количество почвы, и снова происходит их углубление, которое опять сглаживается при последующей обработке.

Таким образом, можно считать, что ежегодная обработка способствует увеличению смыва почвы и приводит

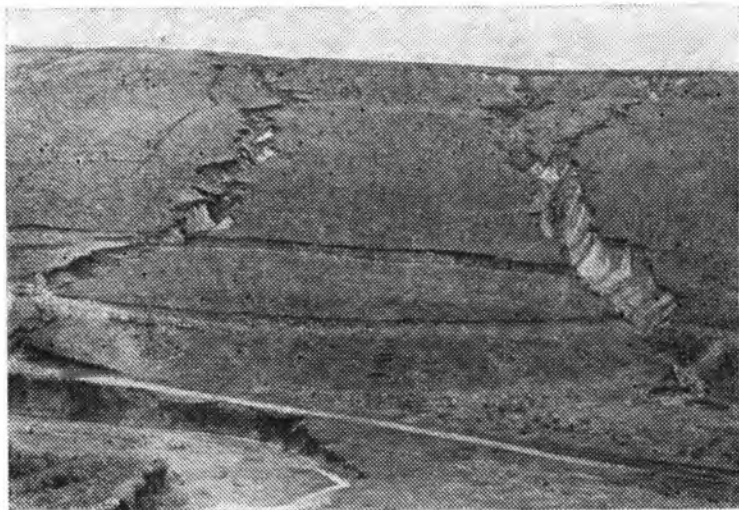


Рис. 4. Размывы на пастбищах, постепенно превращающиеся в овраги.



Рис. 5. Микроразмывы на пашне, которые заравниваются обработкой почвы.

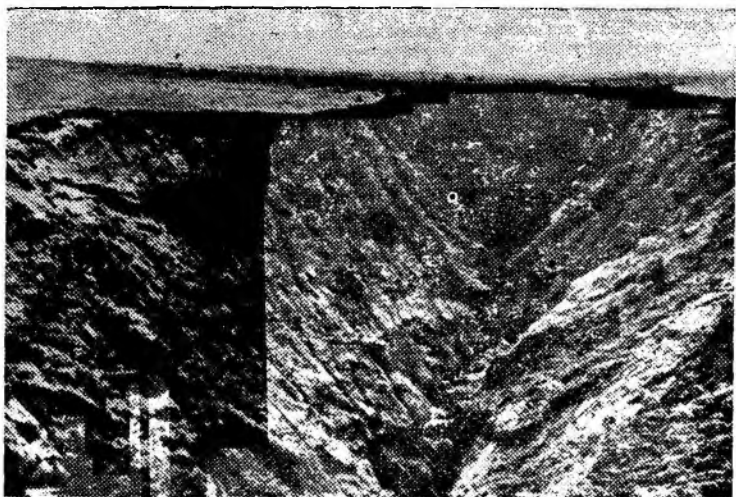


Рис. 6. Напашной вал на границе пашня — пастбище способствовал концентрации воды и образованию оврага.

к микроложбинчатости, но в то же время затрудняет образование оврагов. Данное положение, вероятно, следует учитывать при переходе на минимальную обработку почвы, которая в первый период, способствуя сокращению плоскостного смыва, может привести к увеличению размыва поверхности и оврагообразованию.

Значительное влияние на увеличение числа оврагов на пастбищах оказывают и другие факторы. Как известно, пастбищные угодья чаще всего размещают в нижней, наиболее крутой части склона. Граница между пастбищем и расположенным выше угодьем обычно представляет собой вал-напашь или борозду различной высоты, глубины и ширины. Вдоль вала происходит концентрация стока, поступающего с приводораздельных склонов. Накопившаяся вода стекает вдоль вала и в микропонижениях прорывает его. Следовательно, на пастбищный склон поступают концентрированные потоки воды с так называемых искусственных водосборов (рис. 6).

На тех участках пастбищ, которые занимают весь склон от водораздела до подножия, количество оврагов обычно в несколько раз меньше, чем на пастбищных участках, расположенных в нижних частях склона (табл. 10).

10. Влияние искусственных рубежей на число оврагов, образовавшихся на пастбище (балка Коцофана) в колхозе им. Кирова Чимишлийского района Молдавии

Место размещения пастбища	Площадь пастбища, га	Преобладающий уклон склона, град.	Длина склона, м	Число оврагов	Плотность оврагов, шт/км ²
От водораздела до подножия склона в нижней части склона.	54	11—14	350—400	8	15
Выше пастбища пашня со средним уклоном 6—8° и длиной склонов 250—300 м, площадью 38 га	48	10—12	500—600	32	67

Таким образом, можно согласиться с мнением многих исследователей, которые считают, что образование оврагов в настоящее время связано с недостаточно полным учетом природных особенностей территории в процессе ее хозяйственного использования. Подтверждением этого вывода являются данные о плотности оврагов при различном удалении от населенных пунктов (табл. 11).

11. Количество оврагов, расположенных на различном расстоянии от населенных пунктов

Группа удаленности от населенных пунктов, км	Верхняя и средняя части бассейна реки Лунгуца		Бассейн реки Окна, притока Днестра	
	число оврагов	%	число оврагов	%
1	886	34,8	614	69,9
1—2	802	31,6	163	18,6
2—3	497	19,5	60	6,8
3—4	210	8,2	22	2,5
4—5	150	5,9	19	2,2

Анализ данных таблицы 11 показывает, что с удаленностью от населенных пунктов количество оврагов уменьшается. Причем если на расстоянии от сел до 4 км количество оврагов сокращается в значительной степени, то при удалении от 3—4 до 4—5 км разница незначительная, а на отрезках 4—4,5 и 4,5—5 км количество оврагов остается почти без изменения.

Резкое увеличение количества оврагов с приближением к населенным пунктам объясняется тем, что вблизи них, как правило, полностью уничтожена лесная растительность. Даже на крутых склонах и по древним балкам лес вырублен и раскорчеван, что отрицательно сказалось на защите почвенного покрова. Травянистая растительность на склонах вблизи сел из-за неурегулированного выпаса животных обычно бывает сильно изрежена, вытоптана и также не выполняет защитных функций. Выпас животных вблизи сел обычно начинается ранней весной, когда почва бывает еще влажная, что способствует значительному ее уплотнению и снижению водопроницаемости (табл. 12).

12. Водопроницаемость почвы на пашне и пастбище в колхозе им. Кирова Чимишлийского района Молдавии

Время от начала наблюдений, мин	Пашня		Пастбище	
	суммарное количество впитавшейся воды, мм	скорость впитывания, мм/мин	суммарное количество впитавшейся воды, мм	скорость впитывания, мм/мин
5	110,0	22,0	15,6	3,1
10	193,0	16,6	24,8	1,8
15	268,1	15,2	34,1	1,8
30	473,8	13,8	62,1	1,8
45	650,0	11,7	86,7	1,7
60	800,5	10,0	109,3	1,5
Среднее в течение часа	—	13,3	—	1,8

Около населенных пунктов особенно сильно увеличивается протяженность дорожной сети и их нагрузка. По нашим подсчетам, длина полевых дорог вблизи сел достигает 3—4 км/км², в то время как при удалении от села обычно не превышает 1 км/км².

Вблизи сел, как правило, берут песок, камень, глину и другие материалы, используемые для хозяйственных нужд. При этом растительный и почвенный покров в этих местах разрушают. Здесь образуются перепады и ямы, которые впоследствии являются местом формирования оврагов.

В заключение следует подчеркнуть, что в конкретных условиях каждый из факторов влияет на оврагообразование не отдельно, а в сложном взаимодействии с другими природными и хозяйственными факторами.

Наиболее характерно данная особенность проявляется в степени пораженности оврагами различных природных зон. Так, если сравнить показатели природных факторов и хозяйственной деятельности северной (лесостепной) и южной (степной) зон, то можно предположить, что в северной зоне оврагов должно быть больше, чем в южной, так как среднегодовой слой осадков там на 15—20% выше, а история земледелия более древняя. Все остальные показатели близки между собой (табл. 13). В действительности густота овражного расчленения в северной зоне в 4—5 раз ниже, чем в южной. Причина такого различия заключается в особенностях сочетания природных факторов.

На севере республики большое количество осадков и несколько меньшая сумма положительных температур. В результате этого почва бывает лучше увлажнена, что создает условия для нормального роста и развития растительности. В конечном итоге почва продолжительное время бывает защищена растительным покровом, меньше иссушается и распыляется и как следствие менее поддается размыву.

На юге республики осадков выпадает меньше, а сумма положительных температур на 400—600° выше, чем на севере. Поэтому верхние слои почвы на юге меньше содержат влаги, растительность на пастбищных склонах в конце мая или начале июня сильно изреживается, а в отдельные годы и полностью выгорает. Органические остатки в почве быстро разлагаются, гумуса в почвах юга содержится меньше. Такое сочетание в конечном итоге приводит к тому, что в период выпадения ливневых дождей (май — август) почва бывает слабо защищена растительностью, сильно распылена и имеет массу глубоких и широких трещин.

По этим же причинам склоны балок и речных долин степной зоны страны поражены различными формами размыва значительно сильнее, чем в северной части лесостепной зоны.

По данным Н. П. Калининченка (1976), на севере Среднерусской возвышенности (Тульская, Орловская области) средняя плотность составляет 1,32 оврага/км², в центре (Курская и Белгородская области) — 3 и на юге (Воронежская и Ростовская области) — 5,92 оврага/км².

Для сравнительной оценки пораженной территории

13. Характеристика природных условий различных зон Молдавии, влияющих на развитие эрозионных процессов

Зона	Общая площадь зоны, тыс. га	Преобладающий уклон склона, град.	Преобладающая длина склонов, м	Годовая сумма осадков, мм	Суточный максимум осадков 10%-ной обеспеченности, мм	Сумма положительных температур, °С	Площадь склонов, %
Северная (лесостепь)	1490	2—8	800—1000	450—500	60	2750—2900	54
Центральная (лесная)	541	4—12	900—1000	460—490	72	2950—3150	75
Южная (степная)	1344	2—8	600—1200	400—430	60	3250—3850	49

Продолжение

Зона	Площадь, %			Преобладающие почвы	Содержание гумуса в слое 0—100 см, %	Почвообразующие породы, %		Средне и сильно смытые почвы, % от площади склонов	Густота овражной сети, км/км ²	Плотность оврагов, шт/км ²
	пашни	пастбища	леса			глины и тяжелые суглинки	пылеватые суглинки, супеси			
Северная (лесостепь)	74	10,4	4,9	Чернозем выщелоченный и типичный	3,0	76	9	32	0,16	0,57
Центральная (лесная)	52	4,8	24,1	Темно-серые и бурые лесные	1,6	64	26	33	0,34	1,19
Южная (степная)	73	11,6	3,6	Чернозем обыкновенный и карбонатный	2,4	66	17	48	0,61	1,92

оврагами применяют различные показатели. Основные из них следующие: густота овражной сети ($\text{км}/\text{км}^2$), плотность оврагов (число вершин на площади 1 км^2), процент овражности (площадь, занятая непосредственно оврагами, $\%$), частота оврагов (расстояние между оврагами), овражные земли (площадь оврагов и разрушенных ими земель, $\%$).

Детального и систематического учета количества и протяженности оврагов в стране не проводили. Поэтому встречающиеся в литературе данные по этим показателям не всегда согласуются. Например, суммарная протяженность оврагов длиной свыше 150 м для территории страны (без северных районов), по данным Института географии АН СССР, равняется 561 тыс. км . По данным Б. Ф. Косова (1972), только на равнинной территории с широким распространением оврагов, занимающей около 16% площади, общая длина оврагов превышает 655 тыс. км . В целом по стране общая длина, вероятно, составляет около 1 млн. км .

По количеству оврагов сводных данных также нет. При разработке областных, краевых и республиканских генеральных схем защиты почв от эрозии учитывали число оврагов и их площади. Однако осуществляли это по разным методикам: в одних случаях учитывали все овраги (растущие и затухшие), в других — только растущие, а в третьих — часть растущих (наиболее активные), которые требовали первоочередного закрепления.

14. Сравнительные данные ряда показателей по пораженности оврагами бассейнов ряда рек

Пункты учета	Площадь, км^2	Длина оврагов, км	Густота овражной сети, $\text{км}/\text{км}^2$	Плотность оврагов, вер- шин/ км^2	Площадь оврагов, $\%$
Бассейн реки Красивая меча *, Тульская об- ласть	4 908	3253,2	0,66	—	0,4
Бассейн реки Курица, Курская область	411	113,0	0,27	4,4	—
В среднем по Молдавии	33 766	12 944	0,39	1,23	0,65
В среднем по 2117 бал- кам Среднерусской возвышенности **	8 726	2 984	0,34	2,45	0,60

* По данным А. С. Козменко (1954).

** По данным Н. П. Калининко (1976).

Поэтому полученные данные трудноводимы. По подсчетам, проведенным на территории Молдавии, учтено 41 515 оврагов длиной более 50 м каждый. Их суммарная протяженность достигла почти 13 тыс. км (табл. 14). Средняя длина одного оврага равна 300 м. Если принять общую протяженность овражной сети по стране 1 млн. км, а среднюю длину оврага — 300 м, то их число превышает 3,3 млн.

Степень пораженности оврагами территории страны весьма различна. По густоте овражной сети Б. Ф. Косов, Г. С. Константинова (1972) выделяют четыре типа территорий: 1) безовражную (равнинная и горная), 2) островного распространения оврагов, 3) заовражную равнинную, 4) заовражную горную. На безовражной территории оврагов нет или они встречаются весьма редко на локальных участках. Безовражный тип территории занимает громадные площади неосвоенных или слабоосвоенных районов лесной полосы европейского севера, лесотундровой и таежной частей Западной и Восточной Сибири и Дальнего Востока, а также освоенных и неосвоенных низменностей (Причерноморской, Прикаспийской, Приднепровской, Полесья и др.), песчаных пустынь Средней Азии и слаборасчлененных плосковершинных низкогорий и плоскогорий.

Территории с островным распространением оврагов включают районы-острова, где средняя густота овражной сети не превышает 0,1, реже 0,2 км/км². Площадь пораженных оврагами участков занимает незначительную часть от общей территории данного типа. Это в основном земли Среднеазиатских республик, Новосибирской, Томской, Кемеровской, Читинской, Иркутской, Магаданской областей и Алтайского края.

Наиболее сильно поражены оврагами земли третьего типа территорий, которые простираются в широтном направлении через всю европейскую часть СССР и Западную Сибирь двумя полосами. Первая полоса охватывает основные земледельческие площади степной и лесостепной зон, а также частично лесную и полупустынную зоны. Активное оврагообразование здесь вызвано преимущественно антропогенным фактором: очень высокой распаханностью земель, значительной вырубкой лесов, особенно в прошлые века, и неурегулированным выпасом животных на естественных пастбищах, большинство которых занимает склоны балок и речных долин.

15. Распределение площадей типов районов по густоте овражной сети

Тип района	Густота овражной сети на преобладающей площади, км/км ²	Площадь района	
		тыс.км ²	%
I	0,01—0,1	1700	45,0
II	0,1—0,2	800	22,0
III	0,2—0,4	950	25,0
IV	0,4—0,6	250	6,5
V	0,6—1,0	50	1,5

Вторая полоса земель, сильно пораженных оврагами, расположена в зоне тундры. Оврагообразование здесь происходит в связи с неблагоприятным сочетанием природных условий: большой слой стока талых вод, слабое защитное действие растительного покрова, низкая противоэрозионная устойчивость почв и подстилающих пород. При освоении этих районов человеком возникновение оврагов резко возрастает. Однако в третьем типе территорий пораженность оврагами также различна. По густоте овражной сети Б. Ф. Косов, Г. С. Константинова (1972) выделяют здесь пять типов районов (табл. 15).

Площади с густотой овражной сети менее 0,4 км/км² (I, II и III районы) встречаются в основном в Белоруссии, многих областях Нечерноземной зоны, ряде областей Украины и Казахстана, а также в Краснодарском, Ставропольском и Алтайском краях. Лишь на небольших по площади участках этих областей, краев и республик имеются очаги, сильно пораженные оврагами. В целом по стране, как это видно из данных таблицы 15, площадь земель, сильно и очень сильно пораженных оврагами, составляет 300 тыс. км². Эти земли расположены главным образом на возвышенных равнинах европейской части СССР, включающих Молдавию, большинство областей Украины, области Центрально-Черноземной зоны, Поволжья, ряд областей и автономных республик Нечерноземной зоны.

Также высокая степень пораженности оврагами характерна для горного типа территорий, где густота овражной сети, как правило, превышает 0,4 км/км²

Следует отметить, однако, что приведенные для различных районов и территорий значения густоты овражной сети являются средними. Это означает, что на части

площадей овраги вообще отсутствуют или их мало, а на отдельных участках, наоборот, очень много и густота овражной сети может достигать на них 2—3 км/км² и более. Такая сильная степень заовраженности наблюдается, например, в Каневском районе Черкасской области, в районе Понорицкой овражной системы (Ровенская область), в бассейнах некоторых рек юга Молдавии и Одесской области, в некоторых районах Воронежской, Белгородской, Куйбышевской областей.

Особенно сильно поражены оврагами пастбищные угодья, расположенные на склонах балок и речных долин во многих областях Украины, Нечерноземной и Центрально-Черноземной зон, в Поволжье. Например, в Тульской области оврагами повреждено 89% всей площади пастбищ, в том числе на 10% площади овраги размещаются менее чем через 100 м один от другого, на 31% — через 100—300 м и на 48% — через 300 м и более (табл. 16).

16. Площадь пастбищ, пораженных линейными формами размыва, %

Область, республика	Степень пораженности*			Всего
	слабая	средняя	сильная	
Тульская	48	31	10	89
Курская	12	10	22	44
Мордовская АССР	8	10	19	37
Волгоградская	9	7	10	26
Татарская АССР	3	9	13	25

* Слабая — расстояние между соседними формами размыва более 300 м, средняя — от 100 до 300 м и сильная — менее 100 м.

Возникновение новых оврагов в современный период происходит чаще всего или на склонах речных террас, балок и лощин, или по дну древней гидрографической сети. Поэтому все многообразие оврагов нами подразделяется на три типа: донные, склоновые и овражные системы.

Овраги донные — современные формы размыва без отвершков, размещающиеся по днищам древних линейных форм (ложбин, лощин, балок). Их образование связано с резким изменением условий стока с вышерасположенной водосборной площади, вызываемой сплошной распашкой и снижением водопроницаемости почв или

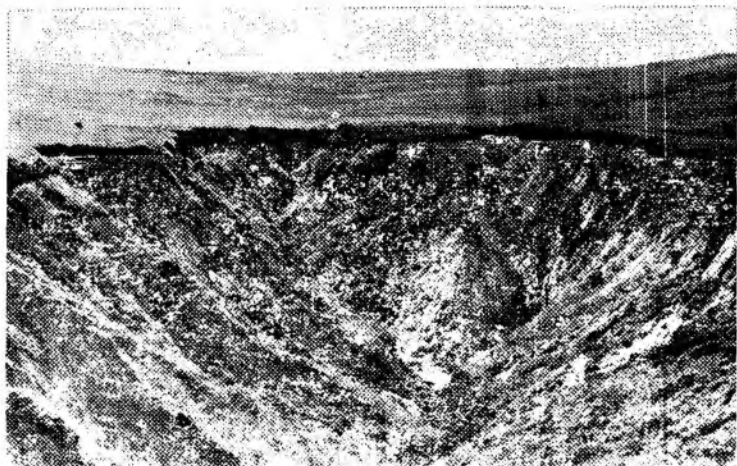


Рис. 7. Овраг донного типа, ложбинного подтипа.

вырубкой и раскорчевкой леса. Значительное влияние на возникновение донных оврагов оказывает неурегулированный выпас животных, приводящий к уничтожению растительности и чрезмерному уплотнению почвы по днищам и крутым склонам, а также неправильное проектирование и эксплуатация прудов.

Водосборная площадь донных оврагов колеблется от десятков до тысячи гектаров и более. Длина их достигает нескольких километров, а глубина — 15—20 м. Прирост донных оврагов в длину, особенно в начальный период развития, нередко составляет 30—40 м и более в год. Поперечная форма донных оврагов бывает треугольной, трапециевидной и каньонообразной. Продольный профиль дна чаще всего повторяет профиль древних форм, в которых они развиваются. Особенностью донных оврагов является большая водосборная площадь, что накладывает специфический отпечаток на выбор приемов по их закреплению.

В зависимости от вида размываемых древних линейных форм выделяются следующие подтипы донных оврагов: балочные, лощинные и ложбинные (рис. 7 и цв. рис. 4 и 5). Отличительными признаками их являются: размер водосборной площади, уклон продольного профиля, особенности поперечного профиля. Объединяющим

признаком их служит значительная длина и уклон склонов по отношению к тальвегу оврагов, что способствует без вмешательства человека концентрации мощных потоков воды в руслах с малым поперечным сечением.

Овраги склоновые — современные линейные формы, образуются, как правило, на крутых склонах ложины, балок и речных террас. Развиваясь, часть из них прорезает крутые склоны древних линейных форм, выходит на приводораздельные склоны и интенсивно разрушает почти равнинные земли. Образование и рост склоновых оврагов связаны с неправильным размещением на местности границ угодий, полей, дорог и других линейных рубежей. Вдоль них образуются напаша или разъемные борозды и скапливается вода, которая концентрированными потоками сбрасывается на крутые участки склона, производя их размыв.

Водосборная площадь склоновых оврагов преобладает от 2 до 15 га и лишь изредка составляет 50 га и более. Длина большинства склоновых оврагов 100—300 м, и лишь отдельные достигают 700—1000 м. Продольный уклон дна их в среднем в 2—3 раза круче, чем донных, а по глубине, ширине и поперечному сечению отличия от донных несущественны. Водоподводящие ложбины у вершин склоновых оврагов отсутствуют или бывают небольших размеров по ширине и глубине.

В зависимости от расположения на местности овраги склонового типа могут быть береговыми, типично склоновыми и вершинными.

Береговые овраги располагаются, как правило, на крутых склонах балок и речных долин, ниже их бровок (рис. 8 и цв. рис. 6).

Типичные склоновые — это овраги, вершины которых вышли за бровку древних линейных форм на пологие приводораздельные склоны (цв. рис. 7).

Концевые (вершинные) овраги размещены в верховьях балок, долин и малых речных долин. Общей их особенностью является нечетко выраженная водосборная площадь, изменяющая свои размеры под влиянием динамичности искусственных рубежей.

Овражные системы представляют собой сочетание оврагов донного и склонового типа (рис. 9).

Количественные соотношения типов оврагов в разных природных зонах, вероятно, будут неодинаковыми. В Молдавии, например, из 41 тыс. оврагов 38 тыс. состав-

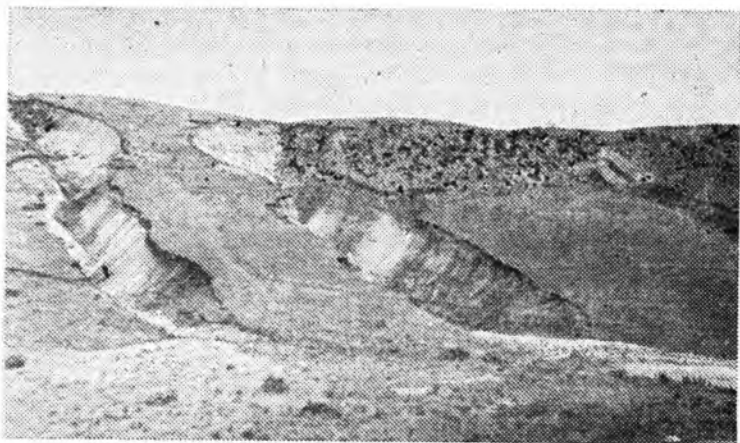


Рис. 8. Овраг склонового типа, берегового подтипа.

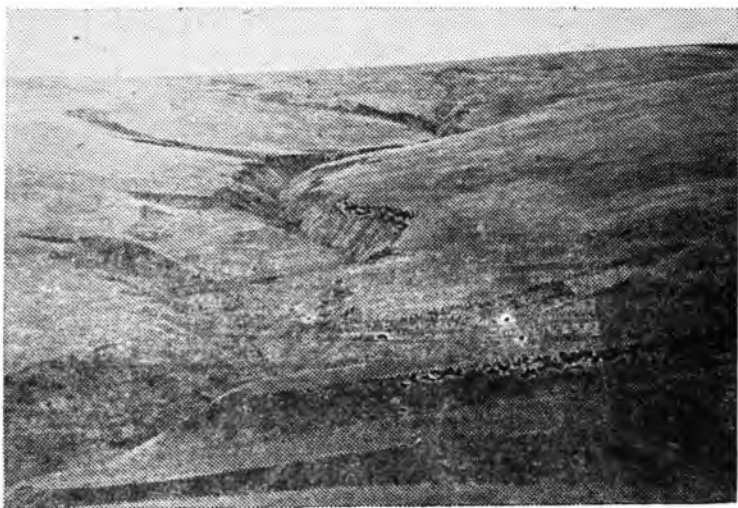


Рис. 9. Верховье овражно-балочной системы. Справа видны бе-реговые, а на вершине — концевые или вершинные овраги.

ляют склоновые, 2 тыс.—донные и 1,4 тыс.—овражные системы.

Отмеченные различия в специфике оврагообразования и степени пораженности территории страны оврагами указывают на необходимость, с одной стороны, более углубленного изучения природных и хозяйственных условий, вызывающих размыв поверхности в каждой зоне и регионе, а с другой, регулярной паспортизации всех действующих и затухших оврагов.

Только на основе тщательного анализа массовых данных можно будет объективно выявить не только все очаги распространения оврагов и причины их возникновения в прошлом на территории СССР, но самое главное определить интенсивность и условия оврагообразования в современный период, что поможет целенаправленно решать вопросы предупреждения образования новых оврагов и борьбы с существующими.

Глава 2

ИНТЕНСИВНОСТЬ РОСТА ОВРАГОВ

Скорость роста оврагов является одним из важнейших показателей, который характеризует интенсивность разрушения земель. Определив этот показатель, можно объективно оценить ущерб, причиняемый различным отраслям народного хозяйства и особенно сельскохозяйственному производству. Данные о росте оврагов необходимы для решения вопросов о целесообразности применения овраго-укрепительных мероприятий, очередности их проведения, разработки проектов лесомелиоративных насаждений и гидротехнических сооружений. Эти сведения можно использовать также при планировании средств на борьбу с оврагами, для прогнозных оценок развития оврагов и других целей.

Интенсивность роста оврагов характеризуется такими показателями, как прирост в длину, ширину, глубину. По каждому из этих показателей различают прирост разовый (за один ливень), сезонный, годовой и среднегодовой. Метод учета может быть полевым, камеральным и комбинированным. При полевом методе прирост оврага по тому или иному показателю определяют непосредственно в поле, при камеральном — по аэрофотоснимкам или топокартам, снятым в различные сроки, а при комбинированном — путем совместного использования первого и второго методов, если имеются аэрофотоснимки или карты только одного срока исполнения.

Основными достоинствами полевого способа являются: высокая точность; возможность изучения динамики роста за любое время; определение прироста по всем показателям — в длину, ширину, глубину, а также по площади и объему; возможность проведения попутных наблюдений, относящихся к механизму роста и эволюции оврагов.

Главный недостаток полевого метода — значительная трудоемкость, причем такие показатели, как прирост по площади и объему оврага, не всегда легко определить. Пожалуй, только этим можно объяснить такие факты, как очень малая длительность рядов наблюдений (в опу-

обликованных материалах по росту преобладают 1—3-летние наблюдения) и некомплексность этих наблюдений (обычно определяют прирост по 1—2 показателям).

Изучение прироста оврагов камеральным способом позволяет при сравнительно незначительных затратах труда и средств получить массовые данные за тот или иной интервал времени, если имеются соответствующий задачам исследования картографический материал или аэрофотоснимки. Однако этим способом невозможно определить сезонный или разовый прирост оврага, а для получения данных о годовом приросте необходимо ежегодно проводить аэрофотосъемку, что значительно увеличивает затраты. Кроме того, точность учета прироста даже по крупномасштабным аэрофотоснимкам уступает точности полевого метода. Очень трудно только по картам (без выезда в поле) получить точное представление о процессах, формирующих тот или иной овраг. Не менее существенным недостатком камерального метода является отсутствие методики определения прироста оврага в глубину и по объему.

ПРИРОСТ ДЛИНЫ ОВРАГОВ

До настоящего времени основное внимание в исследованиях уделяли изучению скорости роста оврагов в длину. По обобщенным данным Б. Ф. Косова (1970), в целом по стране 30% оврагов, за которыми проводили наблюдения, росли в длину со средней скоростью до 2 м в год, около 38% вырастали за год на 3—8 м, 23% — на 10—40 м и почти 9% удлинялись в среднем на 50 м и более (табл. 17).

Из приведенных в таблице 17 данных следует, что независимо от причины образования оврагов средний годовой рост их при дальнейшем развитии происходит примерно с одинаковой скоростью. Исследованиями не установлено также существенных различий в интенсивности роста оврагов по природным зонам страны. Вероятно, это объясняется очень малым количеством пунктов наблюдений и недостаточной их продолжительностью. С другой стороны, одинаковая средняя скорость роста оврагов в разных зонах может носить и объективный характер, так как их развитие в современный период вызывается одними и теми же факторами, главными из которых яв-

17. Количество наблюдений за ростом оврагов по типам факторов, стимулировавших оврагообразование (Косов, 1970)

Хозяйственная деятельность, стимулировавшая рост оврагов	Средние скорости роста оврагов, м/год						всего
	до 2	3-5	6-8	10-40	50-80	100	
Распашка	64	49	17	40	8	3	181
Дорожная сеть	2	5	0	6	2	0	15
Пастбища	1	3	0	1	0	1	6
Вырубка леса	1	4	2	2	0	2	11
Ирригация	1	1	0	1	0	0	3
Сброс бытовых стоков	1	4	2	4	3	1	15
Всего	70	66	21	54	13	7	231

ляются: объем и расход протекающей через них воды, размер и особенности водосборной площади, характер размываемых пород и др.

Такой вывод подтверждается и тем, что в пределах каждой зоны наблюдаются очень большие колебания в скорости роста отдельно взятых оврагов. Например, по четырехлетним наблюдениям за ростом 171 склонового и 6 донных оврагов, проведенных в Молдавии (Рожков, 1973), установлено, что среднегодовой прирост отдельно взятых оврагов колебался от 0,1 до 25 м. При этом для всех склоновых оврагов он составил 0,97 м/год (табл. 18) и для донных — 5,42 м/год (табл. 19).

Годовой рост склоновых оврагов на отдельных овражно-балочных водосборах изменялся от нуля до 13,5 м, а донных — от 0,6 до 39 м. Средние величины линейного прироста по сезонам для склоновых оврагов равнялись: за зимне-весенний период 0,44 м и за летне-осенний 0,53 м.

Средний прирост за год, рассчитанный на одну вершину, в первом пункте изменялся от 1,11 до 2,56 м, во втором — от 1,67 до 2,07, в третьем и четвертом пунктах — соответственно от 0,49 до 1,09 м и от 0,33 до 0,66 м. Максимальный прирост за год отдельных склоновых оврагов в первом, втором, третьем и четвертом пунктах достигал соответственно 13,5; 10,3; 5,1 и 2,3 м. В то же время на каждом объекте наблюдались случаи, когда прирост за год некоторых оврагов не превышал 5 см, то есть находился в пределах точности измерений. Тем не менее по четырехлетним наблюдениям не было зафиксировано ни одного оврага, где бы прирост полностью

18. Линейный среднегодовой и максимальный прирост склоновых оврагов в Молдавии (в среднем на одну вершину), м

Пункт исследования*	Число оврагов	Площадь водосбора, га	1967 г.		1968 г.		1969 г.		1970 г.		Средний за 4 года	
			средний	максимальный	средний	максимальный	средний	максимальный	средний	максимальный	средний	максимальный
1-й	24	0,1—2,6	1,76	9,8	1,11	2,70	2,56	13,5	1,27	5,9	1,67	13,5
2-й	11	0,05—1,5	2,11	5,5	1,67	3,50	2,10	10,3	1,15	1,4	1,76	10,3
3-й	48	0,3—1,8	1,09	5,1	0,49	2,05	0,54	2,6	0,49	2,1	0,65	5,1
4-й	19	0,2—3,4	0,35	1,5	0,50	0,95	0,66	2,3	0,33	1,4	0,44	2,3
5-й	29	0,4—5,5	—	—	0,80	2,20	0,67	2,0	—	—	0,72	2,2
6-й	40	0,1—21,0	0,80	2,7	1,30	3,10	1,14	5,0	—	—	1,08	5,0

* 1-й — село Пигушки Каларашского района; 2-й — село Варзарешты Каларашского района; 3-й — село Чинешеуцы Резинского района; 4-й — село Гура Галбенэ Чимишлийского района; 5-й — село Этулия Вулканештского района; 6-й село Лучешты Кагульского района.

19. Линейный прирост донных оврагов в зависимости от действия стока талых и ливневых вод и в среднем за год в Молдавии (в среднем на одну вершину), м

Пункт исследования*	Площадь водосбора в точке роста, га	Высота перепада, м	От действия стока талых вод				
			1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.	средний
1-й	9,5	3,6	2,00	3,00	0,3	0,6	1,43
2-й	1,2	6,4	4,00	1,50	0,1	0,2	1,45
3-й	28,0	2,5	—	1,50	0,5	0,4	0,80
4-й	12,0	3,3	0,08	0,32	1,3	0,9	0,65
5-й	131,0	4,5	—	8,20	29,4	19,0	18,70
6-й	19,0	6,2	—	1,00	1,1	22,0	8,00

Продолжение

Пункт исследования*	Площадь водосбора в точке роста, га	Высота перепада, м	От действия стока ливневых вод				
			1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.	средний
1-й	9,5	3,6	2,10	3,4	2,0	1,00	2,12
2-й	1,2	6,4	1,50	1,3	0,7	—	1,17
3-й	28,0	2,5	—	1,0	0,5	0,20	0,43
4-й	12,0	3,3	0,53	0,5	0,7	0,2	0,56
5-й	131,0	4,5	3,70	5,6	9,6	—	6,30
6-й	19,0	6,2	5,40	3,0	4,0	—	4,13

Продолжение

Пункт исследования*	Площадь водосбора в точке роста, га	Высота перепада, м	Прирост за год				
			1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.	средний
1-й	9,5	3,6	4,10	6,80	2,3	1,60	3,60
2-й	1,2	6,4	5,50	2,80	0,8	—	2,77
3-й	28,0	2,5	—	2,50	1,0	0,60	1,37
4-й	12,0	3,3	0,61	0,82	2,0	1,42	1,21
5-й	131,0	4,5	3,70	13,80	39,0	—	25,00
6-й	19,0	6,2	5,40	4,00	5,1	22,0	9,13

* Пункты исследования указаны в таблице 18.

отсутствовал. Даже овраги, которые по внешним морфологическим признакам относятся к категории затухших (отсутствие вершинного перепада, задержание откосов и дна и т. д.), в отдельные годы вырастают в длину до 0,5 м и более. Основной причиной неравномерного роста оврагов на одном и том же объекте являются различия

20. Характеристика оврагов и их водосборов на участках наблюдений

Пункт исследования*	Характеристика оврага				Характеристика водосбора					
	длина, м	глубина, м	высота перепада в вершине, м	грунты у вершины	площадь водосбора в точке роста, га	удаление вершины от водораздела, м	уклон склона град.	угодье	число оврагов	годовой слой осадков, мм
1-й	15—140	1,5—14,0	0,5—4,2	Супесь и песок с включениями обломков известняка	0,1—2,6	60—250	3—5	Пашня	24	554—720
2-й	10—90	2,0—16,0	1,0—2,4	То же	0,05—1,5	30—200	2—5	Виноградник	11	
3-й	50—190	1,5—9,0	0,7—3,9	Суглинки до глубины 2—3 м с прослойками известняка, ниже мелкий песок	0,3—1,8	150—400	2—7	Пашня	48	380—556
4-й	30—400	2,5—13,0	0,7—4,0	Тяжелый суглинок до глубины 2—3 м, ниже песок	0,2—3,4	60—400	3—9	Пашня, виноградник, лесонасаждения	19	410—564
5-й **	25—1400	1,5—23,5	0,5—7,1	Лёсс, подстилаемый красно-бурыми глинами и песками	0,1—21,0	25—550	2—20	Лесонасаждения	29	—
6-й **	250—650	1,5—18,5	0,5—5,0	Суглинки, подстилаемые песками и глинами	0,4—5,5	50—600	2—15	Выгон	40	—

* Пункты наблюдений указаны в таблице 18.

** Данные по характеристике оврагов М. Д. Волощука.

в размерах и особенностях водосборной площади, а на разных объектах — различия в податливости пород размыву и характере выпадения стокообразующих осадков (табл. 20).

Однако во всех случаях отмечена четкая связь между показателями роста склоновых оврагов и удаленностью вершины от водораздела и водосборной площадью.

В таблице 21 приведены материалы о среднегодовом и общем приросте донных оврагов за 25—43-летний период. Эти данные примечательны тем, что они характеризуют рост оврагов, вершины и дно которых закреплялись капитальными гидротехническими сооружениями (бетонными быстротоками, перепадами, запрудами и т. п.). По разным причинам эти сооружения были разрушены (Рожков, 1971).

21. Увеличение длины оврагов, ранее закрепленных капитальными сооружениями, вследствие роста вершины и врезания устья

Пункт наблюдения	Год устройства сооружения	Год разрушения сооружения	Длина оврага, м		Прирост оврага, м			Среднегодовой прирост, м	
			в 1913—1914 гг.	в 1967 г.	общий	в том числе за счет		за счет вершины	за счет устья
						вершины	устья		
Село Петичены Каларашского района	1914	Сохранился	177	176	—1	Нет	—1	Нет	—0,02
Село Кирсово Комратского района	1914	1924	600	828	228	368	—140	8,5	—2,6
Село Троицкое Комратского района	1913	1935	600	920	320	33	287	1,0	5,3
Село Брезоя Суворовского района	1913	1930	700	1102	402	147	255	4,0	4,6
Село Салкуцы Каушанского района	1913	1934	850	1305	450	114	336	3,4	6,2

Примечание. Знак «—» означает, что овраг в устьевой части укоротился в результате образования конуса выноса.

Материалы, характеризующие прирост оврагов через большое время, позволили установить, что после разру-

шения сооружений овраги вновь начинают активно действовать. Среднегодовой прирост их в длину был очень высоким и на обследованных объектах достигал 6,3—9,6 м. Данный факт убедительно доказывает необходимость сохранять на оврагах построенные гидротехнические сооружения, а при повреждении их следует ремонтировать и восстанавливать.

Материалы повторных съемок позволили установить также, что изменение длины оврагов может происходить за счет прироста как вершинной, так и их устьевой части. Характерно, что в ряде случаев прирост длины оврагов за счет прорезания склона ниже устья оказался более интенсивным, чем прирост длины путем перемещения вершины (см. табл. 21).

На отдельных оврагах с очень малыми уклонами продольного профиля может наблюдаться и процесс сокращения их длины за счет аккумуляции твердого материала в устьевой части и формирования конуса выноса.

Установление факта развития оврагов в длину за счет изменений в устьевой части убеждает в необходимости уточнения методики учета роста оврагов, особенно при использовании для этих целей аэрофотоснимков и других плано-картографических материалов.

В литературе нередко приводятся данные о том, что за несколько лет образовался овраг длиной в сотни метров. Среднегодовой прирост в длину в этих случаях достигал 50—150 м и более. Д. Л. Арманд приводит случай, когда овраг за один год вырос на 1000 м (1970). Такая высокая скорость роста, как правило, наблюдается или при резком изменении условий стока воды, например при сплошной вырубке леса и прокладке трелевочных волоков вдоль склона, при сплошной распашке крутых склонов балок, ранее используемых в качестве сенокоса или пастбища, или при перехвате и концентрации стекающих со склонов рассредоточенных струй воды каким-либо искусственным сооружением (дорогой, нагорной канавой или валом), размещенным на местности без учета рельефа. Нередко причиной сверхинтенсивного роста донных оврагов является прорыв плотин на прудах и водоемах.

С. Кизенков (1902) описал случай, когда в Воронежской области в имении «Воронцовка» в балке «Сухой Данила» примерно за 27 лет вырос донный овраг длиной 5 верст, шириной 20 сажен и глубиной 3,25 сажени. В пер-

вый период овраг рос со скоростью 78 сажен в год (около 160 м), а с 1880 по 1885 г. по 58 сажен в год (около 120 м). По точным наблюдениям за 1894—1897 гг. этот овраг вырос на 52 сажени.

В последние десятилетия в литературе приводилось много примеров о сверхбыстром росте оврагов в Белоруссии, Молдавии, Алтайском крае, в Киргизии на орошаемых землях, в тундре и других районах страны.

Наблюдения в полевых условиях показали, что рост оврагов в ширину происходит неравномерно. Наиболее активно такой рост наблюдается в верхней части, особенно вблизи вершины, достигая в максимуме 2—3 м в год. Расширение у вершины вызывается подмывом откосов с последующим их обрушением и скалыванием. Причем эти процессы могут происходить как в момент стока воды, так и в бессточный период (рис. 10). В последнем случае участки откоса обрушиваются небольшими блоками (длиной до 3—5 м и шириной до 0,5—1 м).

При удалении от вершины на 100—150 м расширение оврага резко сокращается. Здесь, как правило, наблюдается следующее: одна сторона оврага подмывается и обваливается или оползает. Сместившаяся масса грунта перепруживает овраг и подпирает противоположный откос. Текущая вода начинает размывать скопившийся грунт обычно у противоположного откоса, вызывая его подмыв. Через некоторое время происходит скалывание этого откоса. Таким образом, овраг в средней части расширяется, но не по всему поперечному сечению, а на отдельных участках сначала с одной, а затем с другой стороны. В результате бровка оврага приобретает очень сложную конфигурацию с чередованием выступов в сторону русла оврага и различных форм врезов в сторону межовражного пространства. С течением времени образовавшиеся выступы также обваливаются и очертание бровки сглаживается, что характерно для нижней части оврага.

В таблице 22 приведены фактические данные о приросте оврага в ширину за 1966—1967 гг. Из этих данных видно, что увеличение ширины оврага за год колебалось от нуля до 2,8 м, а в пересчете на площадь до 1692 м². Длина этого оврага за год увеличилась на 7 м, ширина вершины не изменилась и равна 4,5 м. За счет роста в длину разрушено 32 м² площади, или в 53 раза меньше, чем за счет прироста в ширину. Из приведенных цифр

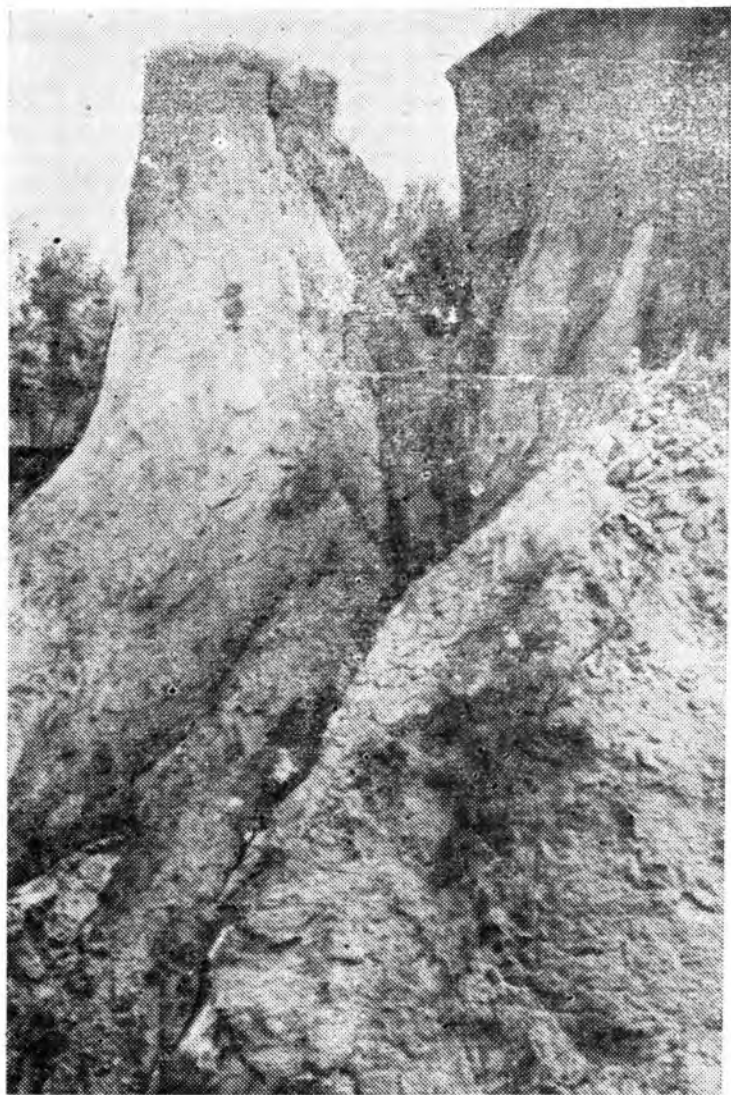


Рис. 10. Расширение оврага за счет обрушивания откосов крупными блоками.

22. Данные о приросте донного оврага в ширину в 1966—1967 гг. в селе Кристешты Ниспоренского района Молдавии

№ п, п	Расстояние репера от устья оврага, м	Расстояние между реперами м	Расстояние репера от бровки в июле 1966 г., м	Расстояние репера от бровки оврага в апреле 1967 г., м	Прирост ширины оврага за 1966—1967 гг.	
					м	м ²
0	Устье		0	0	0	0
1	58	58	1,0	1,0	0	0
2	202	144	1,0	1,0	0	0
3	402	200	4,0	3,3	0,3	60
4	602	200	4,0	3,8	0,2	50
5	764	162	4,0	3,2	0,8	81
6	995	231	4,0	3,3	0,7	174
7	1109	114	4,0	3,7	0,3	57
8	1309	191	4,0	3,7	0,3	57
9	1120	120	4,0	3,9	0,1	24
10	1677	257	4,0	0,6	3,4	373
11	1782	103	4,0	3,9	0,1	10

видно, что основное увеличение площади оврагов, особенно длинных, происходит за счет роста оврага в ширину, а межовражных пространств — за счет роста его в длину.

Существенное влияние на рост оврагов в ширину оказывают обвал и сползание снежной массы с откосов оврага (рис. 11) и особенно процессы, связанные с физико-химическим выветриванием и гравитацией.

Проведенные на землях колхоза им. Кирова Чимишлийского района Молдавии наблюдения по учету осыпи грунта с откосов оврага (в дни с отсутствием осадков) показали очень высокую интенсивность процесса гравитации (табл. 23 и 24).

23. Осыпание почвогрунта с откосов оврага летом 1967 г. (средние данные за 11 суток)

№ учетной площадки	Экспозиция откоса	Удаление площадок от вершины оврага, м	Масса осыпанного грунта, г/м ² за 1 ч		
			минимальная	максимальная	средняя за сутки
1-й	Южная	5	1,21	12,40	2,50
2-й	»	15	0,74	9,53	2,33
3-й	Сев. рная	5	0,85	13,21	1,97
4-й	»	15	0,17	9,70	1,33
Среднее по экспозициям	Южная Северная				2,42 1,65



Рис. 11. Площадки по учету интенсивности роста оврага в ширину.

Из приведенных в таблицах 23 и 24 данных следует, что с откосов оврага южной экспозиции осыпается грунта в среднем на 45—50% больше, чем с откосов северной экспозиции. Отмеченные различия объясняются в основном амплитудой колебания температуры и влажности на поверхности почвы. Так, в июле, когда колебания температуры почвы в течение суток достигали 25—35°C, были отмечены случаи максимального осыпания грунта, составлявшие 9—13 г/м² за 1 ч. Весной при амплитуде температур 15—20°C максимальная масса осыпи была на

24. Осыпание почвогрунта с откосов оврага весной 1968 г.
(средние данные за 25 суток)

Экспозиция откоса	Масса осыпанного грунта, г/м ² за 1 ч				
	мини- мальная	макси- мальная	средняя за сутки	в том числе	
				в дневное время	в ночное время
Южная	0,40	8,75	1,94	2,90	1,26
Северная	0,83	5,80	1,32	1,39	1,30

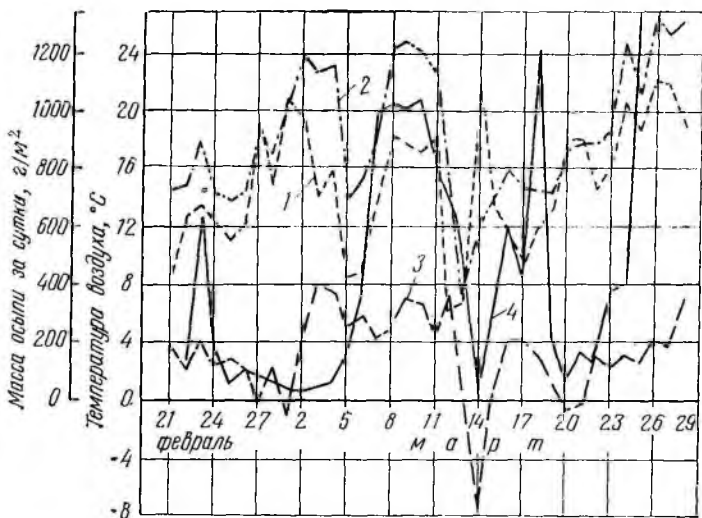


Рис. 12. Динамика осыпания грунта с откосов оврагов при различной температуре воздуха:

1 — среднесуточная температура, °C; 2 — максимальная температура, °C; 3 — минимальная температура, °C; 4 — масса осыпи за сутки, г/м².

50% меньше, а в часы с заморозками на поверхности почвы осыпания с откосов почти не происходило (рис. 12).

Очень медленно также идет процесс осыпания при высокой влажности воздуха и тумане. В таких условиях частицы почвы как бы слипаются и отрыва их не происходит даже на откосах крутизной 70—80°. Аналогичное явление наблюдается и в первые несколько часов после выпадения жидких осадков. Но как только температура повышается, корка на поверхности откоса начинает растрескиваться, и в этот момент происходит отслоение мелких частиц в виде тонких пластинок или чешуек. Концы этих пластинок загибаются и легким порывом ветра или под влиянием собственной силы тяжести разрушаются и осыпаются вниз по откосу.

За счет меньших амплитуд температуры и некоторого повышения влажности (роса) можно объяснить существенные различия в интенсивности осыпания грунта в дневные и ночные часы. Различия эти особенно ярки на откосе оврага южной экспозиции, где интенсивность осыпания грунта в дневное время была в 2,4 раза выше, чем ночью.

Общий объем осыпанного грунта при длине оврага 100 м и длине двух откосов 10 м в среднем за сутки составляет в летние месяцы около 50 кг, весной около 38 кг, а за весь период теплого времени года (апрель — октябрь) от 9 до 12 т. При длине оврагов в несколько сот метров и глубине 15—20 м (суммарной длине откосов 30—40 м) масса осыпи за теплый сезон может достигать сотен тонн.

ПРИРОСТ ОВРАГОВ ПО ОБЪЕМУ

Как бы ни были точны и ценны данные о росте оврагов в длину, ширину и глубину, по ним трудно определить объем вынесенного из оврага материала за то или иное время. К тому же проведение таких сопряженных наблюдений очень сложно и требует значительного времени и высокой точности при проведении повторных инструментальных съемок. С другой стороны, показатель объемного прироста наиболее полно (в интегральном виде) характеризует истинный рост оврага. По данному показателю можно судить об интенсивности процесса размыва как оврага в целом, так и любого его отрезка.

В литературе приводится очень мало данных об объемном приросте оврагов. При этом определяют его путем замера или объема конуса выноса или прироста вершины оврага в длину, ширину и глубину. Естественно, что при таких определениях полученные данные бывают сильно заниженными.

Ряд исследователей предлагает определять объемный прирост путем проведения повторных нивелировок поперечников оврага в различных его частях при одновременном замере расстояния между поперечниками. Такой способ учета является более точным, но значительно трудоемким. При этом остаются нераскрытыми многие стороны механизма роста, так как исследования обычно ведутся не в момент стока, а после его прохождения.

Наиболее точные данные об объемном приросте можно получить при учете расхода воды и ее мутности в двух створах оврага, расположенных у вершины и в устье, или в любых других его частях. При таком методе учета возможно определение объема жидкого и твердого стока в динамике как с водосбора, так и непосредственно с площади всего или части оврага. Его можно также

применять при изучении стадий развития оврагов и установления их границ.

Полученные при этом данные о стоке и смыве с водосборной площади можно использовать для выбора приемов борьбы с оврагами и расчета их параметров.

Полевые стационарные наблюдения по изучению объемного прироста проводились нами в 1967—1970 гг. на склоновом и двух донных оврагах на землях колхоза им. Кирова Чимишлийского района Молдавии.

Результаты учета по объемному приросту и стоку талых вод по склоновому оврагу сведены в таблицу 25. Из приведенных данных следует, что объемный прирост оврагов при стоке талых вод наблюдается ежегодно. Величина его в основном зависит от объема стока, характера снеготаяния и обстановки, складывающейся на «теле» оврага и водосборной площади. В большинстве случаев объемный прирост возрастает с увеличением стока воды.

Особенностью приведенных данных является то, что в 1967 и 1970 гг. подток воды в овраг с водосборной площади полностью отсутствовал. Сток воды происходил непосредственно с площади оврага за счет таяния скопившегося в нем снега. Мощность снега в 1967 г. на момент таяния в среднем составляла около 20 см, а в максимуме 0,5—0,7 м. Средняя плотность его была 0,43 г/см³. В 1970 г. снега в овраге было мало и залегал он небольшим слоем по дну и пятнами на откосах оврага. Следовательно, в описанные годы объемный прирост происходил за счет выноса грунта непосредственно с площади оврага. Таким образом, в отдельные годы овраги могут расти только за счет собственной площади. Получается как бы саморазвитие оврагов без участия подтока воды со стороны.

Примечательно, что при отсутствии подтока воды к вершине оврага в эти годы они активно росли и в длину. В 1968 г., например, прирост составил 46 см и был в полтора раза больше, чем в 1969 г., когда через вершину стекло 1072 м³ воды.

Все эти факты указывают на то, что в росте оврагов принимают участие не только гидрологические, но и физико-механические и другие процессы. Рост, например, в длину при отсутствии подтока воды в основном происходит вследствие оттаивания и замерзания грунта вершинного перепада в зимне-весенний период и переувлажнения и иссушения в летнее время.

25. Вынос грунта и сток воды из склонового оврага при снеготаянии в 1967—1970 гг. (площадь водосбора 7 га)

Показатели	Единица измерения	Годы наблюдений				Среднегодовое значение за время наблюдения
		1967	1968	1969	1970	
Общий сток воды	м ³	955	486	3984	42	1367
В том числе:						
с площади водосбора	м ³	—	223	1072	—	324
с площади оврага	м ³	955	263	2912	42	1043
Общий вынос грунта	т	17	49,7	249	0,3	79,0
В том числе:						
с площади водосбора	т	—	22,8	17,4	—	10,1
с площади оврага	т	17	26,9	231,6	0,3	68,9
Средняя мутность	г/л	18	123	63	7	—
Максимальная мутность	г/л	26	280	137	12	—
Сток воды из расчета на 1 га водосборной площади	м ³	136	70	589	6	200
Вынос почвогрунта из расчета на 1 га водосборной площади	т	2,4	7,1	35,6	0,04	11,3
Расход воды (от минимального до максимального)	л/с	0,16—3,23	0,02—11,8	0,1—28,0	0,01—1,5	—
Прирост оврага в длину за время стока воды	м	0,2	0,46	0,30	0,17	0,29

1968 и 1969 гг. характеризовались стоком воды и смывом почвы с водосборной площади. Однако и в эти годы основной прирост оврагов по объему происходил за счет увеличения их площади.

Аналогичные явления отмечены и на донных оврагах, где подток воды с водосбора практически отсутствовал в 1968 и 1970 гг. (табл. 26).

Средняя мутность овражных потоков за годы наблюдений колебалась от 7 до 123 г/л на склоновом овраге и от 19 до 85 г/л на донных оврагах. Максимальная мутность в отдельные годы достигала на склоновом овраге 280, а на донных 251—304 г/л. Мутность воды, стекающей с водосборной площади, как правило, не превышала 15—25 г/л, а чаще всего была 3—5 г/л. Лишь при прорыве концентрированного потока через вспаханный участок мутность его достигала 217 г/л.

Наблюдения за объемным приростом показали, что сток талых вод в оврагах подчиняется тем же закономерностям, которые характерны для балочных водосборов, то есть наблюдается цикличность в течение суток и увеличение расходов с возрастанием площади.

Отличительная особенность овражных потоков, формирующихся от стока талых вод, — их высокая насыщенность частицами почвы и грунта. Средняя мутность их за период стока бывает в несколько раз выше мутности воды, протекающей по балкам и лощинам, не затронутому овражным размывом.

При ливневом стоке прирост оврагов по объему зависит от характеристики ливня и обстановки, которая складывается на «теле» оврага и его водосборе перед стоком. Как известно, поверхность откосов оврага отличается большими уклонами и редкой растительностью. Поэтому даже при выпадении дождей с малым количеством осадков и небольшой интенсивностью в оврагах наблюдается сток. Так, наблюдения, проведенные 22 июня 1966 г. в овраге у села Чучулены Ниспоренского района Молдавии, показали, что от дождя со слоем осадков 10 мм и продолжительностью 3 ч стекло 361 м³ воды, которой было вынесено 57,6 т грунта. Сток воды с откосов оврага начался через 1—2 мин после начала дождя, а по дну — через 17 мин. Прекратился сток через 4,5 ч после окончания дождя. Расход воды в замыкающем створе при этом достигал 59 л/с (площадь оврага около 1,5 га). Максимальная мутность наблюдалась в

26. Вынос грунта и сток воды из донных оврагов при снеготаянии за 1967—1970 гг.

Показатели	Единица измерения	Донный овраг № 2					Донный овраг № 3				
		1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.	средне- годовое значение за время наблюдения	1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.	средне- годовое значение за время наблюдения
Площадь водосбора	га	120	120	120	120	120	50	50	50	50	50
Общий сток воды	м ³	43 717	19 925	59 208	879	30 932	4752	775	17 240	144	5728
Общий вынос грунта	т	3 722	467	2 968	298	1 864	322	19	510	2,8	216
В том числе с площади оврага	т	—	467	—	298	—	—	18,9	—	2,8	—
Средняя мутность	г/л	85	25	50	34	—	67	25	30	19	—
Максимальная мутность	г/л	140	82	251	131	—	86	124	304	103	—
Сток воды из расчета на 1 га водосборной площади	м ³	364	166	494	7	257	95	16	435	3	137
Вынос почвогрунта из расчета на 1 га водосбора	т	31,0	3,9	24,7	2,5	15,5	6,4	0,4	10,2	0,06	4,3
Расход воды (от минимального до максимального)	л/с			0,5—304	0,6—5,0	—	0,7—135	0,06—7,6	0,1—242	0,1—0,9	—
Прирост оврага в длину за время стока воды	м	5,8—280 0,7	0,4—93 0,48	2,0	0,3	0,87	0,10	0,32	1,3	0,9	0,65

начале стока и достигала 159 г/л при расходе воды 7,2 л/с. Подтока воды к оврагу с прилегающих склонов не было.

Овраги растут от дождей с малым количеством осадков, однако прирост от них бывает незначительным. Основной рост оврагов происходит, безусловно, при выпадении ливней с большим слоем осадков (табл. 27).

За 5 лет наблюдений нами был учтен ливень со слоем осадков 46,5 мм, продолжительностью 1 ч 25 мин и средней интенсивностью 0,55 мм/мин. Дождь начался в 15 ч 30 мин и окончился в 16 ч 55 мин 24 мая 1968 г. Сток воды в овраге стал формироваться в первые 2—3 мин. В 16 ч 35 мин расход воды достиг максимума (5,37 м³/с), затем наступил резкий спад уровня. После окончания дождя сток продолжался более 4 ч. Особенность этой части стока была в том, что мутность воды все это время оставалась очень высокой (45—92 г/л) при расходах воды 0,8—4,5 л/с. Максимальная мутность потока наблюдалась в начале стока и достигала 357 г/л. По времени она не совпадала с максимальным расходом воды. Общий вынос почв и грунта от этого ливня составил 3827 т. Из них 3700 т было вынесено за 1 ч 25 мин.

Данные объемного прироста оврага № 2 по сезонам года показывают, что в отдельные годы он бывает больше в теплый период (в 1968 г. объем вынесенного почвогрунта составил 3830 т), а в другие годы — в холодный период (в 1967 г. объем вынесенного почвогрунта был равен 3722 т).

Особенностью роста оврага при воздействии стока ливневых вод заключается в том, что весь материал выносится за несколько часов, а при действии стока талых вод за 5—27 суток. Средняя мутность воды при стоке ливневых дождей составляет 150—255 г/л, а при снеготаянии — 18—123 г/л. Второй отличительной особенностью является различие в максимальных расходах воды. При снеготаянии, например, он не превышал 300 л/с за 4-летний период наблюдений, а при стоке ливневых вод — 5376 л/с, или был выше почти в 18 раз. Третья особенность — это очень резкое нарастание и спад расходов воды при ливневом стоке, в то время как при снеготаянии эти процессы протекают медленно с четким суточным ритмом. Все эти факты указывают на необходимость расчета сбросных гидротехнических сооружений в оврагах на пропуск воды от ливневого стока.

27. Сток воды и вынос почвогрунта из донного оврага № 2 при выпадении ливня
(сумма осадков 46,5 мм) 24 мая 1968 г.

Время проведения наблюдений	Характеристика потока			Отметки о ливне	Расход воды, м ³ /с	Объем стока, м ³	Мутность воды, г/л	Объем вынесенного почвогрунта, т
	ширина, см	глубина, см	скорость, м/с					
15 ч 30 мин	20	1	0,19	Начало дождя	0,00019	467	0,62	83,6
16 ч	240	32	1,35	Сильный	0,5185	6190	357,00	2104,4
16 ч 55 мин	960	64	1,75	Очень сильный дождь прекратился	5,3760	8175	283,00	1604,5
17 ч 25 мин	120	18	0,67	То же	0,1450	31,7	109,64	3,5
17 ч 30 мин	100	8	0,83	» »	0,0664	16,3	112,88	1,8
17 ч 35 мин	100	6	0,71	» »	0,0426	18,3	108,02	1,8
17 ч 45 мин	82	4	0,56	» »	0,0185	9,4	87,42	7,4
17 ч 55 мин	78	3,5	0,48	» »	0,0130	18,3	70,64	11,0
18 ч 30 мин	50	3,0	0,30	» »	0,0045	6,7	52,92	7,6
19 ч	45	2,5	0,27	» »	0,0017	8,3	92,80	
20 ч	36	2,1	0,24	» »	0,0008	4,3	49,40	2,0
21 ч	28	1,5	0,20	» »			45,20	
Итого						14 944		3287,6

Примечание. Начало ливня в 15 ч 30 мин, окончание в 16 ч 55 мин.

ДИНАМИКА ВЕРШИННОГО ПЕРЕПАДА СКЛОНОВЫХ ОВРАГОВ

Высота перепада является основным параметром в определении расстояния между вершиной оврага и водоудерживающими валами, водоотводными канавами, лесополосами. Она используется также для выбора типа быстротока или перепада. Поэтому необходимо знать закономерности формирования и изменения высоты перепада во времени.

Проведенные наблюдения показали, что высота перепада также величина динамичная (табл. 28). Характер изменения ее в большинстве случаев подчиняется сезонному режиму. Наибольшая высота наблюдается в осенний период, а наименьшая — в весенний через 3—4 недели после стока. Отмеченная деталь в какой-то степени помогает раскрыть особенности механизма роста оврагов при стоке талых и ливневых вод.

28. Динамика вершинного перепада оврагов, расположенных в Молдавии, за 1967—1970 гг.

Тип оврага и населенный пункт	Преобладающая порода у вершины	Высота перепада, м						
		октябрь 1967 г.	апрель 1968 г.	октябрь 1968 г.	апрель 1969 г.	сентябрь 1969 г.	апрель 1970 г.	июль 1970 г.
Донный, Гура Галбенэ	Лёссовидный суглинок	4,0	3,1	3,3	2,5	3,1	2,2	2,5
Склоновый, Гура Галбенэ	То же	4,1	—	4,6	4,0	4,1	1,6	3,7
То же	» »	1,65	—	3,2	2,8	2,5	2,0	3,3
» »	» »	2,5	—	4,1	1,9	—	0,7	—
Склоновый, Питушки	Супесь и пески	2,7	2,2	3,1	3,6	4,1	2,7	3,6
Склоновый, Варзарешты	То же	—	—	2,0	2,1	3,4	1,9	—
Донный, Кирсово	Лёссовидный суглинок	3,9	4,6	—	4,4	4,7	4,5	—
Донный *, Кристешты	Аллювиальные отложения	—	6,5	7,0	6,3	6,4	5,4	—
Донный *, Кабаешты	То же	—	3,2	2,9	3,0	2,8	2,8	—

* Наблюдения В. М. Яковлева.

В момент стока талых вод (в начале стока) стенка перепада на всю глубину оказывается промерзшей и представляет собой монолитную массу, которую стекаю-

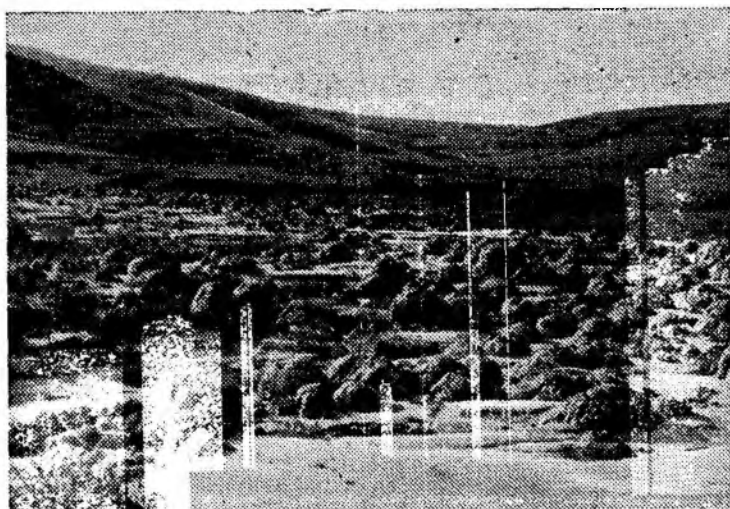


Рис. 13. «Овражные бомбы». Заиление продуктами овражной эрозии плодородных пойменных земель.

щая вода почти не подмывает и не размывает. Если сток талых вод бывает продолжительным, то только после оттаивания почвогрунта происходит его обваливание или размыв и как следствие рост оврага.

В условиях, когда объем стока талых вод с водосбора незначительный, рост оврагов в длину происходит не за счет стока воды, а за счет обваливания, скалывания или сползания грунта. Особенно это часто наблюдается на склоновых оврагах с малой площадью водосбора. В этих случаях масса грунта обычно остается у самой вершины на дне оврага, уменьшая высоту перепада. В супесчаных и песчаных грунтах обвалившийся грунт равномерно распределяется по дну и без специальных наблюдений трудно бывает установить сам факт динамики перепада. В суглинистых и лёссовидных грунтах обвалившаяся масса скапливается на дне в виде глыб, столбов и распределяется неравномерно.

При прохождении стока от ливневых дождей приносимая масса, как и материал от обвалов и оползней, — это поставщики всевозможных глыб, катунов и «овражных бомб» (рис. 13).

ИНТЕНСИВНОСТЬ ОБРАЗОВАНИЯ НОВЫХ ОВРАГОВ

Наряду с ростом ранее сформировавшихся линейных форм размыва в природе постоянно происходит образование новых промоин и оврагов. В целом по стране и природным зонам учет числа оврагов проводится в недостаточной степени, поэтому невозможно объективно ответить на вопрос о фактической интенсивности оврагообразования.

По наблюдениям, проведенным Институтом географии Академии наук СССР (Миронова, 1976), на трех небольших объектах лесостепной зоны установлено следующее.

В северной лесостепи (Тульская область) в 1911 г. обследовали 52 склоновых оврага. Их отнесли к активно растущим. В 1951 г. 83% этих оврагов было уже задерновано или облесено, а 17% продолжало активно расти. В 1971 г. число закрепленных оврагов составило 73%, активных — 10% и 17% отнесли к умеренно активным, то есть их дно и откосы не полностью были закреплены травянистой и лесной растительностью. Образование новых оврагов на данном объекте не отмечено.

В южной лесостепи (Черно-Олеховский ключевой участок Суджанского района Курской области) в 1940 г. было учтено 96 оврагов, в том числе 86 склоновых и 10 донных. В 1973 г. число склоновых оврагов увеличилось до 119, а донных не изменилось. Таким образом, за 34 года образовалось 33 оврага, или в среднем один овраг в год. Возникшие овраги, как правило, являются отвершками ранее существовавших. Преобладающая длина их 15—30 м. Следовательно, скорость роста их невысокая, но тем не менее они активны. Общее число активных оврагов на объекте увеличилось с 70 в 1940 г. до 99 в 1973 г., в том числе 29 оврагов отнесено к умеренно активным и 70 — к активным. Число затухших оврагов за это время почти не изменилось.

По другим зонам и регионам страны в литературе также приводятся многочисленные факты возникновения новых оврагов. Однако по этим материалам, как правило, нельзя установить количественные показатели так как в литературных источниках не указаны время проводимого учета и обследованная площадь.

Полевые наблюдения, проведенные автором в совхозе «Куликовский» Орловского района Орловской области

(севернее деревни Ступинино), указывают на то, что процесс оврагообразования в настоящее время может протекать весьма интенсивно. На описываемом объекте в 1941 г. по дну ложинного водосбора площадью около 100 га размещался донный овраг без отвершков. За период с 1941 по 1966 г. на этом овраге образовалось шесть новых отвершков (склоновых оврагов) длиной от 14 до 70 м каждый и глубиной до 4—6 м. Основная вершина за 25 лет выросла в длину на 90 м. Из шести новых отвершков в 1966 г. только два было задерновано, а остальные активно росли. За последующие 12 лет (с 1966 по 1978 г.) на двух склоновых оврагах возникло еще по одному отвершку длиной 15 и 17 м. Таким образом, за 37 лет образовалось дополнительно восемь оврагов общей длиной 340 м. Кроме того, основная вершина за эти годы выросла на 116 м.

Как в 1966 г., так и в 1978 г. откосы и дно всех оврагов почти до самой вершины были задернованы, а по дну основной вершины росли древовидные и кустарниковые ивы. Поэтому зарастание действующих оврагов растительностью, особенно в лесной и лесостепной зонах, не всегда является признаком затухания процесса оврагообразования. Для объективной оценки направленности этого процесса необходимы более длительные повторные наблюдения и съемки.

Обобщение и анализ материалов наблюдений за приростом склоновых оврагов в длину в различных почвообразующих породах позволяют определить рост конкретных оврагов в будущем (табл. 29).

Таблица составлена по материалам наблюдений в различных природных зонах Молдавии, поэтому при использовании ее в других зонах возможны отклонения. Однако если судить по литературным данным о фактическом росте оврагов, то эти отклонения, вероятно, будут незначительными.

При пользовании таблицей необходимо иметь сведения о длине оврагов и склонов, размере общей водосборной площади и удаленности вершины от водораздела. Наблюдениями установлено, что при прочих равных условиях водосбора при удалении вершины от водораздела на расстоянии до 100 м среднегодовой рост оврагов бывает слабым, при удалении на 100—300 м — умеренным, а при больших расстояниях — интенсивным и очень интенсивным.

29. Среднегодовой прирост склоновых оврагов по морфологическим показателям (прогноз)

Отношение длины оврага к длине склона	Общая площадь водосбора, га				
	меньше 1	1—3	3—6	6—10	больше 10
Меньше 0,2	Очень слабый	Слабый	Умеренный	Интенсивный	Очень интенсивный
0,2—0,4	Спорадический	Очень слабый	Слабый	Умеренный	Интенсивный
0,4—0,6	Отсутствует	Спорадический	Очень слабый	Слабый	Умеренный
0,6—0,8	—	Отсутствует	Спорадический	Очень слабый	Слабый
Больше 0,8	—	—	Отсутствует	Спорадический	Очень слабый

Примечание. Показателям роста соответствуют следующие значения: очень слабый рост — 0,2—0,5 м в год; слабый — 0,5—1,0 м; умеренный — 1,3 м; интенсивный — 3—5 м и очень интенсивный — более 3—5 м в год. Спорадический прирост означает, что рост оврагов наблюдается не каждый год. Первые цифры характерны для роста оврагов, прорезающих глинистые и суглинистые отложения, а вторые — для оврагов в песчаных, супесчаных, лёссовых и слоистых породах.

ХАРАКТЕРИСТИКА СОВРЕМЕННЫХ ФОРМ РАЗМЫВА

Различные формы современного размыва по параметрам и особенностям водосборной площади, размещению на местности и характеру прорезаемых ими пород, повреждению угодий и хозяйственных объектов, гидрологическим и микроклиматическим характеристикам бывают весьма разнообразными. Более того, практически невозможно найти линейную форму размыва с одинаковой глубиной или шириной на всем ее протяжении, с равномерным продольным уклоном дна или крутизной откосов. Нередко один и тот же овраг прорезает различные породы и повреждает 2—3 угодья.

Овраги также существенно различаются между собой по типу водосбора и его размерам: длине и крутизне склонов, почвенному и растительному покрову водосборной площади, способу хозяйственного использования и другим показателям, что в конечном итоге влияет на объем и расход талых и ливневых вод, поступающих к их вершинам, определяет интенсивность разрушения земель и пути их закрепления и использования.

Для общей характеристики линейных форм размыва и их водосборной площади применяют большое число показателей. Однако для разработки проекта закрепления оврага или освоения разрушенных ими земель не всегда требуется сбор данных по всем показателям. Обоснование и расчет конкретного лесомелиоративного приема или гидротехнического сооружения можно выполнить на основании части показателей, характеризующих овраг и его водосборную площадь. Например, чтобы составить проект водозадерживающего вала, необходимо определить: тип и длину оврага, высоту вершинного перепада, длину активной части, прорезаемые породы, наличие оползней, расстояние между соседними вершинами, уклон склона и угодье межовражного пространства, площадь водосбора выше вершины (выше размещения водозадерживающего вала), тип водосбора, его длину и уклон склона, почвенный покров, угодье и применяемую агротехнику, глубину залегания грунтовых вод, наличие

30. Примерный перечень показателей, учитываемых при проектировании различных приемов закрепления оврагов

Показатели, характеризующие овраг и его водосборную площадь	Приемы									
	водозадерживающие валы	водоотводящие валы и канавы	перепады, лотки	донные сооружения	пруды	привражные и прибалочные полосы	облесенные овраги и межовражий	залужение оврагов и межовражий	засыпка и выполаживание оврагов	
Тип и длина оврагов (промоины)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Средневзвешенная глубина	-	-	-	-	+	-	+	+	+	
Средневзвешенная ширина оврага и дна	-	-	-	+	+	-	+	+	+	
Площадь оврага	-	-	-	-	-	-	+	+	+	
Объем оврага	-	-	-	-	+	-	-	-	+	
Высота вершинного перепада	+	+	+	-	-	+	-	-	-	
Длина активной части	+	+	+	+	-	-	-	-	-	
Продольный уклон активной части	-	-	+	+	+	-	-	-	-	
Крутизна откосов	-	-	-	-	-	-	+	+	+	
Прорезаемые породы	+	-	+	-	+	-	+	+	+	
Механический состав	-	-	+	-	+	-	+	+	+	
Наличие постоянного водотока	-	-	-	-	+	-	+	+	+	
Наличие оползней	+	-	+	+	+	-	-	-	+	
Характеристика растительности на овраге	-	-	-	-	+	-	+	+	+	
Тип и степень смытости почв межовражных пространств	-	-	-	-	+	-	+	+	+	
Расстояние между оврагами	+	+	-	-	-	-	+	+	+	
Уклон склона между оврагами	+	+	-	-	-	-	+	+	+	
Угоды между оврагами	+	+	-	-	+	-	+	+	+	
Общая площадь водосбора оврага	-	-	-	+	+	+	-	-	+	
Площадь водосбора в точке роста оврага или в створе приема	+	+	+	+	+	+	-	-	+	
Тип водосбора	+	+	-	-	-	+	-	-	+	
Удаление вершины от водораздела	+	+	+	-	-	-	-	-	+	
Уклон склона выше вершины оврага	+	-	+	-	-	+	-	-	+	
Характеристика почв водосбора	+	+	+	-	+	+	-	-	+	
Состав угодий на водосборе	+	+	+	-	+	+	-	-	+	

Показатели, характеризующие овраг и его водосборную площадь	Приемы								
	водоудерживающие валы	водоотводящие валы и каналы	перепады, лотки	донные сооружения	пруды	приовражные и прибалочные полосы	облесение оврагов и межовражий	залужение оврагов и межовражий	засыпка и выполаживание оврагов
Применение агротехники на водосборе	+	+	+	-	+	+	-	-	+
Глубина залегания водоупорного горизонта	+	-	-	-	+	-	-	-	+
Интенсивность роста оврага	+	+	+	+	-	+	-	-	-
Наличие микроложбин вдоль бровки гидрографической сети и у вершин оврагов	+	-	-	-	-	+	-	-	-
Среднегодовая величина смыва почвы с водосбора	+	-	-	-	+	-	-	-	+
Ущерб от оврагов	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Примечание. Знак «+» означает, что данный показатель подлежит учету при проведении изысканий и расчетов.

микроложбин и среднегодовую величину смыва почв с водосборной площади.

Для проектирования донных сооружений данные по многим из перечисленных выше показателей не требуются, но обязательно следует собрать сведения о ширине дна оврага и об уклоне продольного профиля, а также об общей площади водосбора.

В таблице 30 приводится примерный перечень показателей, по которым собирают данные при проектировании основных гидротехнических сооружений и лесомелиоративных мероприятий. Для гидрологических расчетов, кроме того, необходима характеристика осадков (слой и интенсивность дождей, мощность снега и запас воды в нем, величина стока воды и ее расход и ряд других). При проектировании лесомелиоративных насаждений или посева многолетних трав на площади оврагов, в межовражных пространствах или вокруг оврагов и балок проводят детальный учет физических и химических свойств почв и почвообразующих пород. Только на основании этих данных можно правильно решить вопрос о

степени пригодности почв для выращивания различных культур.

Каждый из показателей, характеризующих овраг и его водосбор, несет специфическую информацию, использование которой позволяет с большой точностью и высокой надежностью проектировать и выполнять оврагоукрепительные работы. Поэтому при учете и обследовании оврагов и разработке проектов на их закрепление необходимо собрать детальную характеристику как самих оврагов, так и их водосборной площади и межовражий.

МОРФОЛОГИЯ ОВРАГОВ

Обобщение и анализ массовых данных, собранных в степной и лесостепной зонах страны, позволили выявить следующие основные морфологические особенности овражных форм размыва.

В плане большинство оврагов представлено прямой или слегка извилистой линией, несколько расширенной в устье и средней части и суженной у вершины; такие овраги имеют ланцетовидную форму. Реже встречаются овраги ромбовидной, четковидной, булавовидной и шаровидной формы (рис. 14).

В поперечном плане преобладают овраги треугольной формы. Такая форма поперечного профиля характерна для оврагов, прорезающих песчаные и супесчаные отложения, глины и известняки, а также для недавно возникших оврагов в суглинистых отложениях. Для оврагов, прорезающих лёссовые породы, свойственна каньонообразная форма поперечника с отвесными стенками на протяжении всей длины.

Крупным склоновым оврагам и большинству донных оврагов присуща сложная форма поперечного сечения. В устьевой части они представлены трапецеидальной формой с шириной дна от 2 до 7—10 м, в средней части — треугольной, а в верховье — каньонообразной. Очень часто поперечная форма оврага сверху (от дневной поверхности) имеет форму каньона с отвесными стенками откосов, а затем вид треугольника (рис. 15).

Вершины оврагов чаще всего представлены овальной и треугольной формами. Изредка, особенно у донных активно растущих оврагов, а также в лёссовых породах вершина бывает прямоугольной формы. У оврагов, разрушающих пески и супеси, вершина нередко расчленена

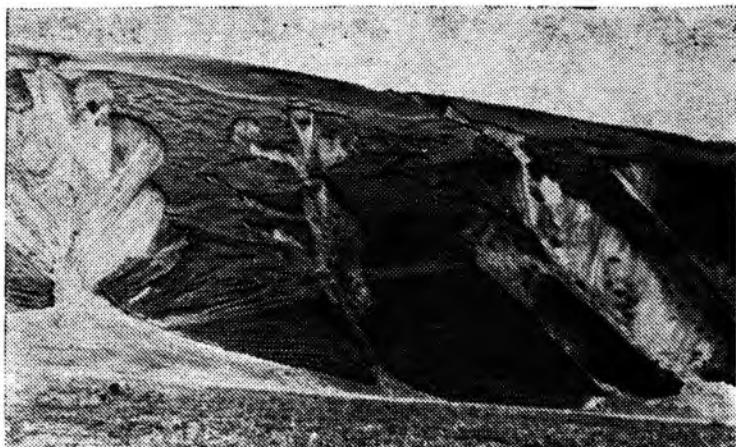


Рис. 14. Редкое сочетание на одном склоне оврагов шаровидной, линейной и булавовидной формы.



Рис. 15. Овраг со сложной формой поперечного профиля.

микроврезами и имеет сложную форму. Аналогичное явление характерно также для оврагов, растущих на склонах с очень малым уклоном без выраженных водоподводящих ложбин. В таких случаях поток как бы блуждает, что ведет к формированию ветвистой вершины. При этом в один год активно растет одна вершина, а остальные не действуют, а в другой год — вторая.

Во многих природных зонах абсолютное большинство склоновых оврагов не имеет отвершков, и, наоборот, более половины донных оврагов характеризуется разветвленной сетью отвершков, до 10—20 и более на одну овражную систему (табл. 31).

31. Число донных и склоновых оврагов с отвершками (средняя часть бассейна реки Лунгуца в Молдавии)

Тип оврагов	Показатели	Всего	В том числе с отвершками	Овраги с числом отвершков							
				1	2	3	4	5	6—10	10—15	больше 15
Донный	Число оврагов	115	100	24	24	19	9	5	14	4	1
	Общее число вершин	471	—	48	72	76	45	30	111	54	20
Склоновый	Число оврагов	854	116	102	11	3	—	—	—	—	—
	Общее число вершин	987	—	204	33	12	—	—	—	—	—
Итого	Число оврагов	969	216	126	35	22	9	5	14	4	1
	Общее число вершин	1458	—	252	105	88	45	30	111	54	20

Высота вершинного перепада оврагов разная, но преобладают овраги с глубиной перепада менее 3 м. Около 25—30% имеют высоту перепада 3—5 м и примерно 8—10% — более 5 м. Максимальная высота перепада до 10—12 м наблюдается в оврагах, прорезающих лёссовые породы. У оврагов, развивающихся в условиях недостаточного увлажнения, бывает несколько перепадов по дну оврага. Число их колеблется от 2 до 5—6, а высота — от 0,5 до 2 м. По приуроченности к элементам рельефа во всех природных зонах страны преобладают склоновые и береговые овраги. Их количество в разных регионах Молдавии, например, составляет 85—90%, в бассейне реки Курица (Курская область) из 729 оврагов на их долю приходится 602, или 83%. В бассейне реки Зуша (Орловская область) доля донных оврагов несколько вы-



Рис. 16. Овраг с повторным циклом развития.

ше (Козменко, 1954). Донные овраги обычно развиваются по днищам балок, лощины и ложбин. В ряде случаев они встречаются по руслам пересыхающих рек, особенно в их верховье.

В зоне недостаточного увлажнения (Молдавия, южные области Украины, Ростовская, Воронежская области) распространены активно растущие овраги, сформировавшиеся по дну старых затухших оврагов. Площадь водосбора их обычно не превышает нескольких гектаров. Почвы на откосах недоразвиты. Тип водосбора выражен не четко. Продольный уклон дна очень крутой. По классификации С. С. Соболева (1948), такие овраги следует относить к вторичным, то есть к донным. В действительности это типичные склоновые овраги с повторными циклами развития (рис. 16).

Другой распространенной формой в различных природных зонах являются овраги, приуроченные к естественным ложбинам стока (очень слабовыраженным понижениям местности). Водосбор у них площадью 20—30 га и более. Уклон склонов от водораздела до дна таких понижений прямой, крутизной 1—3°. Почвенный покров мощный и однородный. Продольный уклон дна 1—2°. Следы древних линейных форм по их дну отсутствуют. Выраженных бровок и крутых откосов нет, или они встречаются на коротких отрезках устьевой части.

Образование таких понижений, по-видимому, вызвано тектоническими особенностями (прогибами, просадками, блоковыми опусканиями и т. п.). Формирующиеся в данных местах овраги по классификации С. С. Соболева являются первичными и, следовательно, относятся к склоновым. В то же время по большинству других признаков они больше подходят к донным. Ряд исследователей относит эти овраги к приводораздельному типу. Правильнее будет считать их переходным типом, так как в начале своего образования это типичные склоновые овраги, которые после приостановления роста напоминают «молодые» балки.

МОРФОМЕТРИЯ ОВРАГОВ

Морфометрический метод применительно к оврагам еще слабо разработан.

При изучении оврагов числовые значения чаще всего применяли в качестве второстепенных характеристик.

Однако уже в первых работах об оврагах (Мосельский, 1897) были использованы количественные данные для характеристики длины, глубины, ширины, площади, объема, продольного профиля и скорости роста оврагов. Наиболее полно количественный метод при изучении оврагов использовал А. С. Козменко (1954, 1963). Он, например, помимо перечисленных показателей, ввел ряд новых, таких, как средняя ширина оврага, среднее поперечное сечение и др. Он же сделал первую группировку оврагов, в основу которой положил количественные данные о длине, ширине, глубине, поперечном сечении и объеме.

Ниже приводится анализ массовых данных об основных показателях оврагов и их водосборной площади, которые наиболее часто используются при решении вопросов борьбы с оврагами и освоением разрушенных земель.

Длина оврагов является одним из основных морфометрических показателей. Его используют при расчете расчлененности территории и при определении среднегодового прироста. В сравнении с длиной склонов по нему можно судить о пределе роста, а в сочетании с показателями ширины и глубины он служит для определения площади и объема оврагов. Показатель длины широко используется также при планировании и разработке мелиоративных приемов: определении протяженности приовражных лесополос, количества донных запруд, при расчете земляных работ для засыпки и выполаживания оврагов и т. д.

Анализ данных о длине оврагов склонового типа, расположенных в различных природных зонах, показал, что в условиях Молдавии преобладают овраги длиной до 300 м (табл. 32). Их долевое участие по ключевым бассейнам колеблется от 69% (река Ларга) до 89% (река Лунгуца) при 88,6% в целом по республике. Число оврагов средней длины (300—600 м) составляет от 7 до 20%, а более 600 м — от 1 до 10% при среднем значении для всей территории республики соответственно 10 и 1,4%. Наибольшая длина склоновых оврагов редко превышает 900—1000 м. В условиях Центрально-Черноземной зоны (бассейн реки Курица) почти 95% оврагов короче 200 м, а 80% меньше 100 м.

Среднеарифметическая длина оврагов по бассейнам рек Молдавии изменяется незначительно (от 158 до 271 м), а по бассейну реки Курица она составляет 93 м,

32. Количество склоновых оврагов разной длины* в обследуемых районах

Длина оврагов, (м	Бассейны рек Молдавии										Бассейн реки Курица в Курской области	
	Лунгуца		Ларга		Кагул		Когыльник (сред- няя часть)		в целом по республике		число	%
	число	%	число	%	число	%	число	%	число	%		
											число	%
Меньше 100	1083	45,2	61	20,5	163	28,4	308	30,7	9467	25,0	483	80,0
101—200	764	31,9	99	33,2	195	33,6	310	30,9	16087	42,4	87	14,5
201—300	308	12,8	44	14,8	82	14,2	164	16,3	8059	21,2	17	2,9
301—400	129	5,4	33	11,0	46	8,0	68	6,7	2279	6,0	8	1,3
401—500	63	2,6	15	5,0	34	5,9	53	5,3	1035	2,7	6	1,0
501—600	27	1,2	14	4,8	20	3,4	27	2,8	500	1,3	2	0,3
601—700	12	0,5	7	2,4	15	2,6	18	1,8	235	0,6	—	—
701—800	8	0,3	8	2,8	9	1,5	11	1,1	101	0,3	—	—
Больше 800	2	0,1	16	5,5	14	2,4	45	4,4	192	0,5	—	—
Итого	2395	100	297	100	578	100	1004	100	37955	100	603	100

* Учету подлежали все действующие и затухшие овраги.

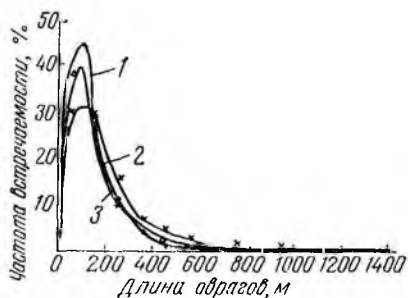


Рис. 17. Кривые распределения оврагов по длине в бассейнах рек Молдавии:

1 — Окна; 2 — Луингуца; 3 — Когыльник.

Н. П. Калинин (1976) для Среднерусской возвышенности. Распределение оврагов характеризуется очень высоким коэффициентом вариации (78—85%), что указывает на значительное рассеивание данных вокруг среднего значения. Объясняется это тем, что учтенные овраги неоднородны по возрасту и находятся на разной стадии развития. Одни из них, особенно короткие, только недавно образовались, а другие заканчивают рост.

Вариационные кривые по длине оврагов характеризуются также высокими показателями положительной асимметрии и эксцесса (рис. 17). Резкое преобладание оврагов в левой части кривой, то есть коротких оврагов, указывает на то, что процесс их роста преобладает над процессом затухания и что в будущем в течение длительного времени они могут активно расти, если не будут приняты необходимые меры борьбы.

В пользу данного предположения говорят два обстоятельства. Во-первых, согласно полевым исследованиям, абсолютное большинство вершин оврагов является действующими, то есть они имеют различной высоты перепады и не полностью задернены. Во-вторых, отношение длины оврагов к длине склонов, на которых они расположены, как правило, не превышает 40%, и лишь изредка встречаются овраги, длина которых составляет 60—70% и более от длины склонов (табл. 33).

Зависимость между средней длиной оврагов (L_o) и средней длиной склонов (L_c) в метрах можно выразить следующей формулой:

или почти в 2 раза меньше. Донные овраги по длине варьируют в более широком диапазоне, чем склоновые (от 50 до 3000 м и более в Молдавии и до 1660 м в бассейне реки Курица в Курской области). Средневзвешенная длина их в обеих зонах в 4—5 раз выше склоновых. Близкие соотношения по длине склоновых и донных оврагов получены

$$L_o = L_c \operatorname{tg} \alpha \pm B,$$

где α — коэффициент регрессии;
 B — свободный член.

33. Зависимость длины оврагов от длины склонов (на примере оврагов в четырех хозяйствах бассейна реки Когыльник)

Группа склонов по длине, м	Количество оврагов		Средняя длина склонов, м	Длина оврагов, м		
	число	%		минимальная	максимальная	средняя
100—200	26	6,8	160	50	180	98
201—300	53	13,8	265	60	280	119
301—400	66	17,3	363	55	380	163
401—500	74	19,3	471	50	400	169
501—600	63	16,3	552	60	500	200
601—700	43	11,2	643	70	620	286
701—800	25	6,5	767	68	780	371
801	34	8,6	1023	174	800	454

Коэффициент регрессии и свободный член отражают комплекс факторов, влияющих на длину оврагов, и поэтому в разных природных условиях они будут неодинаковыми. Так, для бассейна реки Лунгуца связь между длиной оврагов и длиной склонов выражается следующей зависимостью:

$$L_o = 0,211L_c + 16,2,$$

а для бассейна рек Кагул и Когыльник соответственно:

$$L_o = 0,204L_c + 24,2 \text{ и}$$

$$L_o = 0,47L_c - 50,0.$$

Совмещенный анализ этих двух показателей позволяет, во-первых, более объективно учитывать интенсивность и предел роста оврагов в длину, во-вторых, с достаточной степенью точности выбирать для детальных исследований типичные или характерные овраги и, в-третьих, пользоваться ими при решении вопросов, связанных с выбором приемов по борьбе с оврагами. Например, по данным таблицы 33 можно сделать предварительное заключение о нецелесообразности сооружения водозадерживающих валов выше вершин оврагов, расположенных на склонах длиной до 200—300 м, а также и на других оврагах, длина которых составляет 60—70% от длины

склона. Окончательное же решение по такому заключению должно составляться после обследования их в натуре.

Ширина и глубина оврагов. Значение этих показателей устанавливали непосредственно в полевых условиях путем закладки серии поперечников с последующим расчетом средневзвешенных значений для оврага в целом. Расчет приводили по следующим формулам:

$$B_{\text{ср}} = \frac{\frac{b_1 + b_2}{2} l_1 + \frac{b_2 + b_3}{2} l_2 + \dots + \frac{b_n + b_{n+1}}{2} l_n}{L_0};$$

$$H_{\text{ср}} = \frac{\frac{h_1 + h_2}{2} l_1 + \frac{h_2 + h_3}{2} l_2 + \dots + \frac{h_n + h_{n+1}}{2} l_n}{L_0},$$

где $B_{\text{ср}}$ и $H_{\text{ср}}$ — средневзвешенные значения соответственно ширины и глубины, м;

b_1, b_2, b_n — ширина оврагов на поперечниках, м;

h_1, h_2, h_n — глубина оврага на поперечниках, м;

l_1, l_2, l_n — длина отрезков оврага между поперечниками, м;

L_0 — общая длина оврага, м.

Применение таких показателей, как средневзвешенные значения по ширине и глубине, позволяет объективно сравнивать различные овраги, используя для этих целей метод статистической обработки. Встречающиеся в литературе данные о ширине и глубине оврага в одной точке или даже в нескольких точках, но без указания расстояния между ними практически невозможно использовать при обобщении данных. Сведения о ширине и глубине необходимы для расчета объемов оврагов и объема земляных работ при их выполаживании или полной засыпке.

Обобщение данных показывает, что по средневзвешенной ширине овраги изменяются от 2—3 до 35 м. Максимальная ширина на небольших по длине отрезках иногда достигает 40—60 м, а на оврагах с оползнями — до 100 м и более.

По средневзвешенной глубине овраги всех типов встречаются в диапазоне от 1 до 23 м, но преобладают со средневзвешенной глубиной до 5 м. На незначительных по длине отрезках нами зафиксирована максимальная глубина 28 м, а в случаях подмыва и полного обновления коренных берегов балки — 40 м и более (рис. 18).

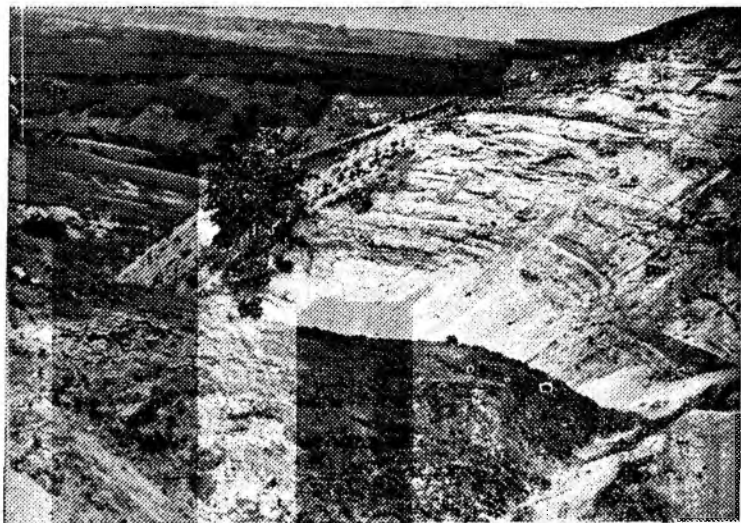


Рис. 18. Интенсивно растущий овраг полностью разрушил коренной склон балки. Длина откоса оврага 43 м.

Учитывая, что данные о ширине и глубине часто используют при проектировании различных мероприятий, а сбор их в полевых условиях сопряжен со значительными затратами труда и средств, нами было проведено определение средневзвешенных значений глубины ($H_{\text{ср}}$ в метрах) по максимальной глубине (H_{max}). Найденная зависимость для условий Молдавии характеризуется прямой линейной связью (рис. 19).

$$H_{\text{ср}} = 0,65H_{\text{max}},$$

а для центрально-черноземных областей (Белгородская область)

$$H_{\text{ср}} = 0,68H_{\text{max}}.$$

Сопоставление расчетных и фактических данных показало их высокую точность. Ошибка в абсолютном большинстве случаев не превышает 10—30%.

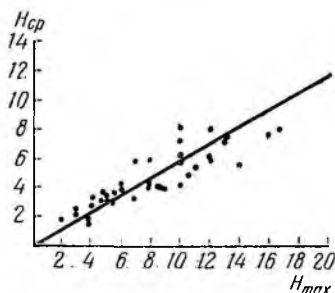


Рис. 19. Связь между средней ($H_{\text{ср}}$) и максимальной (H_{max}) глубиной оврагов.

По этой же формуле можно определить и средневзвешенную ширину оврагов по их максимальной ширине (для оврагов, не осложненных оползнями). Ошибка при этом несколько выше и достигает в отдельных случаях 40—50%.

Длина откосов является функцией глубины оврагов и уклона откосов. Согласно данным учета, длина откосов изменяется от 2—3 до 40—50 м. Наиболее длинные откосы обычно приурочены к отрезкам оврага с большой глубиной и уклонами порядка 20—30°, а также к частям оврагов, осложненным оползневыми процессами. При значительной длине и крутизне откосов с них происходит усиленный сток воды при выпадении жидких осадков и при снеготаянии, вызывающий смыв и мелкоструйчатый размыв их поверхности.

Площадь и объем оврагов. Оба показателя являются производными рассмотренных ранее элементов оврагов. Данные о площади оврагов преимущественно используют в практических целях: для подсчета площади разрушенных земель, определения объема лесомелиоративных работ, оценки степени пораженности исследуемой территории.

Обобщение материалов полевых исследований и массовых данных учета по колхозам и совхозам, собранных органами землеустройства, показало, что по площади преобладают овраги до 0,2—0,4 га. Доля оврагов с площадью более 1 га составляет для склоновых 5—7%, а для донных 50—60% и более.

По объему преобладают овраги небольшие (от 500 до 10 000 м³), около 25% имеют объем 10—50 тыс. м³ и более. Объемы лишь отдельных оврагов, особенно донных, составляют сотни тысяч кубометров.

Продольный профиль. Данный морфометрический показатель широко используют при расчете количества донных запруд и определении мест их размещения. В сопоставлении с данными уклона склона по нему легко определять глубину в любой точке оврага (графическим способом), а при сопоставлении с данными продольного профиля затухших линейных форм (оврагов, балок) можно прогнозировать пределы роста оврагов в глубину. Дифференцированный анализ материалов продольных профилей дает возможность определить наиболее опасные участки дна оврага и подсчитать их протяженность. Данные же о средневзвешенном уклоне дна оврага в це-

лом могут служить одним из важнейших признаков при разработке классификации оврагов.

Продольный профиль оврагов определяли в разных природных зонах Молдавии путем прокладки нивелирного хода по дну оврага и замера расстояния между точками — пикетами. Среднее значение профиля рассчитывали также путем деления превышения вершины над устьем на длину оврага.

Средний уклон дна для склоновых оврагов в целом, по нашим подсчетам, колеблется от 2—3 до 20—25°, а преобладающий уклон — от 5 до 15° (табл. 34). По сравнению со склоновыми оврагами продольный уклон донных в среднем бывает в 2—3 раза меньше.

34. Число склоновых оврагов разной длины при определенных средневзвешенных уклонах продольного профиля

Средневзвешенный уклон, град.	Длина оврагов, м						Всего	
	меньше 100	101—200	201—300	301—400	401—500	501—600		больше 600
Меньше 5	—	—	1	—	1	2	7	11
5—10	1	12	7	11	6	4	4	45
10—15	6	9	11	7	2	1	—	36
15—20	3	4	—	—	—	—	—	7
Больше 20	4	—	2	1	—	—	—	7
Итого	14	25	21	19	9	7	11	106

Детальный анализ продольного профиля отдельных отрезков оврага позволил установить следующее. С увеличением длины оврагов доля отрезков с уклоном дна свыше 10° (в процентах от общей длины) уменьшается, а доля отрезков до 5° увеличивается (табл. 35).

В абсолютных величинах протяженность активно разрушающейся части (l_p , м) с увеличением длины оврага (L_0) возрастает. Зависимость имеет вид логарифмической кривой. Для оврагов длиной до 500 м связь между ними можно выразить уравнением прямой вида:

$$l_p = 50 + 0,5L_0.$$

Полученная зависимость применима в основном для оврагов, прорезающих рыхлые породы и расположенных на склонах со средней крутизной свыше 4—5°. Ею можно пользоваться для определения длины активно размы-

35. Распределение продольного профиля оврагов по крутизне

Длина оврагов, м	Число оврагов	Средняя длина оврага, м	Длина отрезков оврага (%) с уклоном дна, град.					Фактическая длина отрезков с уклоном более 5°, м
			0-2	2-5	5-10	10-15	больше 15	
Меньше 100	16	63	—	5	7	58	30	60
101—200	26	151	2	15	32	38	13	124
201—300	22	248	1	23	24	28	24	188
301—400	20	340	3	29	28	25	15	231
401—500	8	449	5	37	37	13	8	261
501—600	7	557	15	38	34	11	2	262
601—1000*	7	788	20	41	33	4	2	307
Больше 1001*	3	2243	56	37	4	2	1	157

* Донные овраги.

ваемой части оврагов при проектировании донных запруд в степной зоне страны. Ошибка между фактическими и расчетными данными составляет: для оврагов длиной 100—500 м — $\pm 5-7,5\%$, длиной 500—600 м — 21 и лишь для оврагов короче 100 м — около 35%.

Удаленность вершин оврагов от водораздела позволяет выявить опасную зону, ниже которой возможны образование и рост оврагов, а также установить предел их роста в длину.

Так, анализ данных показывает, что на ключевом участке бассейна реки Лунгуца в Молдавии более трети вершин находится на расстоянии от водораздела более 300 м, а 55% всех оврагов — свыше 200 м (табл. 36). В бассейне реки Курица в Курской области получены несколько другие данные. Здесь 84% вершин оврагов удалено от водораздела на 200 м и более, а 67,1% — на расстояние свыше 300 м. Минимальное расстояние между вершиной и водоразделом в обоих бассейнах равнялось 20—40 м. Следовательно, при благоприятных условиях (наличие дорог, напашей и т. п.) вершины оврагов могут достигать почти линии водораздела.

Таким образом, если возникновение оврагов вероятнее всего при удалении от водораздела более чем на 300 м, то рост их может активно происходить при меньшей длине склонов.

36. Распределение склоновых оврагов по удаленности вершин от водораздела

Показатель	Единица измерения	Удаление вершин от водораздела, м								Всего
		меньше 100	101—200	201—300	301—400	401—500	501—600	601—700	больше 700	

Бассейн реки Лунгуца в Молдавии

Количество оврагов	число	139	165	130	97	55	30	24	33	673
	%	20,7	24,5	19,3	14,4	8,2	4,4	3,6	4,9	100

Бассейн реки Курница в Курской области

Количество оврагов	число	32	86	122	132	119	84	55	89	709
	%	4,4	12,0	17,0	18,3	16,6	11,7	7,7	12,3	100

Водосборная площадь является одним из важнейших показателей при разработке приемов закрепления оврагов. В наших исследованиях учитывалась как общая водосборная площадь, так и площадь в точке роста. Первый показатель в какой-то степени помогает выявить минимальную площадь, при которой могут возникать овраги, а второй дает возможность установить размер площади, при которой прекращается их рост.

Распределение склоновых оврагов по общей водосборной площади приведено в таблице 37, из которой следует, что на территории Молдавии преобладают овраги с водосбором менее 15 га. Минимальная площадь, при которой отмечены случаи возникновения оврагов, равна

37. Распределение склоновых оврагов по общей водосборной площади

Размер водосборной площади, га	Количество оврагов по бассейнам рек							
	в Молдавии						Курница в Курской области	
	Лунгуца (верховье)		Ларга		Кагул			
	число	%	число	%	число	%	число	%
Меньше 5	566	85,4	143	48,3	318	52,4	42	12,7
5,1—15	97	14,3	101	33,8	240	39,5	160	48,5
15,1—50	2	0,3	46	15,5	43	7,1	110	33,3
50,1—150	—	—	7	2,4	6	1,0	18	5,5
Итого	665	100	297	100	607	100	330	100

менее 1 га. Преобладающее число оврагов образуется при площади водосбора свыше 1,5—2 га. Доля оврагов с такой площадью водосбора составляет для бассейна реки Лунгуца 65%, а для бассейна реки Ларга 75,1%.

Г. И. Швебс (1974), проводивший исследования в Молдавии, определил, что минимальная площадь водосбора, при которой возникают овраги, равна 1,75 га. В бассейне реки Курица также преобладают овраги с площадью водосбора менее 15 га. Однако в этой зоне почти 39% склоновых оврагов имеют водосборную площадь от 15 до 130 га и лишь 12,2% — менее 5 га. Здесь овраги образуются обычно при площади водосбора 3—5 га. Следует отметить при этом, что минимальная площадь водосбора при прорезании оврагами песчаных и лёссовых пород нередко бывает 0,5—0,8 га, суглинистых — 1—1,5, глини и известняков — 1,5—3 га.

Распределение склоновых оврагов по площади водосбора в точке роста, подсчитанное для бассейна реки Лунгуца, дало следующие результаты: 51,4% оврагов имели площадь менее 1 га, 23,8% — от 1 до 2 га, 19,9% — от 2 до 5 га и 4,9% — более 5 га. В центрально-черноземных областях только треть оврагов имеет водосбор в точке роста менее 6 га, а 60% — от 6 до 30 га. Следовательно, в Центрально-Черноземной зоне опасность дальнейшего роста оврагов значительно больше, чем в Молдавии. Из анализа данных следует, что основная часть оврагов характеризуется небольшой площадью водосбора в точке роста и, казалось бы, они не должны активно расти. Однако наблюдения, проведенные за динамикой роста оврагов в различных условиях, убеждают в том, что и при малой площади водосбора рост их протекает весьма интенсивно.

Учитывая, что рост оврагов при площади водосбора менее 0,5—1 га и удаленности вершин от водораздела до 100 м является все-таки незначительным и редко превышает 1 м в год, для их закрепления не следует применять сложные и дорогостоящие сооружения. Однако доля оврагов с такой площадью невелика (всего 20—25%). Остальные 75—80% оврагов располагают потенциальной энергией для роста.

Анализ данных ряда показателей склоновых оврагов и их водосборов бассейна реки Лунгуца показывает, что распределение водосборов по длине, уклону и превышению склонов близко к нормальному, в то время как мно-

гие показатели оврагов характеризуются значительной положительной асимметрией. Так, если коэффициент асимметрии для показателя превышения склонов равен 0,5, а длины и уклона склонов соответственно 1,44 и 1,39, то для длины склоновых оврагов 1,82, площади 3,3, объема 5,07, площади между оврагами 4,25 и т. д. (табл. 38).

Существенные различия выявлены и по таким статистическим характеристикам, как коэффициенты вариации и эксцесса. Все это указывает на преобладание элемента случайности в образовании оврагов, на искусственность их происхождения. Высокие значения коэффициентов асимметрии и эксцесса указывают на участие многих факторов в этом явлении природы. Очень высокие значения коэффициентов вариации, превышающие по ряду показателей 100%, вызываются или значительным рассеиванием фактических данных, или объединением в вариационном ряду оврагов с различными признаками. Этот факт подтверждает необходимость разработки более детальной классификации склоновых оврагов. По донным оврагам приведенные показатели варьируют значительно меньше.

Расстояние между размывами. Данный показатель характеризует частоту размещения оврагов и промоин на склонах. Вместе со сведениями о крутизне склонов и почвах он указывает на возможность применения технических средств при освоении разрушенных земель, а при наличии материалов о параметрах размывов (глубине, длине, ширине и объеме) позволяет решить вопрос о целесообразности их выполаживания или полной засыпки, чтобы объединить мелкие контуры, увеличить длину гона, повысить производительность и качество обработки почвы и ускорить создание растительного покрова, способного предотвратить смыв и размыв почв на ранее неудобных землях.

Проведенный учет расстояния и площади между соседними промоинами и оврагами показывает, что на многих балочных системах степной и лесостепной зон страны современные (затухшие и действующие) размывы размещаются на очень близком расстоянии друг от друга. Например, в центрально-черноземных областях (бассейн реки Курица) из учтенных 307 склоновых и вершинных оврагов 52% находились один от другого на расстоянии до 50 м, 17% — 50—100 м и 31% — 100—300 м и более.

38. Основные характеристики некоторых показателей оврагов бассейна реки Лунгуца в Молдавии

Показатели оврагов и их водосборной площади	Склоновые овраги							Донные овраги						
	n	значение			σ	V_c	A_s	n	значение			σ	V_c	A_s
		мини-мальное	макси-мальное	\bar{x}					мини-мальное	макси-мальное	\bar{x}			
Длина, м	2 395	25	875	145	122	83,7	1,82	81	200	6350	653	475	72,7	1,75
Средний уклон продольного профиля	697	0,02	0,36	0,114	0,046	40,1	0,81	81	0,011	0,17	0,076	0,03	39,4	-0,24
Площадь оврагов, га	697	0,06	2,40	0,26	0,31	120,0	3,30	79	0,43	8,06	1,91	2,04	106	2,58
Площадь между оврагами, га	613	0,10	24,0	2,05	2,98	145,0	4,25	—	—	—	—	—	—	—
Удаление вершин от водораздела, м	673	25	1150	270	202	74,7	1,17	83	25	1225	3189	226	71,0	1,27
Площадь водосбора в точке роста, га	653	0,3	17,0	1,77	1,68	94,9	3,21	76	1,43	490	25,8	26,4	102	1,56
Длина склона, на котором имеются овраги, м	2 548	85	2700	592	403	68,1	1,44	83	500	7125	1188	634	53,6	1,74

Показатели оврагов и их водосборной площади	Склоновые овраги							Донные овраги						
	n	значение		\bar{x}	σ	V_c	A_s	n	значение		\bar{x}	σ	V_c	A_s
		мини- маль- ное	макси- маль- ное						мини- маль- ное	макси- маль- ное				
Средний уклон склона	671	0,03	0,25	0,09	0,035	37,8	1,39	83	0,017	0,150	0,067	0,023	34,3	-0,14
Превышение скло- нов, м	2293	5	110	43,1	20,5	47,5	0,50	83	30	135	71,2	20,4	28,6	0,09
Минимальное рас- стояние между оврагами, м	692	25	750	84,3	91	108	3,74							
Средневзвешен- ная глубина, м	69	1,3	13,6	4,5	2,2	48,6	0,44							
Средневзвешен- ная ширина, м	69	3	35	12,1	6,4	52,7	0,85							
Объем, м ³	64	600	54000	11485	13145	114,3	5,07							

Примечание. Для донных оврагов приведена общая площадь водосбора. Буквами обозначены следующие величины: n — число учетов; \bar{x} — среднее значение; σ — среднеквадратичное отклонение; V_c — коэффициент вариации; A_s — коэффициент асимметрии.

В Молдавии в бассейне реки Лунгуца через 50 м располагалось 64% обследованных оврагов, через 50—100 м—17% и через 100—300 м и больше — 19%.

Площадь межовражных пространств примерно в 50 случаях из 100 не превышает 1 га, а в 25 случаях составляет от 1 до 2 га. Значительно реже в степной и лесостепной зонах встречаются балки, склоны которых не повреждены промоинами и оврагами. Все это указывает на сложность освоения таких земель под травосеяние и лесонасаждения.

Проведенные исследования и анализ массовых материалов по характеристике оврагов и их водосборов убеждают в том, что применение количественного метода познания с одновременным использованием качественных признаков позволяет не только объективно описать различные формы овражного размыва, но и решить ряд вопросов научного и прикладного характера.

На основании анализа массовых данных о длине, водосборной площади и глубине оврагов сделан вывод о целесообразности коренной мелиорации почти 40% склоновых оврагов и последующего использования этих земель для залужения или облесения.

Весьма важное значение имеют количественные показатели для выявления зависимостей между различными показателями оврагов и элементов водосбора. Установление таких зависимостей позволяет по одним показателям рассчитывать другие, что способствует сокращению времени и средств на изыскательские работы при обследовании оврагов. И, наконец, количественные показатели в сочетании с качественными признаками можно использовать для разработки научно обоснованной и более детальной классификации овражных форм размыва, а определение по количественным данным средних значений позволяет объективно выбирать так называемые типичные овраги, что имеет важное познавательное значение при проведении исследовательских работ.

Глава 4

ВРЕД, ПРИЧИНЯЕМЫЙ ОВРАГАМИ

К настоящему времени как в нашей стране, так и за рубежом накоплено большое количество фактического материала, характеризующего отрицательные последствия эрозионных процессов на физико-химические и гидрологические свойства почв. Имеется особенно много данных о влиянии смыва почв на снижение почвенного плодородия и урожайности сельскохозяйственных культур, на ухудшение водопроницаемости и влажности почвы, на сокращение посевных площадей, на заиление и загрязнение водных источников, на ухудшение экономических показателей хозяйств.

Все перечисленные отрицательные последствия, вызываемые поверхностным смывом почвы, присущи и овражному размыву. Однако, как справедливо отмечают многие исследователи, процесс размыва характеризуется своими особенностями, которые приводят к еще худшим последствиям, чем смыв почвы.

По В. Мосальскому (1897), овраг, являясь порождением местных физико-географических и хозяйственных условий, в свою очередь, оказывает большое влияние на рельеф, почву, водоносность, распределение влаги, освещение и нагревание почвы, растительность, в конечном итоге вызывает немаловажные перемены в условиях жизни человека.

К числу особенностей, присущих овражному размыву, относятся следующие: расчленение поверхности на более мелкие участки и усложнение их конфигурации; перераспределение снега (сдувание его с прилегающих полей и накопление в оврагах); вскрытие горизонтов с грунтовыми водами и образование оползней; снижение плодородия почв в днищах балок и поймах рек за счет отложения бесплодной породы (образование конусов выноса); увеличение поверхности земли и усложнение рельефа местности; разрушение дорог, хозяйственных и промышленных объектов; усиление смыва почвы на приовражных землях; увеличение площади песков, сокращение площади ценных угодий.

ВЛИЯНИЕ ОВРАГОВ НА ИЗМЕНЕНИЕ РЕЛЬЕФА МЕСТНОСТИ

С. С. Соболев (1948) считал, что: «Рельеф местности является вершителем судеб эрозионных процессов и сам в то же время изменяется под влиянием этих процессов». Как правило, с усилением размыва на склонах образуются отвесные стенки, пики, конусы, пирамиды, острова, мысы, гофрированные и складочные поверхности и т. п. Местность становится сильно расчлененной и порой приобретает вид миниатюрной горной страны (рис. 20). В. В. Докучаев отмечал, что «из одной десятины местности можно получить две десятины овражной земли».

А. С. Козменко (1954), проводивший исследования в бассейнах рек Зуша (Мценский район Орловской области) и Красивая Меча (Тульская область), пришел к выводу, что овраги на 4,3% увеличили протяженность древней гидрографической сети.

Если учесть, что речная и балочно-лощинная сеть формировалась в течение многих тысячелетий, а возраст абсолютного большинства оврагов не превышает 100 лет, то увеличение протяженности гидрографической сети за сто лет на 4,3% следует признать очень большой величиной.

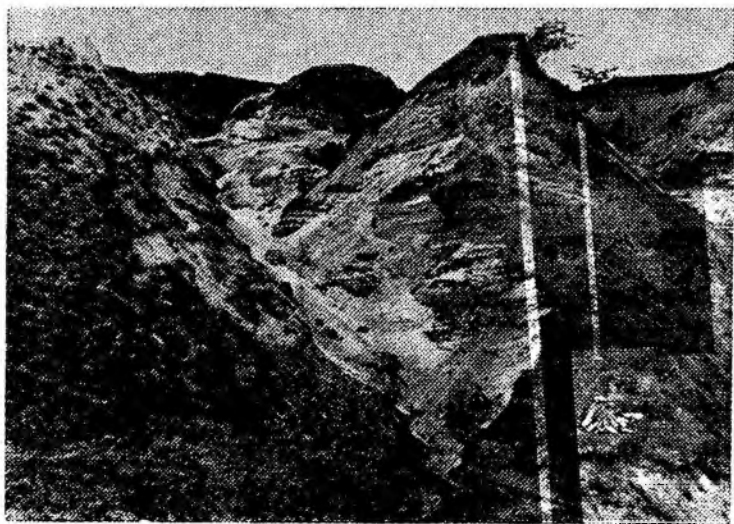


Рис. 20. На месте пологих склонов овраги образовали миниатюрные горы.

Под влиянием оврагов происходит изменение и других элементов рельефа: местного базиса эрозии, длины и крутизны склонов и пр.

Влияние оврагов на изменение рельефа местности мы изучали путем съемки оврага в полевых условиях с одновременным замером через 50—100 м его ширины и глубины, длины в метрах и уклона откосов в градусах с последующим расчетом средневзвешенных значений ширины (B_{cp}), глубины (H_{cp}), крутизны (i_{cp}) и длины откосов (l_{cp}), а также ширины дна и горизонтального проложения.

По этим данным определяли площадь оврагов (S_o), м²:

$$S_o = L_o B_{cp}$$

и площадь испаряющей поверхности (S_{II}), м²:

$$S_{II} = L_o l_{cp}$$

Полученные таким образом значения S_o и S_{II} позволили с большой точностью выявить влияние оврагов на увеличение поверхности (ΔS), %:

$$\Delta S = \frac{S_{II} - S_o}{S_o} 100.$$

Аналогичным образом определяли изменения местного базиса эрозии, длины и крутизны склонов.

39. Влияние оврагов на увеличение испаряющей поверхности (село Гура Галбенэ Чимишлийского района Молдавии. Порода: суглинки и пески)

№ оврага	Средневзвешенные данные элементов оврага					Длина оврага, м	Площадь оврага, га		Увеличение площади	
	ширина, м	длина двух откосов, м	ширина дна, м	уклон откосов, град.	глубина, м		по бровкам	фактическая (испаряющая поверхность)	га	%
1-й	11,6	13,1	2,0	38	4,23	201	0,23	0,30	0,07	30,4
2-й	19,3	19,0	4,4	33	3,66	103	0,20	0,24	0,04	20,0
3-й	18,5	23,1	0,3	44	7,36	576	1,06	1,35	0,29	27,3
4-й	22,4	26,3	6,2	39	9,00	454	1,02	1,47	0,45	44,1
5-й	16,7	20,2	0,7	33	4,90	363	0,60	0,76	0,16	26,5
6-й	13,4	17,2	1,6	34	5,36	230	0,31	0,43	0,12	38,7
7-й	10,3	10,7	3,0	39	4,13	205	0,21	0,28	0,07	33,3
8-й	7,5	9,3	2,5	45	3,70	177	0,13	0,20	0,07	53,8

40. Влияние литологии пород на увеличение оврагами испаряющей поверхности

Пункты учета в Молдавии	Породы, порезаемые оврагами	Число учтенных оврагов	Длина оврагов, м	Средневзвешенная ширина оврагов, м	Средневзвешенная глубина оврагов, м	Среднее увеличение площади, %
Село Питушки Каларашского района	Супески и пески	4	96—438	10,0—28,2	5,80—8,50	29,4
Село Гура Галбенз Чимишлийского района	Суглинки и пески	8	103—576	7,5—22,4	3,66—9,00	34,2
Село Гояны Рыбницкого района	Известняки	6	236—448	7,2—12,3	2,53—5,75	38,2

В таблицах 39 и 40 приведены итоговые результаты, из которых следует, что овраги на 20—50% и более увеличивают испаряющую поверхность. Анализ средних значений показывает, что при размещении оврагов в песчаных породах возрастание испаряющей поверхности было минимальное (29,4%), а в известняках — максимальное (38,2%). Овраги, развивающиеся в слоистых породах (сверху слой суглинков до 3—4 м, а затем пески), занимают промежуточное положение.

41. Изменение некоторых элементов склонов под влиянием донного оврага в балке «Коцофана» села Гура Галбенз Чимишлийского района Молдавии

№ поперечника оврага	Параметры склона от водораздела до бровки донного оврага			Параметры донного оврага в створе			Увеличение параметров склона			
	длина, м	превышение, м	средний уклон, град.	длина откоса, м	глубина, м	средний уклон откоса, град.	длина, %	превышение, %	средний уклон	
									град	%
1-й	576	95	9,0	17	13	47,2	3,0	13,7	0,2	4,0
2-й	734	73	6,0	18	13	45,4	2,4	17,8	0,5	8,2
3-й	504	88	10,2	17	14	43,3	2,8	16,0	0,8	8,3
4-й	382	47	6,9	12	9	39,0	2,4	19,2	1,1	15,4
5-й	406	40	6,0	10	7	35,0	2,5	17,5	0,4	7,7
6-й	442	40	5,1	10	7	35,0	2,3	17,5	0,8	15,3
7-й	592	74	7,2	11	8	31,4	1,9	10,8	0,6	8,3
8-й	578	71	7,0	14	11	42,0	2,4	15,5	0,9	12,8

Из других элементов рельефа значительно больше всего изменяется местный базис эрозии, который увеличивается на 10—20% и более (табл. 41). Рост базиса эрозии склонов балок и лощин больше всего зависит от глубины донного оврага, уклона и длины склонов. Чем больше глубина оврага и чем короче склоны балок или лощин, тем сильнее изменяется местный базис.

Средневзвешенный уклон склонов под влиянием оврагообразования увеличивается на 0,2—1° (4—15%) по сравнению с уклоном до образования оврага. Меньше всего оврагообразование сказывается на длине склонов, которая возрастает лишь на 1—3%.

ВЛИЯНИЕ ОВРАГОВ НА ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ МЕСТНОСТИ

Овраги оказывают двойное действие на изменение гидрологических условий местности. С одной стороны, они снижают влагообеспеченность земель, прилегающих к оврагам, за счет сдувания снега с полей, понижения уровня грунтовых вод и влажности почвенного покрова. С другой стороны, из оврагов выносятся громадные количества песка, глины и камня, которые, откладываясь в виде конусов выноса в поймах и руслах рек, нередко вызывают подпор воды, заиление водоемов, расширение песчаных площадей, что в одних случаях приводит к заболачиванию, а в других, наоборот, к обезвоживанию площадей, расположенных ниже оврагов.

Так, по данным И. С. Гришина (1966), в бассейне Дона овраги и балки, занимая 5,5% площади, аккумулируют в среднем 16% твердых зимних осадков. В отдельные годы эта величина изменяется от 11 до 21%. В среднем за 7 лет, по данным 100 метеостанций центрально-черноземных областей, максимальный запас снега в оврагах и балках был в 2,8 раза выше, чем на поле (табл. 42).

И. А. Кузник (1962) для условий Поволжья считает, что в балках и оврагах аккумулируется от 7 до 15% влаги от суммы зимних осадков. Однако он описывает случай, когда весь снег с водосбора был снесен в овраг. В этом случае 100% зимних осадков аккумулировалось в овраге.

В. Н. Паршин и М. С. Салов (Львович, 1963) рассчитали, что в целом по СССР за счет сдувания снега с по-

42. Максимальные запасы снега на поле и в оврагах (Гришин, 1966)

Годы учета	Максимальный запас снега, см		Число гидрометеостанций
	на поле	в балках и оврагах	
1951/52	56,7	208,5	41
1952/53	68,3	190,6	75
1953/54	49,4	116,6	87
1954/55	35,8	68,6	62
1955/56	77,2	239,7	82
1956/57	63,2	140,5	74
1957/58	55,9	186,7	57
Среднее за 7 лет	57,9	164,2	

лей в овраги и балки теряется 16 км³ воды при общей потере за счет поверхностного стока 58 км³.

О влиянии смыва и размыва почв на обмеление и подпор рек, заиление прудов и водоемов, заболачивание пойменных земель данных накоплено мало.

По наблюдениям М. И. Бурдаева, вблизи города Богучара у села Терешково выносы из оврагов за 20 лет (с 1935 по 1955 г.) привели к обмелению реки Дон на 48 см (с 1,44 до 0,96 м) и на 85 м уменьшили ширину реки (со 181 до 96 м).

Выносы из оврагов вызывали хотя и кратковременное, но полное перепруживание таких крупных рек, как Днепр и Десна.

Влияние оврагов на перераспределение осадков, поверхностный и грунтовой сток, влажность почвы и уровень грунтовых вод мы изучали на трех объектах балочного водосбора «Коцофана», расположенного восточнее села Гура Галбенэ Чимишлийского района Молдавии (табл. 43).

Данные о мощности снежного покрова и о количестве стока талых вод за период наблюдений сведены в таблицы 44 и 45.

Из приведенных данных видно, что к моменту начала снеготаяния основная масса снега размещается в оврагах. На площади водосбора, занятого пашней и выгоном, снег практически в течение всех лет отсутствовал или залегал пятнами в микропонижениях. Средняя мощность его не превышала 3—5 см. Лишь на отдельных ложбинах и крутых заветренных склонах водосборов № 2 и № 3

43. Основные показатели, характеризующие овражные водосборы около села Гура Галбенэ Чимишлийского района

Показатели	Единица измерения	Донный овраг № 2	Донный овраг № 3	Склоновый овраг № 1
Водосборная площадь в замыкающем створе	га	120	50	7
Длина гальвега	м	1620	890	720
Разность высот	м	160	63	73
Уклон продольный	град.	4,1	3,8	6,0
Распределение площади по угодыям:				
пашня		31	—	52
выгон		45	44	31
лесонасаждения		11	6	3
виноградник		—	42	—
овраги и оползни		13	8	14

Примечание. Механический состав почв — тяжелый суглинок, подстилающие породы — пески с прослойками глины.

44. Мощность снежного покрова в оврагах и на водосборе, расположенных около села Гура Галбенэ, перед началом таяния, см

№ овражного водосбора	Элементы оврага	1967 г.		1968 г.		1969 г.	
		максимальная	средняя	максимальная	средняя	максимальная	средняя
1-й (склоновый)	Овраг Водосбор	120	27	150	25	140	31
		Пятна слоем 2—3 см		46	3	Пятна в лесополо- се до 20 см	
2-й (донный)	Овраг Водосбор	340	34	420	37	250	28
		30	3	96	4	20	4
3-й (донный)	Овраг Водосбор	220	30	120	13	180	28
		9	2	12	2	14	3

Примечание. В 1970 г. снег на водосборе отсутствовал, а в оврагах залегал небольшими пятнами.

мощность его достигала 80—100 см. В 1969 г. почти на всей водосборной площади на поверхности образовалась ледяная корка слоем 1—2 см, покрытая слоем снега такой же толщины. На участках водосборов № 2 и № 3, занятых массивным лесонасаждением, мощность снега во все годы достигала 10—15 см, а в лесополосе — до 40 см,

45. Весенний сток воды с овражных водосборов, расположенных около села Гура Галбенэ

№ оврага	Показатели	Единица измерения	1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.
1-й	Общий сток	м ³	955	486	3984	42
	Сток с 1 га водосборной площади	м ³	136	70	589	6
	Продолжительность стока	дни	14	23	11	3
2-й	Общий сток	м ³	43 717	19 925	59 208	879
	Сток с 1 га водосборной площади	м ³	364	166	494	7
	Продолжительность стока	дни	17	28	11	15
3-й	Общий сток	м ³	4 752	776	17 240	144
	Сток с 1 га водосборной площади	м ³	95	16	435	3
	Продолжительность стока	дни	17	28	11	5

то есть была выше, чем на водосборе без многолетних насаждений. На части водосбора № 3, занятого виноградником с расположением рядов поперек склона, снег мощностью до 12 см в основном залегал в междурядьях.

Проведенные подсчеты показывают, что объем снега к моменту начала стока распределялся следующим образом. На водосборе склонового оврага в 1967 г. его было около 40%, а непосредственно в овраге — 60% от общего запаса снега, в 1968 и 1969 гг. — соответственно 43 и 57%, 36 и 64%.

На водосборах с донными оврагами, где часть площадей занята массивами многолетних насаждений, это соотношение было несколько иным. Здесь в оврагах аккумуляровалось от 30 до 38% общего объема снега.

С каждого гектара водосборной площади в 1967 г. за счет сдувания снега было потеряно воды: в овраге № 1 — 13,6 мм, № 2 — 36,4 мм и № 3 — 9,5 мм. В этом и заключается одно из отрицательных действий оврагов, влияющих на иссушение прилегающих земель.

В среднем за 4 года наблюдений сток с 1 га водосборной площади в овраге № 1 составил 200 м³ с колебаниями от 6 до 589 м³, в оврагах № 2 и № 3 — соответственно 256 и 148 м³.

Проведенный учет грунтового стока в ряде оврагов, расположенных в различных зонах, показал, что величина его во все сезоны года бывает незначительной. Расходы редко превышают 0,1—0,2 л/с, и лишь в крупных дон-

ных оврагах они достигают 0,4—0,6 л/с. Однако, если учесть, что грунтовой сток нередко происходит в течение всего года, общий объем его может составлять значительную величину. Так, в овраге № 2 среднегодовой расход грунтового стока составляет 0,43 л/с, а объем стока — 15 400 м³ в год. Водосборная площадь этого оврага в замыкающем створе равна 120 га. Следовательно, за год с каждого гектара водосборной площади теряется около 130 м³ воды.

До настоящего времени считают (Козменко, 1963), что склоновые овраги не влияют на грунтовые воды, если овраг не прорезает водоносных слоев. Однако наблюдения, проведенные нами (А. С. Рожков и М. Д. Волощук), показывают, что с приближением к оврагу уровень грунтовых вод понижается (табл. 46).

46. Глубина залегания грунтовых вод при различном удалении от оврагов, м

Время наблюдения	Расстояние от бровки оврага, м		
	5	15	65
Весна 1967 г.	6,0	4,6	3,0
» 1968 г.	6,0	4,5	3,5

Роль оврагов в перераспределении жидких осадков, в уменьшении влажности почв и уровня грунтовых вод на межовражье также отрицательна. Так, при длине оврага 200 м и его периметре 500 м иссушается около 1000—1500 м² прибрежной полосы.

ВЛИЯНИЕ ОВРАГОВ НА СОКРАЩЕНИЕ УДОБНЫХ ЗЕМЕЛЬ, РАЗМЕР И КОНФИГУРАЦИЮ ПОЛЕЙ

При развитии современных форм линейного размыва часть площади исключается из интенсивного использования.

Для подсчета разрушенных оврагами земель в литературе пользуются различными показателями. Одни авторы в эту категорию включают площадь оврагов и балок, другие — только площадь непосредственно оврагов, третьи наряду с учетом площади оврагов предлагают учитывать площадь земель, которые нельзя использовать

из-за оврагообразования, четвертые определяют площадь земель, в различной степени пораженных оврагами.

Отсутствие четкости в терминологии и методах учета нередко ведет к появлению в печати противоречивых данных о площади оврагов.

Всем, кто занимался проблемой оврагов, известно, что растущие овраги, с одной стороны, полностью разрушают часть поверхности, а с другой, делают часть земли неудобной для обработки и интенсивного использования. Эти две группы земель существенно различаются между собой. Первая группа, включающая непосредственно площадь оврагов, полностью лишена почвенного слоя, имеет очень сложный рельеф (отвесные или очень крутые откосы, разные экспозиции и т. п.), различный состав пород, значительную пестроту микроклимата и т. д.

Вторая группа земель включает все площади, на которые овраг оказывает значительное отрицательное влияние. Эти земли, как правило, имеют почвенный покров, более или менее одинаковые рельефные, гидрологические и микроклиматические условия. На них успешно могут произрастать многие виды культурной и особенно естественной растительности. В этом отношении они похожи на так называемые хорошие земли. Основное отличие их заключается в том, что они нередко имеют небольшие по размерам площади и весьма сложную конфигурацию. Все это затрудняет или не позволяет применять для обработки указанных земель современную технику, а наличие по границам таких участков оврагов с обрывистыми или отвесными откосами создает дополнительную опасность для использования машин и орудий. Площадь этих земель вместе с площадью оврагов составит в таком случае овражные площади.

Э. Э. Керн (1931) впервые сделал попытку количественного определения площади поврежденной оврагами земли, которую он назвал специальным термином «приовражье». Под приовражьем он понимал землю, на которую «...овраг оказывает свое непосредственное влияние и которая постепенно становится его достоянием — иссушается, обваливается, рушится».

По заключению Э. Э. Керна, на 1 га площади оврага приходится 2 га приовражья, включающего узкую полосу (шириной до 20 м), прилегающую к его бровке.

Недостатком рассмотренной методики является неполный учет площадей, на которые воздействует овраг. В та-

ком виде данную методику можно применять только для учета овражной площади донных оврагов или отдельно расположенных склоновых оврагов, не имеющих отвершков. Как было показано ранее, в большинстве же случаев склоновые овраги размещаются группами на небольшом расстоянии один от другого, а донные овраги часто представляют собой овражную систему, то есть имеют массу отвершков (склоновых оврагов). При этом одни овраги соединились с донным (талвегом балки, поймой или руслом реки), а другие нет, образуя, так называемые висячие овраги. Вершины их также находятся на различном удалении от водораздела. Располагаются такие овраги не параллельно один другому, а часто под углом. Во всех этих случаях образуются небольшие по площади участки очень сложной формы (уступы, клинья и т. п.).

Таким образом, в площади, поврежденные оврагами, следует включать: узкую полосу земли (шириной до 10—20 м), вытянутую по периметру оврага; участки земли, расположенные между соседними оврагами, когда их ширина менее 100 м; участки-клинья выше вершин и ниже устьев соседних оврагов, образовавшихся за счет их хаотичного размещения на местности; оползневые площади, причиной формирования которых являются овраги; площади конусов выноса.

Проведенные автором подсчеты на ряде объектов показывают, что на 1 га площади оврагов приходится от 3 до 5 га площадей, поврежденных оврагами.

Овраги не только полностью исключают часть земель из сельскохозяйственного использования, они уменьшают площадь полей и значительно усложняют их конфигурацию и тем самым резко влияют на снижение производительности машин, на качество обработки почвы и в конечном итоге на продуктивность выращиваемых культур.

Помимо ущерба, причиняемого сельскохозяйственному производству, овраги отрицательно влияют и на другие отрасли народного хозяйства. Они разрушают дороги и гидросооружения, жилые здания и производственные объекты. Поэтому борьба с оврагообразованием должна проводиться систематически и начинать ее надо на водосборной площади.

Глава 5

МЕРОПРИЯТИЯ, ПРЕДУПРЕЖДАЮЩИЕ ОБРАГООБРАЗОВАНИЕ

Лучший способ борьбы с оврагами — не допускать их образования, что возможно при систематическом применении необходимых противоэрозионных мероприятий и постоянной заботе о сохранности земли как главном средстве сельскохозяйственного производства. Рост существующих оврагов можно остановить, а разрушенные ими земли вернуть в интенсивное производство, но это связано с дополнительными и порой значительными затратами труда и средств.

Образование и рост оврагов вызываются концентрированными потоками воды, поступающей с водосборной площади. Детальное изучение особенностей размещения современных форм размыва на местности показывает, что наиболее часто они образуются или в нижней, самой крутой части склонов балок, лощин и речных долин, или на откосах донных оврагов, в местах, куда стекающая вода поступает концентрированными потоками. Вода может сосредотачиваться в потоки как в естественных понижениях (ложбинах, потяжинах и т. д.), так и при искусственном формировании различных преград, образующихся на пути движения склонового стока. Это общая закономерность, которая наблюдается во всех земледельческих зонах страны.

Большинство промоин и береговых оврагов, а также часть склоновых и концевых размывов в современный период возникают под действием воды, накапливающейся за искусственными рубежами (дорогами, межами, напашью, канавами) и стекающей вдоль этих рубежей в понижения местности. В этих местах, как правило, наблюдается прорыв искусственной преграды и зарождение размыва.

Возникновение одного оврага и врезание его в пашню нередко способствуют появлению новых размывов. Происходит это обычно следующим образом. При продвижении оврага на обрабатываемое поле вверх по склону его вершина располагается на более высоких отметках склона, чем соседние участки. В процессе, например,

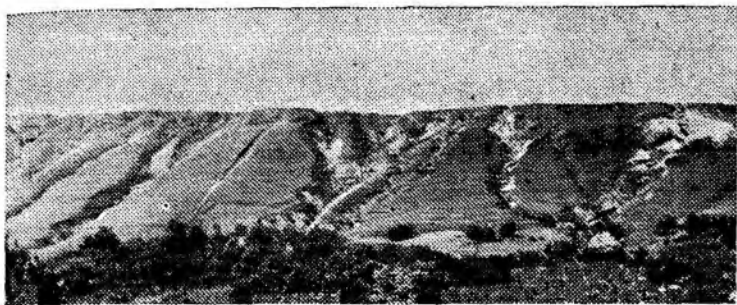


Рис. 21. Земли балки выведены из сельскохозяйственного использования, так как сильно разрушены оврагами и промоинами.

вспашки почвы пахотный агрегат, передвигаясь вокруг оврага, у его вершины перемещается поперек склона, а на боковых отрезках вдоль склона (вдоль бровки оврага). При вспашке на границе поля, как правило, формируется напашь, или разъемная борозда, или то и другое одновременно. Образование такой преграды у вершины и вдоль оврага, с одной стороны, препятствует поступлению воды, стекающей с водосбора, в овраг, а с другой, способствует ее отводу вдоль склона. В результате этого рост в длину ранее возникшего оврага нередко прекращается, но на небольшом расстоянии от него справа и слева через некоторое время образуются новые размывы. В итоге склон на значительном протяжении вдоль балки бывает расчленен большим числом промоин и неглубоких оврагов, расположенных один от другого на расстоянии 20—40 м и чаще (рис. 21, см. также цв. рис. 3).

Большинство таких образований является затухшими, то есть заросшими травянистой растительностью, или медленно растущими, и лишь отдельные овраги продолжают активно врезаться в пашню. Такое их состояние приводит некоторых исследователей к выводу о затухании процесса оврагообразования. В действительности возникновение новых оврагов происходит весьма интенсивно, но большинство из них не достигает крупных размеров.

Следовательно, предупредить оврагообразование, прекратить или уменьшить рост существующих оврагов можно такими мероприятиями, которые сокращают величину стока воды с водосборной площади, исключают формирование крупных потоков или безопасно отводят кон-

центрированные потоки на специально выбранные участки склона.

Применение комплекса организационных, агротехнических, луголесомелиоративных и гидротехнических мероприятий на водосборной площади в состоянии радикально повлиять на сокращение интенсивности эрозионных процессов.

ПРОТИВОЭРОЗИОННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕРРИТОРИИ

Цель противоэрозионной организации территории не только почвозащитные функции, но и создание условий, сочетающих рациональное использование земли, высокую культуру земледелия, эффективное использование техники и получение максимума продукции при минимальных затратах труда и средств.

Для водосборов или отдельных хозяйств с высоким процентом склоновых земель, различной степенью расчлененности площади гидрографической сетью, интенсивным проявлением эрозионных процессов очень сложно рассчитать точные стандарты для разработки проектов внутрихозяйственного землеустройства с противоэрозионной организацией территории, а можно дать лишь общие принципы и придержки. Основные из них следующие.

1. Уточнение специализации хозяйств, состава и размещения сельскохозяйственных угодий. В хозяйствах, земли которых сильно поражены оврагами, целесообразно вводить такую специализацию, при которой можно полностью исключить или резко сократить выпас животных, а вместо пастбищ создать высокопродуктивные сенокосы.

2. Обоснование структуры посевных площадей. В хозяйствах с высоким процентом эродированных почв и интенсивным проявлением смыва и размыва целесообразно сократить долю пропашных культур и увеличить площади под культурами сплошного сева, а в хозяйствах, где почвы слабо поражены эрозией, наоборот, площадь под пропашными культурами можно расширить. В этой связи должны быть разработаны соответствующие типы севооборотов, их число, необходимый размер полей и рабочих участков. В большинстве земледельческих зон страны полевые севообороты размещают на плато и склонах крутизной до 3—5°, на неэродированных и слабоэродированных почвах, а почвозащитные — на средне- и силь-

ноэродированных участках склонов крутизной более 3—5°.

3. Выделение участков пашни с сильноосмытыми почвами для залужения, а естественных кормовых угодий для коренного и поверхностного улучшения или облесения. Исходя из степени пораженности склонов балок эрозийными процессами, особенно их расчлененности промоинами и оврагами, выделяют четыре группы балок и лощин по их хозяйственному использованию.

К первой группе относят площади, полностью используемые под сенокос. Сюда включают всю площадь лощин и балок с хорошим травостоем, не поврежденные или слабо поврежденные промоинами и оврагами (расстояние между ними превышает 300 м). Сильноосмытые почвы здесь отсутствуют или встречаются небольшими пятнами. В эту группу можно включать и такие балки и лощины, у которых на отдельных участках расстояние между промоинами и оврагами составляет от 100 до 300 м, но предусматривается их засыпка или выполаживание.

Вторую группу составляют участки, полностью выделяемые под облесение. В эту группу отводят всю площадь балки, склоны которой на всем протяжении равномерно поражены оврагами и промоинами при расстоянии между ними менее 100 м.

Сплошное облесение целесообразно проводить также на всей площади балок, склоны которых слабо поражены оврагами или они полностью отсутствуют, но по хозяйственным условиям их нецелесообразно использовать под другие угодья. Например, балка имеет небольшую площадь и удалена на несколько километров от населенных пунктов или животноводческих центров.

В третью группу включают площади, полностью используемые для регулируемого выпаса животных. Сюда относят сложные по рельефу объекты, имеющие хороший травостой, когда большая часть склонов не поражена оврагами, а на части площади они имеются, но прекратили рост или относятся к слаборастущим.

Четвертую группу составляют участки, площадь которых используют для различных угодий. В группу включают объекты, неравномерно пораженные действующими или затухшими промоинами и оврагами. Например, верховье балки сильно повреждено овражной эрозией. Эту часть отводят для облесения. Средняя часть балки не

разрушена. Ее используют как сенокос. Устьевая часть частично повреждена оврагами, но они являются слабо-растущими или полностью прекратили рост. Площадь можно использовать в качестве регулируемого пастбища. В зависимости от конкретных особенностей этих земель можно и по-разному сочетать их использование.

Однако при комбинированном использовании площади балки под лесонасаждения и пастбище необходимо по их границам устраивать ограждение и не допускать выпас животных на облесенных участках, так как это неминуемо приведет к уничтожению лесных культур и усилению эрозионных процессов. Поэтому существующие рекомендации, в которых выделение балочных склонов под те или иные угодья основывается только на природных показателях (крутизне склонов, степени смытости и размывности почв) и не учитываются хозяйственные особенности (дополнительные затраты на устройство и эксплуатацию ограждений, удаленность балок от животноводческих центров и связанное с этим отчуждение площадей ценных земель под скотопрогоны, дробление площади балки на мелкие участки с чередованием их использования под облесение и пастбище и т. д.), оказываются нежизненными. Также не получают признания и такие рекомендации, в которых предлагается засадить лесом только площадь оврагов, а межовражное пространство использовать для выпаса животных.

В специализированных хозяйствах плодородического и виноградарского направления большинство площадей гидрографической сети целесообразно отводить под эти насаждения.

В районах с интенсивным проявлением эрозионных процессов правильная организация территории является начальной стадией работ по борьбе с эрозией и основой для осуществления комплекса почвозащитных мероприятий. При разработке проектов внутрихозяйственного землеустройства особое внимание с точки зрения предупреждения нового оврагообразования необходимо уделять проектированию и размещению линейных рубежей на склонах по границам угодий: пашня — пастбище и пашня — многолетние насаждения. Эти границы, как правило, отделяют пологие склоны пашни от крутых, занятых другими угодьями. Вдоль них в процессе обработки почвы обычно формируются напаша и борозды, которые сосредоточивают стекающую с пашни воду. В связи с тем

что эти границы размещаются не по горизонталям местности, а под некоторым углом к ним, а сами склоны в нижних частях бывают расчленены неглубокими ложбинами и потяжинами, накопившаяся вода стекает вдоль борозд или напашей и в случайных местах сконцентрировавшимися потоками поступает на крутые участки склонов, производя их размыв.

Полностью задержать сток талых или ливневых вод обеспеченностью, например, 5 или 10% на этом рубеже при современных достижениях науки и техники во многих природных зонах не представляется возможным. Часть воды необходимо безопасно сбрасывать, но сброс ее должен производиться не стихийно, а направленно (на специально выбранные и подготовленные участки склонов). Только управляемый сброс излишков стока талых или ливневых вод с сельскохозяйственных угодий позволит полностью предупредить процесс образования новых и значительно сократить рост большинства существующих оврагов склонового типа. Поэтому основной задачей при проектировании линейных рубежей является не только правильное размещение на местности границ угодий, полей, лесных полос и особенно дорог, но и выбор мест для безопасного сброса концентрированных потоков воды с последующим расчетом их параметров.

ВЛИЯНИЕ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ОБРАГООБРАЗОВАНИЕ

Основным назначением противоэрозионных агротехнических мероприятий является задержание части воды на водосборной площади, равномерное увлажнение почвы, сокращение смыва и как следствие повышение продуктивности выращиваемых культур. Наукой и практикой предложено много приемов в основном для защиты от эрозии почв с зяблевой пахотой. Степень изученности большинства приемов, рекомендованных производству, различна. Наиболее полно исследовано влияние направления вспашки почвы и глубины обработки ее на сток воды, смыв, водопоглощение и урожайность возделываемых культур.

По другим приемам (лункованию, прерывистому боронованию, щелеванию, кротованию, мульчированию, плоскорезной и безотвальной обработке, различным видам вспашек — гребнистой, ступенчатой, комбинирован-

ной, микрокулисной и т. д.) данных накоплено значительно меньше, а экспериментальных материалов о влиянии агротехнических противоэрозионных приемов непосредственно на образование оврагов и интенсивность их роста в литературе не встречается. Однако по некоторым приемам имеются сведения о продолжительном наблюдении за их влиянием на сток воды. Следовательно, зная роль того или иного приема в задержании жидкого стока и почвенно-геоморфологические условия проведения исследований, можно с некоторым приближением ответить на вопрос: какое влияние окажет противоэрозионный прием на рост оврагов?

Гидрологический эффект любого почвозащитного мероприятия зависит главным образом от того, насколько он повышает интенсивность и продолжительность инфильтрации воды в почву в момент выпадения ливневых дождей или в период снеготаяния. Из этого следует, что при прочих равных условиях сток воды будет меньше при применении таких способов обработки, которые создают хорошую шероховатость поверхности почвы и высокую порозность, и наоборот, уплотнение и выравнивание поверхности, уничтожение растительных остатков неизбежно приведут к увеличению стока и повышению опасности оврагообразования, хотя смыв почвы при этом не обязательно должен возрастать. В ряде случаев он может и уменьшаться. Рассмотрим более подробно гидрологический эффект некоторых агротехнических противоэрозионных приемов.

В таблице 47 приведены экспериментальные материалы различных авторов, характеризующие **влияние направления вспашки на сток талых вод**. В связи с тем что вероятность оврагообразования в значительной степени зависит от объема стекающей воды, для анализа отбирали случаи, когда сток воды на контроле (вспашка вдоль склона) превышал 10 мм. Из приведенных в таблице 47 данных следует, что средневзвешенное сокращение стока за 53 учетных года при вспашке поперек склона составило по всем пунктам 8,5 мм.

В некоторых опытах в отдельные годы отмечено очень высокое сокращение стока воды на склонах, вспаханных поперек. Например, в опытах Института географии АН СССР в Ершовском районе Саратовской области на темно-каштановых почвах максимальное снижение стока составило 29,9 мм, а в Курском районе Курской

области на черноземах опытной станции — 21 мм. Близкие значения зафиксированы в опытах Новосильской агролесомелиоративной станции, расположенной в Орловской области на серых лесных суглинистых почвах.

Наряду с высокой эффективностью в ряде природных зон отмечены случаи, когда сток воды на участках, вспаханных поперек склона, был таким же или несколько большим, чем при вспашке вдоль склона. Однако число таких случаев невелико. Причины этого могут быть самые различные, порой трудно учитываемые. В одних случаях увеличение стока при пахоте поперек склона, вероятно, вызывается различиями в запасах воды в снеге, в других — нестрогим соблюдением принципа единственного различия сравниваемых вариантов, в третьих — особенностями погодных условий.

Последний случай особенно характерен для опытов с ранней зябью, проводимых на бесструктурных или слабо оструктуренных почвах в годы с большим количеством осенних осадков. В таких условиях неровности на поверхности почвы сглаживаются, гребни разрушаются, борозды заплывают. Зябь получается выровненной и лишается своего главного положительного качества — водозадерживающего микрорельефа. Если при таком сочетании на вспаханном поперек склона участке запас воды в снеге перед снеготаянием будет больше, чем на участке с продольной пахотой, то это может привести к увеличению стока воды.

Значительное влияние на эффективность пахоты поперек склона оказывает экспозиция последнего. По наблюдениям, проведенным на Валдае, величина стока талых вод в среднем за 10 лет составила со склона южной экспозиции при продольной пахоте 10,8 мм, при поперечной 5,1 мм, а на склоне северной экспозиции соответственно 42,6 и 22,6 мм. Сокращение стока от вспашки поперек склона на южной стороне было равно 5,7 мм, а на северной — 20 мм. Если проанализировать только годы, когда при пахоте вдоль склона сток превышал 10 мм, то эти различия достигают соответственно 10 мм на склоне южной экспозиции и 24,5 мм на северной.

Это весьма существенные различия в эффективности поперечной обработки почвы на склонах разной ориентации. Однако механизм явления пока не выяснен. Возможно, это связано с тем, что на южной экспозиции меньше мощность снега, больше перепад температур, более

47. Поверхностный сток воды в зависимости от направления пахоты

Пункт наблюдений	Годы наблюдений	Почва	Сток воды при вспашке, мм		Снижение стока от вспашки поперек склона, мм		
			поперек склона	вдоль склона	средний	минимальный	максимальный
Валдайская станция, Ленинградская область (Корзун, 1968)	1951—1959 и 1963	Подзолистая супесчаная	13,9	26,7	12,8	-2,7	61,2
Совхоз «Плавский», Тульская область (Львович, 1963)	1952—1954	То же	33	41,8	8,8	8,2	9,4
Звенигородская станция, Московская область (Кузник, 1962)	1951—1952	» »	87,7	99,1	11,4	-0,1	16,6
Горьковская сельскохозяйственная опытная станция, Горьковская область (Фатьянов и др., 1975)	1970—1973	Светло-серая лесная суглинистая	39,1	49,3	10,2		
Новосильская агролесомелиоративная станция, Орловская область (Сурмач, 1976)	1959—1963	Серая лесная суглинистая	50,9	57,3	6,4	-16	21,6
Курская сельскохозяйственная опытная станция, Курская область (Грин и др., 1963, 1970)	1959—1960, 1963—1964, 1969—1971	Чернозем суглинистый	40	49	9,0	3	21,0
Энгельсская опытно-мелиоративная станция, Саратовская область (Кузник, 1962)	1951—1952	Темно-каштановая суглинистая	3,0	17,0	14,0	8,5	19,6
Ершовский район, Саратовская область (Кузник, 1962)	1953—1956	То же	4,5	18,8	14,3	1,3	29,9
Поволжская агролесомелиоративная станция, Куйбышевская область (Панов, 1972)	1964—1967	Чернозем обыкновенный тяжелосуглинистый	18,8	21,8	3,0	1,1	4,1
Поволжская агролесомелиоративная станция, Куйбышевская область (Абдульманов и др., 1975)	1968—1970	Чернозем, вспашка на глубину 20—22 см	11,8	16,7	4,9	0,3	8,3
То же	1968—1972	То же, вспашка на глубину 28—30 см	7,1	12,7	5,6	3,9	10,0
Опытное хозяйство Всесоюзного научно-исследовательского института агролесомелиорации, Волгоградская область (Сурмач, 1976)	1963	Светло-каштановая	37,9	36,7	-1,2		
Тимашовский район Куйбышевской области (Львович, 1963)	2 года	Чернозем обыкновенный тяжелосуглинистый	1,0	12,0	11,0		
Зерноградский район Ростовской области (Сурмач, 1976)	1949—1952	Чернозем тяжелосуглинистый	14,9	21,7	6,8	5,8	8,4

частое оттаивание и замерзание гребней, из-за чего поверхность пашни к моменту начала стока сильнее выравнивается, а емкость микрорельефа становится меньше, чем на северном склоне. Косвенным подтверждением этого могут служить данные о водопоглощении талых вод. На склонах южной экспозиции в среднем за 10 лет при вспашке вдоль склона водопоглощение было на 8,2 мм, а при поперечной вспашке — на 18,5 мм меньше, чем на северной. В районах проявления ливневой эрозии гидрологический эффект обработки почвы поперек склона также положительный, хотя абсолютные величины задержанной воды при выпадении ливней бывают несколько ниже, чем при стоке талых вод.

По наблюдениям, проведенным Г. А. Пресняковой (1964), на дерново-подзолистых почвах Подмосковной станции в Московской области суммарное сокращение стока воды от пяти ливней, выпавших в 1962 г., при размещении рядков картофеля поперек склона составило 9,7 мм, а максимальное сокращение стока от одного ливня не превышало 5,6 мм.

Следует отметить, что рассмотренные экспериментальные данные относятся в большинстве случаев к безложбинным склонам крутизной до 2—3°. Поэтому ряд исследователей (Арманд, 1970; Сластухин, 1964) высказывает предположение, что вспашка почвы поперек склонов повышенной крутизны по сравнению с продольной может привести к усилению смыва почвы и оврагообразованию. Встречающиеся в литературе в небольшом количестве экспериментальные данные не подтверждают этого прогноза. В опытах Горьковской сельскохозяйственной опытной станции, заложенных на склонах крутизной 3—5°, сток талых вод при поперечной вспашке в среднем за 4 года был на 10,2 мм меньше, чем при продольной пахоте.

В экспериментах Всесоюзного научно-исследовательского института табака и махорки сток воды от ливнеобразующих дождей на склоне крутизной 20° составил при обработке почвы на табачных плантациях вдоль склона 41,4%, а при поперечной 10%. Суммарный смыв почвы соответственно был равен 40 и 3,6 т/га.

По нашим наблюдениям, проведенным на землях колхоза им. Кирова Чимишлийского района Молдавии в течение 1958—1970 гг., где ежегодно поперечную обработку суглинистых и тяжелосуглинистых почв применяли на площади от 2000 до 5000 га, за 11 лет не было отмечено

ни одного случая образования новых оврагов, хотя смыв почвы от отдельных ливней достигал 100 м³/га и более.

Даже на сильно гофрированных склонах с расстоянием между микроложбинами 15—30 м и крутизной до 12°, где при поперечной обработке создаются благоприятные условия для концентрации стекающей воды, не отмечено образования глубоких размывов и тем более оврагов. Глубина размыва по микроложбинам обычно бывает такой же, как и на участках между ложбинами, и не превышает глубины пахотного слоя почвы. Ширина размыва по микроложбинам действительно нередко бывает больше, чем на склоне без ложбин, а располагаются они реже. Однако в других хозяйствах Молдавии на легких по механическому составу супесчаных почвах и пылеватых суглинках наблюдались случаи образования промоин и неглубоких оврагов на склонах с поперечной обработкой почвы.

О влиянии направления обработки почвы на глубину размыва можно судить по наблюдениям П. А. Гаврика (1962), проводившего исследование в Закарпатье на склонах крутизной от 4,5 до 9,5° (табл. 48).

48. Зависимость величины и густоты промоин на молодом винограднике от направления обработки почвы в колхозе им. Кирова Иршавского района Закарпатской области (Гаврик, 1962)

Направление обработки почвы	Уклон склона, град.	Расстояние от водораздела, м	Число промоин на 100 м поперечника склона	Средняя		Максимальная	
				глубина размойн, см	ширина размойн, см	глубина размойн, см	ширина размойн, см
Вдоль склона	4,5	50	108	10,8	18,2	23	32
	6,5	90	120	13,3	21,2	47	45
	7,5	150	140	15,1	23,2	58	51
Поперек склона	7,0	35	24	15,0	24,5	34	52
	8,5	75	28	20,5	30,5	50	78
	5,0	105	36	20,1	30,4	52	70

Из приведенных данных следует, что при поперечной обработке в 4—8 раз сокращается количество размойн при небольшом увеличении средних значений ширины и глубины. Максимальная глубина размойн как при поперечной, так и при продольной обработке почвы различий почти не имела.

Установленные различия в гидрологическом эффекте вспашки почвы при различном ее направлении вызыва-

ются главным образом особенностью ориентации образующихся форм микрорельефа по отношению к потоку воды, в то время как другие показатели, характеризующие почву (глубина обработки, плотность, порозность, высота гребней и глубина бороздок), являются идентичными и не зависят от направления пахоты.

Образующиеся при вспашке вдоль склона бороздки выполняют функции идеальных каналов стока с минимальным коэффициентом шероховатости и извилистости.

При вспашке поперек склона, наоборот, коэффициент шероховатости, особенно в начале формирования стока, очень высокий, так как каждый гребень и каждая борозда служат преградой на пути движения воды. Поток при движении вниз по склону постоянно меняет направление, путь его удлиняется, а встречающиеся на пути углубления, заполняясь водой, создают напор и тем самым повышают скорость водопроницаемости почвы.

Таким образом, анализ экспериментальных данных показывает, что пахота поперек склона сокращает сток воды, но в разных условиях гидрологический эффект этого приема неоднозначен и, следовательно, он по-разному может влиять на процесс оврагообразования. При задержании стока воды порядка 100—150 м³/га поперечная вспашка в состоянии сократить рост существующих оврагов в маловодные и средние по водности годы и значительно уменьшить прирост в многоводные годы. Предупредить образование новых оврагов с помощью одной вспашки поперек склона невозможно.

Влияние глубины вспашки и почвоуглубления на сток воды и смыв почвы. В целях повышения гидрологической роли пахоты поперек склона многие исследователи предлагают увеличивать глубину обработки почвы с 20—22 до 27—30 см и более.

Глубокая вспашка или вспашка с почвоуглублением (без выворачивания на поверхность нижних слоев почвы) отличается от обычной главным образом мощностью рыхлого слоя и отсутствием плужной подошвы. Общая пористость слоя почвы 20—30 см при этом в течение вегетационного периода бывает, по данным И. С. Давыдова, на 3—4% выше, чем при пахоте на глубину 20—22 см. Все это должно способствовать увеличению скорости инфильтрации воды и сокращению стока и смыва почвы.

При вспашке поперек склона на глубину 20—22 см среднее сокращение стока воды составляет 8—9 мм, или около 0,5 мм/см рыхлой почвы. Допуская, что при последующем увеличении глубины вспашки эта величина не изменится, можно ожидать дополнительного сокращения стока воды при вспашке на 28—30 см примерно на 4—4,5 мм, а при почвоуглублении до 35 см на 6—7 мм.

Анализ экспериментальных данных (табл. 49) показывает, что средняя величина сокращения стока талых вод по 18 годоопытам при вспашке на глубину 27—30 см составляет около 5 мм по сравнению с сокращением стока при вспашке поперек склона на глубину 20—22 см. При этом в семи случаях сокращение стока было меньше 5 мм, в трех составляло 5—10 мм, в трех — 10—15 мм и в одном случае — 30,3 мм. В четырех случаях из восемнадцати сток был на 1—4 мм выше, чем при обычной вспашке поперек склона.

Наименьший эффект от глубокой вспашки в основном наблюдается на маломощных почвах, когда на поверхность выворачиваются бесструктурные слои с низким содержанием гумуса. Только этим можно объяснить тот факт, что гидрологический эффект вспашки с почвоуглублением (без выворачивания на поверхность подпахотного горизонта) в большинстве опытов оказался выше, чем при вспашке на глубину 27—30 см. Сокращение стока в среднем по 23 годоопытам при вспашке с почвоуглублением составило 9,4 мм по сравнению со стоком при обычной вспашке на глубину 20—22 см.

Во всех опытах наблюдались значительные колебания в слое стока по годам. Например в опытах, проведенных в Курской области на серых лесных почвах в 1964 г., под влиянием почвоуглубления сток сократился на 48,4 мм, а в 1965 г. лишь на 0,8 мм. В опытах на черноземном типе почв в 1970 г. сток уменьшился на 47 мм, а в 1971 г., наоборот, увеличился на 8 мм. Аналогичные случаи отмечены и в других пунктах. Причины таких колебаний еще недостаточно изучены. Чаще всего это вызывается особенностями погодных условий в осенне-зимний период, что приводит к различной степени увлажнения почвы осенью, разной глубине промерзания зимой, формированию ледяной корки на поверхности и другим изменениям, которые существенно влияют на скорость инфильтрации воды в почву в период снеготаяния.

49. Сток воды, смыл почвы и прибавка урожая культур в зависимости от глубины вспашки и почвоуглубления

Пункт наблюдений	Годы наблюдений	Почва	Уклон склона, град.	Запас воды в снеге или слой дождя, мм			Сток воды, мм			Смыв почвы, т/га			Прибавка урожая яровых зерновых, % к контролю	
				к	ГВ	п	к	ГВ	п	к	ГВ	п	ГВ	п
Дукштатская опытная станция, Литовская ССР (Шведас, 1974)	1965	Дерново-подзолистая					8,4	12,8	6,2	4,0	6,3	3,0	6,8	1,4
	1966						17,9	17,8	17,2	5,5	6,1	5,0	5,3	1,7
Горьковская сельскохозяйственная опытная станция, Горьковская область (краткий отчет, 1976)	1971—1974	Светло-серая лесная		113		115	34,3		10,2	10,7		2,2		28,0
Новосильская агролесомелиоративная станция, Орловская область (Сурмач, 1976)	1961	Серая лесная среднесмытая	2,5	33		32	8,0		1,8					
	1962	Темно-серая лесная слабосмытая	2—3	22		23	7,3		1,5					
	1964	Серая лесная средне- и сильносмытая	3	121		161	58,4		61,5					
	1966—1969	Серая лесная средне- и сильносмытая	3 2—3	97 77*		78	1,2 28,7		0 22,1					
Льговский район, Курская область (Стариченко, 1972)	1964	Серая лесная слабосмытая	3—4,5	178,1		175,2	96,8		48,4	3,4		1,6		10

Каменная степь, Воронежская область (Котлярова, 1974)	1965	То же	3—4,5	61,3		66,4	11,2		10,4	0,2		0,1		10,0
	1966	» »	3—4,5	125,6		118,8	37,6		30,1	2,0		1,0		21,8
	1958	Чернозем обыкновенный	2,7—3	90,0		96,0	5,6		22,6					
Курский район, Курская область (Грин и др., 1970, 1971)	1960	То же	1,8	100,0		60,0	11,4		1,2					
	1967	» »		91,2		99,4	34,0		22,2					
	1969	Чернозем выщелоченный		75,0		74,0	26,0		19,0					
Совхоз «Новоникулинский», Ульяновская область (Добрынин и др., 1975)	1970	То же		186		191	95,0		48,0					5,7
	1971	» »		36		40	22,0		30,0					
	1971	» »	2—2,5	37,9	41,5		5,7	3,8					7,9	
Поволжская агролесомелиоративная станция, Куйбышевская область (Абдульманов, Гункин, 1975)	1973	» »	2—4	26,0	27,5		0,6	1,5					1,3	
	1968	Чернозем обыкновенный	2—3				28,1	21,6		2,5	1,6		8,1	
	1969	То же	2—3				0	0		0	0		5,0	3,5
Поволжская агролесомелиоративная станция, Куйбышевская область (Сурмач, 1976)	1970	» »	2—3				7,3	8,5	13,9	1,7	0,3	0,4	1,2	23,0
	1971	» »	2—3				5,4	3,2	0,4	0	0	0		14,6
	1972	» »	2—3				1,8	0	0	0	0	0		11,4
	1973	» »	2—3				12,3	2,2	8,5	0	0	0		
	1966	Чернозем типичный и обыкновенный	2,5	140	132		42,5	12,2						
Совхоз «Динамо», Волгоградская область (Сурмач, 1976)	1968	То же	2,5	67	82		29,3	30,4						
	1970	» »	2,5	91	82		16,2	10,2						
	1963	Чернозем обыкновенный	2,5	125	123		13,7	1,7						
	1964	То же	2	125	125		4,1	1,1						

Пункт наблюдений	Годы наблюдений	Почва	Уклон склона, град.	Запас воды в снеге или слой дождя, мм			Сток воды, мм			Смыв почвы, т/га			Прибавка урожая яровых зерновых, % к контролю	
				К	ГВ	П	К	ГВ	П	К	ГВ	П	ГВ	П
Оргеевский район, Молдавия** (Яловицкий, Заславский, 1968)	1962	Светло-каштановая	3,3	74	70		3,3	0,2						
	1963	То же	3,7	83	79		48,6	36,7						
	1964	» »	4	48	48		5,4	2,0						
	1963	Чернозем обыкновенный слабоэродированный	6—7	36,3	36,3		9,8	9,9		12,1	10,2			
Сумская сельскохозяйственная опытная станция, Сумская область (Волошин, Осенний, Подгорный, 1975)	1964	Чернозем выщелоченный	7—9	216,8	216,8		6,4	4,1		14,6	4,3			8,8
	1966	То же	7—9	77,0	77,0		7,5	8,3		14,3	11,5		6,3	
	1968—	Чернозем слабосмытый	2—4							68,2		45,3		2,3
	1970 и 1971	Чернозем среднесмытый	4—7							160,0		78,8		9,7

Примечание. Варианты опыта: К — контроль, вспашка поперек склона на глубину 20—22 см, в опытах Донецкой области и Молдавской ССР на 25—27 см; ГВ — вспашка поперек склона на глубину 27—30 см; П — вспашка поперек склона с почвоуглублением на 10—15 см.

* Глубина вспашки на контроле 22—25 см, в опытном варианте 25—27 см.

** Смыв от ливневых дождей, м³/га.

Влияние лункования и прерывистого бороздования на сток воды и смыв почвы. Из других агротехнических противоэрозионных приемов, применяемых для защиты почв от эрозии на пашне, наибольшую известность получили лункование и прерывистое бороздование. Однако их гидрологический эффект изучен еще в меньшей степени, чем указанные выше приемы. В стране проведено небольшое число опытов, в которых учитывали влияние лункования и прерывистого бороздования на сток воды. Результаты исследований показывают (табл. 50), что гидрологический эффект при стоке талых вод в среднем по всем опытам, в которых изучали лункование и прерывистое бороздование, составляет около 6 мм, в том числе в 12 из 30 годоопытов сток сокращался на 1—5 мм, в двух — на 5—10 мм, в трех — на 10—20 мм и в двух — на 53 и 69 мм. В восьми случаях, наоборот, сток увеличивался на 1—5 мм, а в трех — на 6—10 мм. Если же исключить из учета два случая сверхвысокого сокращения стока в 1964 г. на серых лесных почвах Курской области, то средний гидрологический эффект будет равен 2 мм.

Слабое влияние лункования и прерывистого бороздования на сокращение стока талых вод некоторые исследователи объясняют тем, что во время зимних оттепелей неровности заполняются водой, которая не всегда успевает впитаться в почву. При возврате низких температур вода замерзает, и в период весеннего снеготаяния образовавшийся в лунках и бороздах лед препятствует впитыванию воды в почву, что приводит к их переполнению и разрушению.

Имеющиеся фактические данные, однако, подтверждают это предположение лишь частично. По наблюдениям И. Д. Брауде (1964, 1965), проведенным на темно-серых лесных почвах совхоза «Каширский» Московской области, из учтенных 664 прерывистых борозд было повреждено 80, или 12%. Количество размывных перемычек изменялось по повторностям от 7,2 до 17%. Из учтенных в период снеготаяния прерывистых борозд 38% были заполнены водой, а 34% — водой и льдом, 26% — снегом и 2% оказались пустыми.

По другим наблюдениям этого автора установлено, что процент поврежденных борозд в значительной степени зависит от их размещения по элементам склона. Менее всего (7—12%) размывалось прерывистых борозд в верхней приводораздельной части склона крутизной до

50. Сток воды, смыв почвы и прибавка урожая в зависимости от лункования и прерывистого бороздования

Пункт наблюдений	Годы наблюдений	Почва	Уклон склона, град.	Запас воды в снеге или слой дождя, мм			Сток воды, мм			Смыв почвы, т/га			Прибавка урожая, % к урожаю контроля		
				К	Л	Пб	К	Л	Пб	К	Л	Пб	Л	Пб	
Новосильская агролесомелиоративная опытная станция, Орловская область (Сурмач, 1976)	1967	Серая лесная	2,7	196		192	150		148						
	1969	> >		55	59	54	21,5	20,5	31,3						
	1970	> >		191	211	209	82	92	88,0						
Львовский район, Курская область (Стариченко, 1972)	1964	Серая лесная слабосмытая	3—4,5	178	175	163	96,8	43,8	27,7	3,4	0,6	0,2	19,2	20,2	
	1965	То же	3—4,5	61	74	68	11,2	9,4	3,2	0,2	0,02	0,03	5,8	4,4	
	1966	> >	3—4,5	126	124	137	37,6	21,2	22,1	2,0	0,4	0,4	16,5	17,7	
Курская сельскохозяйственная опытная станция, Курская область (Грин и др., 1971)	1969	Чернозем выщелоченный	3—4,5	75	81	90	23	22	24						
	1970	То же	3—4,5	186	187	190	95	96	98				2,7	0	
	1971	> >	3—4,5	99	103	109	47	50	52						
Совхоз «Новоникулинский», Ульяновская область (Добрынин, 1976)	1969	> >	3—4	50	50		25,8	24,1		0,7	0,5				
	1970	> >	3—4	96	99		15,2	12,1		0,2	0,1		2,7		
	1971	> >	3 4	25	17		3,9	1,3		0,1	Следы		2,6		
	1972	> >	2—2,5	30	31		2,3	3,1		0,1			2,7		
Фатежский район, Курская область (Крупчатников, 1974)	1973	Темно-серая лесная	3—5	22,2		27,6	10,6		11,5						
	1974	То же	3—5	58		47	14,9		11,9						
Волгоградская область (Сурмач, 1976)	1961	Светло-каштановая	7,4	21	21		0,1	2,2							
	1963	То же	3,7—4	172	170		69,3	61,8							
	1970	> >	3,7	120	128		24,7	14,3							

Продолжение

Пункт наблюдений	Годы наблюдений	Почва	Уклон склона, град.	Запас воды в снеге или слой дождя, мм			Сток воды, мм			Смыв почвы, т/га			Прибавка урожая, % к урожаю контроля	
				К	Л	Пб	К	Л	Пб	К	Л	Пб	Л	Пб
Горьковская сельскохозяйственная опытная станция, Горьковская область (Фатянов, Рожков, 1975)	1971—1974		3—5				39,1		35,8	10,2		7,5		7,4
Кагульский район, Молдавская ССР (Константинов, 1976)*	1972—1974	Чернозем карбонатный	5				32,1	3,1		7,6	1,0			
	1967	То же		73	73	73	29,9	28,8	26,5	11,7	4,0	5,9		
	1968	> >		52	52		12,5	14,7	12,7	0,03	0,06	0,02		
Пермская область (Скрябина, 1975)	1963	Чернозем обыкновенный	9	36	36		10,5	4,8		5,3	0,7			
	1964	Чернозем выщелоченный	8	131	131		6,4	0		14,5	0			
	1974	Дерново-подзолистая	5—6,5							76,5	32,5			

Примечание. Варианты опыта: К — контроль, вспашка зяби поперек склона на глубину 20—22 см; Л — лункованье зяби; Пб — прерывистое бороздование зяби.

2°. В средней части склона крутизной 2,5—3° повреждалось до 35% борозд, а в нижней, наиболее крутой части склона размывалось больше половины борозд.

По заключению И. Д. Брауде, несмотря на то что часть прерывистых борозд при стоке талых вод разрушалась, их гидрологический эффект был довольно высоким. Прибавка влаги в почве составила на приводораздельной части склона 35,8 мм, в средней части — 23 и в нижней 9,8 мм. Повышение запасов влаги в почве на 10—27 мм весной на участках с лункованием и прерывистым бороздованием, определенными по разнице во влажности почвы, отмечается также во многих опытах, проведенных в Воронежской, Донецкой, Винницкой и Горьковской областях (табл. 51).

51. Запас продуктивной влаги весной в слое почвы 0—100 см в зависимости от лункования и бороздования, мм

Пункт наблюдений	Годы наблюдений	Почва	Вариант опыта		
			контроль	лункование	прерывистое бороздование
Донецкая область (Онуфриенко, 1970)	1969—1972	Чернозем несмытый	92,1	108,7	110,4
		Чернозем слабосмытый	80,4	94,0	97,6
		Чернозем среднесмытый	80,2	87,8	92,0
Донецкая сельскохозяйственная опытная станция (Мильчевская, 1975)	1964—1968	Чернозем обыкновенный	133	159	—
		Чернозем сильносмытый	116	143	—
Винницкая область (Давыдив, 1975)	Среднее за 3 года		170	—	181
Горьковская область (Фатьянов, Рожков, 1975)*	1971—1974	Серая лесная среднесмытая	303,4	—	315,3

* Общий запас влаги в почве.

Выявленное противоречие в гидрологической эффективности лункования и прерывистого бороздования, установленное разными методами (учета стока воды и

учета влажности почвы), по-видимому, связано с точностью определения запасов воды в снеге и ледяной корке перед снеготаянием. Поверхность почвы с выраженным микрорельефом (с лунками, бороздами и т. д.) обладает снегозадерживающим эффектом, и, естественно, мощность снежного покрова и запас в нем воды должны быть выше примерно на 10—12 мм, чем в слое снега на почве с обычной пахотой поперек склона. Однако в большинстве опытов, как видно из данных таблицы 51, эти различия или полностью отсутствуют, или бывают незначительными. Накопление больших запасов снега на участках с лунками подтверждает тот факт, что почва в лунках и бороздах, согласно данным М. И. Львовича (1963) и Л. Я. Мильчевской (1975), промерзает на 12—20 см меньше, чем между лунками.

Можно ожидать, что повышение точности определения запасов воды в снеге в период оттепелей и особенно перед весенним снеготаянием позволит частично устранить выявленное противоречие в гидрологической эффективности этих приемов.

В районах проявления ливневой эрозии эти приемы позволяют задержать от 4 до 29 мм воды в течение ливневого периода. С увеличением крутизны склона, слоя дождя и его интенсивности водозадерживающая роль их резко снижается.

Придавая важное значение влиянию агротехнических приемов на сток воды, нельзя забывать о их главном назначении — защите почвенного покрова от смыва. Анализ данных таблицы 50 убедительно подтверждает их высокую почвозащитную эффективность. В большинстве опытов, где учитывали смыв почвы, он был значительно меньше, чем на контроле. Особенно резкое снижение смыва почвы при применении лункования и бороздования отмечается при выпадении ливневых дождей. Следовательно, в районах с преобладанием эрозии от ливневых осадков прерывистое бороздование междурядий пропашных культур и поделка микрорельефа на парах и ранней зяби будут способствовать сокращению роста оврагов и защите водозадерживающих валов у вершин оврагов от заиления. В районах же с преобладанием эрозии от стока талых вод эти приемы в большинстве случаев не смогут оказать существенного влияния на интенсивность роста оврагов. Положительная их роль может проявляться лишь в маловодные годы.

Повышение весенних запасов влаги в почве и сокращение смыва, как правило, способствуют формированию более высоких урожаев. В абсолютном большинстве опытов прибавка урожаев яровых культур (ячмень, яровая пшеница, овес, горох) составляет 5—15%. Среднее увеличение урожайности в опытах с почвоуглублением и глубокой вспашкой, по обобщенным данным, равняется 9%, а в опытах с лункованием и прерывистым бороздованием зяби — 8%.

Влияние безотвальной и плоскорезной обработки на сток воды и смыв почвы. Безотвальная и плоскорезная обработка почвы способствует сохранению на ее поверхности стерневых остатков. Физическая сущность влияния обработки почвы с сохранением стерни на эрозионные процессы заключается в сокращении скорости и энергии стекающей воды и предохранении почвы от разрушений. Кроме того, сохранившиеся растительные остатки в начале зимнего периода задерживают снег на полях, в результате чего почва промерзает на меньшую глубину и лучше впитывает воду.

За последние 10—15 лет, по обобщенным данным Всесоюзного научно-исследовательского института защиты почв от эрозии, в зонах интенсивного оврагообразования проведено около 200 годоопытов по изучению плоскорезной и безотвальной обработки почвы. В большинстве опытов исследовали влияние приемов обработки на снегозадержание, накопление влаги в почве и урожайность культур. Например, в Нечерноземной зоне из 17 годоопытов сток изучали в четырех, а смыв почвы — в пяти, в Поволжье из 68 годоопытов соответственно в 7 и 26, а на Украине и Северном Кавказе из 110 годоопытов сток учитывали лишь четыре года, а смыв почвы — шесть лет.

Наиболее широко влияние плоскорезной и безотвальной обработки на сток и смыв почвы изучали в Центрально-Черноземной зоне, где сток наблюдали в 38, а смыв в 36 годоопытах. Анализ результатов исследований показал, что в абсолютном большинстве опытов смыв почвы на склонах, обработанных плоскорезами или безотвальными плугами, был меньше, чем на склонах с отвальной вспашкой. Среднее уменьшение смыва составило на черноземах 3,53, а на серых лесных почвах 13 т/га. По влиянию на сток воды получены противоречивые результаты: в половине случаев наблюдалось со-

кращение стока в вариантах с плоскорезной обработкой, а в остальных — увеличение.

В Поволжье по семи годоопытам, где учитывали сток, в четырех случаях при плоскорезной обработке он был ниже, чем при отвальной, на 1,3—20,1 мм, а в трех — выше на 1,9—10 мм. Следует отметить, что практически во всех опытах запасы влаги в почве, где применяли плоскорезную обработку, были выше, а мощность снега больше, чем там, где проводили отвальную вспашку.

Некоторой специфичностью обладает **полосное возделывание культур на склонах**. Исследование их в колхозе им. Кирова Чимишлийского района Молдавии показало, что эти приемы способствуют значительному сокращению смыва почвы и в меньшей степени уменьшению стока воды. Так, полосное освоение пастбищных склонов крутизной от 8 до 16° позволило получить в среднем за 1959—1962 гг. урожайность зеленой массы сорго 189 ц/га и экспарцета 168 ц/га, а естественных трав лишь 11 ц/га. Смыв почвы при освоении пастбищных склонов полосами был несколько выше, а сток воды ниже, чем на целинных участках (табл. 52).

Влияние полосного возделывания культур на проявление эрозии почв изучали в течение 1959—1970 гг. на втором поле полевого севооборота колхоза им. Кирова. Поле занимает склон восточной экспозиции. Крутизна его в верхней части 6—7°, в средней 7—9° и в нижней 9—11°. Почвы — карбонатный суглинистый чернозем на лёссовидном суглинке. Площадь поля 110 га. Протяженность вдоль склона 520 м и поперек 2100 м.

Все поле через 15—30 м было изрезано микроложбинами, а в средней части росло два оврага. Один овраг длиной 210 м, шириной в верхней части 17 м, в средней 42 м и в устье 5 м, глубина оврага от 1 до 5 м. Второй овраг располагался в 46 м севернее первого. Длина его 108 м, ширина от 8 до 21 м, глубина от 1 до 3,8 м. Кроме оврагов, на этом же участке было две промоины длиной по 80 м, шириной 2—3 м и глубиной до 1 м каждая. Общая площадь оврагов, межовражных пространств и приовражных полос равнялась 2,2 га.

На данном поле поперек склона в 1959 г. было нарезано 14 сквозных полос длиной 2100 м и 10 полос, разьединенных оврагами. Ежегодно на полосах (через одну) высевали густопокровные и пропашные культуры. В опыте изучали в 1959—1961 гг. влияние полосного зем-

52. Сток и смыв почвы в зависимости от способа освоения склона, м³/га

Дата выпадения дождя	Сумма осадков, мм	Продолжительность дождя, мин	Элементы учета	Способы освоения склона			
				распашка полосами шириной 6 м	сплошная рас- пашонка		нераспаханный уча- сток ластовища
					посев кукурузы	посев густо- покровных культур	
29—30 мая 1960 г.	43,0	Не учте- на	Смыв* Сток	0,4 Не учтен	24,0	24,0	1,3
11 июня 1960 г.	14,0	6	Смыв Сток	5,1 Не учтен	85,2	74,1	1,3
28 июня 1960 г.	7,9	24	Смыв Сток	0,3 3,7	0,5 6,7	0,3 4,2	0,1 9,3
14 июля 1961 г.	28,0	54	Смыв	0,2	1,5	0,9	Не уч- тен
18 июля 1961 г.	10,7	80	Сток Смыв Сток	1,7 0 0	7,5 0,3 1,7	9,6 0,2 2,3	То же » » » »

* Смыв почвы учтен по струйчатым размывам.

леделия на влажность почвы и урожайность культур, а в 1959—1969 гг. также на смыв почвы и рост оврагов.

В 1967 г. все промоины и овраги на поле были выложены, а прерывистые полосы соединены.

Проведенные наблюдения показали, что в условиях Молдавии сочетание на поле полос с пропашными и густопокровными культурами полностью прекращало смыв почвы при снеготаянии, а также при выпадении дождей с суммой осадков до 20 мм. При большей сумме осадков эрозия почв значительно снижалась, но полностью не прекращалась. Так, при выпадении двух ливней 28 и 30 мая 1960 г. с суммой осадков 48 мм смыв почвы на поле с полосами хотя и был значительно ниже, чем на рядом расположенном поле, занятом сплошным посевом кукурузы, но полностью не прекращался (табл. 53).

При этом, если с полос, занятых кукурузой, смыв почвы достигал 16—25 м³/га, то на полосах пшеницы про-

53. Смыв почвы на полях со сплошными и полосными посевами кукурузы и озимой пшеницы (объем струйчатых размывов и намывов в м³/га)

Расстояние от волораздела, м	Полосной посев						Сплошной посев кукурузы		
	кукурузы			озимой пшеницы			смыв	намыв	общий смыв
	смыв	намыв	общий смыв	смыв	намыв	общий смыв			
300	18,1	2,1	16,0	3,3	11,5	8,2	77,5	14,0	63,5
500	28,1	3,3	24,8	3,8	7,7	3,9	132,9	8,9	124,3
600	23,0	4,5	18,5	5,0	11,2	6,2	177,3	—	177,3
Всего			—20			+6			—122

исходил намыв почвы. Из этого примера видно, что при полосном земледелии густопокровные культуры способствуют рассредоточению стекающей воды, уменьшению ее скорости и как следствие осаждению почвы, смываемой с полос, занятых пропашными культурами. После уборки озимой пшеницы защитную роль выполняют полосы кукурузы, так как к этому времени растения этой культуры достигают значительной высоты и хорошо прикрывают почву от разрушения ее падающими каплями дождя. Таким образом, полосные посевы не только сокращают смыв почвы, но и увеличивают защитную роль растительного покрова на склоновых землях.

Значительно больший смыв почвы на поле с полосами наблюдался в сентябре 1967 г. и в мае 1968 г. В последнем случае 23 и 24 мая выпало 64,3 мм осадков. Поле было засеяно подсолнечником (пропашная культура) и горохом. Растения обеих культур были развиты слабо и плохо защищали почву от смыва. Средний смыв почвы с полосных посевов, определенный по струйчатым размывам, составил 129 м³/га.

Таким образом, и полосные посевы культур не в состоянии полностью предотвратить сток воды и смыв почвы, особенно при выпадении сильных ливневых дождей.

Наблюдения, проведенные в данном опыте за состоянием оврагов, показали, что за период с 1959 по 1967 г. (до ликвидации оврагов) они практически не росли. Лишь в 1960 г. при выпадении ливня со слоем осадков 48 мм отмечен незначительный рост оврагов в длину. Первый овраг вырос на 32 см, а второй — на 20 см. Пре-

кращение роста связано, с одной стороны, с защитными функциями полосных посевов, а с другой, с формированием выше вершин оврага небольшого валика (напаши), который препятствовал поступлению стока в овраг.

Вследствие отсутствия роста оврагов и в целях объединения полос на поле в 1967 г. овраги были выположены, что позволило включить в интенсивное использование 2,2 га площади, увеличить длину гона тракторов и повысить их производительность. Учитывая, что полосные посевы в большинстве случаев значительно сокращают эрозию почв на площади выположенных оврагов высевали такие же культуры, как и на всем поле, то есть однолетние пропашные и густопокровные. Водозадерживающий вал не строили.

Как отмечалось выше, в мае 1968 г. при выпадении ливня со слоем 64,3 мм полосы были заняты посевом гороха и подсолнечника. Выпавший ливень вызвал очень большой смыв почвы (табл. 54).

54. Ширина и глубина размыва на поле с полосами и в выположенном овраге при выпадении ливня со слоем 64,3 мм

Место учета	Ширина размыва, м	Максимальная глубина размыва, м	Объем вынесенной почвы, м ³ /пог.м
Микроложбина № 1	1,9	0,05	0,05
Микроложбина № 2	3,4	0,06	0,10
Микроложбина № 3	2,7	0,12	0,16
Микроводораздел	1,2	0,14	0,09
Микроложбина № 4	3,4	0,40	0,68
Дно выположенного оврага	2,8	0,21	0,30

В пересчете на 1 га смыв почвы от этого ливня составил с площади бывших оврагов 147 м³/га, а с площади без оврагов — 129 м³/га. Объем смыва с овражного участка был несколько выше, однако это не привело к образованию нового оврага. На других склоновых полях глубина размыва была даже больше, чем по дну выположенных оврагов. Следует отметить, что на других полях, где не проводили специальные агротехнические противоэрозионные мероприятия, смыв почвы от этого ливня достигал 200 м³/га и более. На отдельных участках полностью был смыт пахотный слой почвы.

Таким образом, совместное действие агротехнических противоэрозионных приемов и основной обработки почв, проводимой поперек склона или по направлению гори-

зонталей, в большинстве случаев позволяет сократить сток воды на 10—20 мм и значительно уменьшить смыв почвы по сравнению со стоком воды и смывом почвы при вспашке вдоль склона. Поэтому, когда водосборная площадь существующих оврагов бывает занята зябью, вспаханной поперек склона, и на ней применены другие агротехнические противоэрозионные мероприятия, можно ожидать сокращения роста оврагов в маловодные и средние по водности годы, особенно в степной и лесостепной зонах. В случаях, когда водосборная площадь бывает занята посевами озимых культур и многолетних трав, а также выровненной (заборонованной) зябью или почва остается не вспаханной, наоборот, можно ожидать усиления роста существующих и образования новых оврагов. Дело в том, что сток талых вод с выровненной и уплотненной пашни, а также с посевов озимых культур и многолетних трав бывает значительно выше, чем со взрыхленной и невыровненной зяби. Согласно исследованиям, обобщенным Г. П. Сурмачем (1976), превышение стока талых вод в различных условиях при 10%-ной обеспеченности составляет 25—90 мм (табл. 55).

55. Сток талых вод 10%-ной обеспеченности с зяби и уплотненной пашни в различных областях страны (Сурмач, 1976), мм

Почва, район исследований	Зябь	Уплотненная пашня (озимые, многолетние травы, стерня)
Серые лесные, Новосильская агролесомелиоративная станция Орловской области	110	130—140
Выщелоченные черноземы лесостепи, Львовский и Курский районы Курской области	91	130—140
Обыкновенные черноземы, Каменная степь Воронежской области	83	110
Выщелоченные и обыкновенные черноземы, Поволжская агролесомелиоративная станция Куйбышевской области	55	150
Каштановые почвы Нижнего Поволжья, Камышинский опорный пункт	17	87
Светло-каштановые почвы вблизи Волгограда	32	75

Из приведенных в таблице 55 данных следует, что с точки зрения предупреждения нового оврагообразования и сокращения роста существующих оврагов необходимо в первую очередь разрабатывать эффективные агротехнические приемы по задержанию воды на склоновых землях, занятых озимыми и многолетними травами.

РОЛЬ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В БОРЬБЕ С ОВРАГАМИ**ПРОТИВОЭРОЗИОННОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ**

Лесные насаждения как растительные ассоциации обладают рядом специфических свойств, существенным образом влияющих на проявление и интенсивность эрозионных процессов. При сплошном покрытии лесом всей водосборной площади смыв почвы практически отсутствует, а овраги не образуются, хотя поверхностный сток, особенно талых вод, может достигать значительных величин, но во всех случаях он бывает меньше, чем с пашни. Связано это с тем, что почва под лесом оструктурена, имеет высокую пористость, прочное скрепление отдельных частиц корнями растений, содержит больше водопрочных агрегатов. Поверхность почвы всегда покрыта отмершими листьями и другими частями растений, которые обладают высокой влагоемкостью и надежно защищают почвенные агрегаты от разрушения при выпадении ливневых дождей и стоке воды.

При частичном покрытии площади склонов противоэрозионными лесными насаждениями (различные виды лесополос, куртинные посадки на склонах балок, речных террас, гор) их функции существенно отличаются от функций сплошного лесного массива. Такие насаждения, помимо поглощения выпадающих осадков непосредственно на занятую ими площадь, призваны частично или полностью задерживать смытую почву и воду, поступающую в них с вышерасположенных полей, и тем самым предотвращать смыв почвы, рост существующих и образование новых оврагов на нижерасположенных склонах. Помимо гидрологических и почвозащитных функций, эти насаждения способствуют более равномерному распределению снега на защищаемых ими пространствах и препятствуют сдуванию его в балки, улучшают микроклимат прилегающих полей и в конечном итоге повышают урожайность выращиваемых культур.

В нашей стране для борьбы с водной эрозией наиболее часто применяют следующие виды защитных лесонасаждений: водорегулирующие, прибалочные и приовражные лесополосы; сплошное и куртинное облесение

оврагов и склонов балок, речных террас, гор; кольматирующие лесополосы по днищам балок, поймам рек, вокруг прудов и водохранилищ. Гидрологическая, почвозащитная и хозяйственная роль перечисленных видов лесонасаждений различна. Одни из них оказывают существенное и непосредственное влияние на сокращение стока воды, смыва почвы и на повышение урожайности выращиваемых на полях культур; другие способствуют закреплению оврагов, уменьшению их роста и повышению продуктивности естественных кормовых угодий; третьи не влияют на сокращение эрозионных процессов, не уменьшают величину стока воды с полей, но прекрасно очищают стекающую воду, задерживают почву и породу, смытую со склонов и вынесенную из оврагов, и тем самым предупреждают заиление и обмеление рек и водоемов и предохраняют плодородные почвы в поймах рек и на днищах балок от заноса их песком и камнями.

Водорегулирующая роль противоэрозионных лесонасаждений. Все исследователи, изучавшие водорегулирующую роль лесонасаждений на склонах, отмечают их положительный эффект. Однако величины задержанной воды изменяются в широких пределах. Это зависит от очень многих факторов и, в частности, от водопроницаемости почв в лесонасаждениях в период прохождения стока воды, погодных условий во время формирования стока, состояния самих лесонасаждений, характера поступления воды в них и ряда других. Наиболее длительные исследования по изучению водорегулирующей роли лесополос различной ширины проводились в Каменной степи, на Новосильской и Поволжской агролесомелиоративных станциях, на Украине и в Курской области.

Осредненные значения задержания стока лесополосами различной ширины, рассчитанные нами по опубликованным материалам, показывают, что величина поглощения воды при весеннем снеготаянии в значительной степени зависит от ширины лесополос и зональных особенностей, прежде всего типа почв (табл. 56).

На черноземных почвах Каменной степи среднегодовое поглощение воды при одинаковой ширине лесополос в среднем было выше, чем на серых лесных почвах Новосильской станции Орловской области и колхоза им. Дзержинского Курской области, в 1,5—4 раза, а различия во впитывании воды, подтекающей в лесополосы с полевой части, достигают 2,5—12 раз. Данный факт ука-

56. Влияние ширины лесополос на сток талых вод

Пункт наблюдений и годы учета	Размер стоковых площадок				Запас воды в снеге + осадки за период стока, мм	Сток, мм	Количество воды, впитавшейся в почву, мм						Литературный источник
	длина, м	ширина, м	уклон, град.	ширина лесополосы, м			в среднем на площадке	в том числе					
								полевой частью	лесной частью				
									всего	за счет потока воды с поля	за счет снега в лесополосе		
Каменная степь, 1948—1958 гг.	480	20	1,5—2,1	—	62,5	23,8	38,7	38,7					Сухарев, 1976
				10,0	73,0	13,4	59,6	38,7	1081	1008	73		
				20,0	73,0	11,0	62,0	38,7	632	559	73		
				30,0	75,6	6,1	69,5	38,7	568	493	75		
			45,0	82,4	0,05	82,4	38,7	550	468	82			
Новосильская агролесомелиоративная станция, 1966—1970 гг.	150	20	1—2	—	137,0	53,0	84,0	84,0					Сурмач и др., 1975
				12,5	215,0	39,2	176,0	147,5	521	332	189		
				27,0	211,0	25,2	186,0	135,7	460	205	255		
				44,0	217,0	36,8	180,0	150,0	276	39	237		
Колхоз им. Дзержинского Курского района Курской области, 1972—1974 гг.	100	20	3,5—4	—	62,6	29,0	33,6	33,6					Дьяков, 1976
				10	66,6	17,0	49,6	33,6	210	144	66		
				20	71,2	17,0	54,2	33,6	220	149	71		
				40	78,8	15,2	63,8	33,6	171	99	79		



Рис. 1. Приовражная лесополоса, способствовавшая естественному облесению донного оврага.



Рис. 2. Водорегулирующая лесополоса с водозадерживающей канавой.



Рис. 3. Склон балки сильно разрушен оврагами и промыты, расположенными на расстоянии 10—25 м друг от друга.

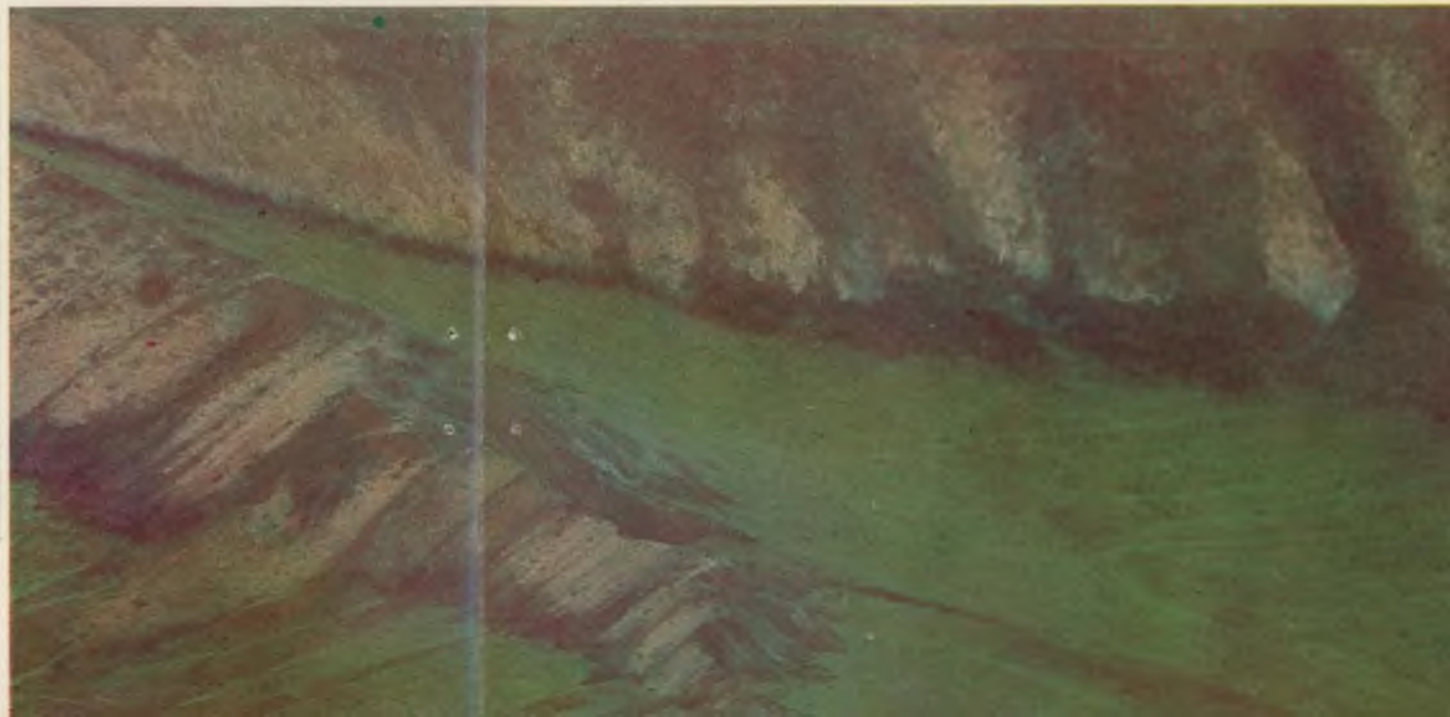


Рис. 4. Овраг донного типа, балочного подтипа.



Рис. 5. Овраг донного типа, лощинного подтипа.





Рис. 7. Овраг склонового типа, типично склонового подтипа.

◀ Рис. 6. Овраг склонового типа, берегового подтипа. Вершина закреплена водозадерживающим валом.



Рис. 8. Проложенные по склону дороги — одна из причин образования оврагов.

зывает на то, что лесополосы, размещенные на черноземных почвах, значительно лучше выполняют свои водорегулирующие функции, чем аналогичные насаждения на серых лесных почвах.

Особенно существенные различия проявляются в поглощении талых вод полевой и лесной площадками на различных типах почв. Под лесонасаждениями впитывалось воды в почву больше, чем на пашне на черноземных почвах, в 14—27 раз, а на серых лесных почвах лишь в 2—6 раз. Под действием лесных полос на почвах обоего типа происходит значительное сокращение стока талых вод. Однако особенность почв и здесь проявляется по-разному. При одинаковой ширине лесополос сток талых вод на черноземах за 1948—1958 гг. был меньше, чем на серых лесных почвах, в 3—4 раза (при ширине лесополос 10—30 м), а на лесных площадках шириной 44—45 м на черноземах сток фактически отсутствовал, в то время как на серых лесных почвах он превышал 15—30 мм. Более того, на серых лесных почвах увеличение ширины лесополос не дает закономерного сокращения стока талых вод. Так, при ширине насаждения 12,5 м средняя величина стока за 1966—1970 гг. составила 39,2 мм, при ширине 27 м отмечено сокращение стока до 25,2 мм, а при ширине лесополос 44 м — увеличение до 36,8 мм. Примерно аналогичные результаты получены на серых лесных почвах Курской области в опытах Всесоюзного научно-исследовательского института защиты почв от эрозии.

На черноземах Каменной степи, наоборот, наблюдается четкое закономерное сокращение стока воды с увеличением ширины лесополос.

Среднегодовая величина водопоглощения под лесными полосами, как это видно из данных таблицы 56, достигает на черноземах 550—1081 мм (в зависимости от ширины лесополос), а на серых лесных почвах — 171—521 мм. В отдельные годы максимальная величина водопоглощения бывает значительно выше средних значений. Экспериментальные данные убеждают также, что в расчете на единицу площади узкие полосы (шириной, например, 10—12,5 м) поглощают воды в 1,5—2 раза больше, чем широкие. Из этого следует, что потенциальная возможность водопоглощения лесными насаждениями очень высокая и они в принципе могут задержать значительно больший объем воды, стекающей с вышерасположенных распаханых склонов.

Различия в величине поглощения воды лесополосами разной ширины, видимо, объясняются особенностями динамики стока талых вод. Наблюдения за формированием стока при снеготаянии показывают, что в первый период стока расходы воды бывают небольшими и вся вода, подтекающая к лесополосам, успевает впитаться приопушечной частью лесополосы, то есть в это время работает не вся лесополоса, а только часть ее. Удаленные от опушки части лесополос вступают в работу тогда, когда приопушечная часть не успевает поглотить всю воду. Это обычно происходит при дружном снеготаянии, когда формируются большие расходы воды. Из этого следует, что при продолжительности стока талых вод, например, 10—12 дней верхняя часть лесополос постоянно поглощает подтекающую к ним воду, а нижележащие части активно работают лишь часть времени.

Для повышения водорегулирующей роли лесонасаждений необходимо стремиться к тому, чтобы большая площадь их находилась в постоянном контакте со стекающей водой. Этого можно достичь путем устройства водозадерживающих валов или канав с валом по нижней стороне лесополос или в их последнем междурядье (см. цв. рис. 2). Согласно экспериментальным данным, полученным в Куйбышевской, Волгоградской, Кировской и Орловской областях, применение простейших земляных гидротехнических сооружений, размещенных в лесополосах, позволяет значительно увеличить водопоглощающий эффект лесополос (табл. 57).

Проектировщики должны не только иметь в виду, что лесополосы без гидротехнических сооружений или в сочетании с ними обладают высоким водорегулирующим эффектом, но и знать величину действительного задержания ими поверхностного стока воды, поступающей с вышележащих полей. В настоящее время, согласно существующим инструкциям, ширина водорегулирующих лесополос рекомендуется 10—15 м, а расстояние между ними от 200 до 600 м (в зависимости от зоны, типа почв и уклона склона). Если принять для серых лесных почв в лесополосе шириной 12 м среднюю величину водопоглощения 520 мм, а расстояние между лесополосами 500 м, то 1 га такой полосы будет иметь протяженность около 900 м. Следовательно, в лесополосу будет поступать сток с поля общей площадью 45 га (500×900 м). Величина стока талых вод 10%-ной обес-

57. Влияние совместного применения гидросооружений и лесонасаждений на водопоглощение талых вод (Сурмач, 1976)

Вариант опыта и год посадки лесополос	Годы наблюдений	Величина водопоглощения, мм		
		средняя	минимальная	максимальная

Поволжская агролесомелноративная станция
(чернозем обыкновенный)

Лесная полоса шириной 12 м, 1952 г.	1965—1970	388	198	655
То же, с обвалованием	1965—1970	553	235	980

Опытно-производственное хозяйство ВНИАЛМИ
(светло-каштановая почва)

Лесная полоса шириной 12 м, 1948 г.	1965—1970	311	57	737
То же, с обвалованием	1965—1970	455	112	775

печенности, по данным Г. П. Сурмача, для зоны серых лесных почв составляет с зяби 90 мм, или 900 м³/га, а с озимых и многолетних трав 130—140 мм (1300—1400 м³/га). Таким образом, в лесополосу протяженностью 900 м (площадью 1 га) будет поступать от 31 тыс. до 49 тыс. м³ воды. Один гектар такой лесополосы в среднем поглощает 5200 м³ воды. Это означает, что при ширине лесополосы 12 м она в состоянии задержать около 120 м³ воды (12 мм), стекающей с каждого гектара межполосного пространства. Если исключить из этой величины запас воды в снеге, непосредственно накапливаемом лесополосой, то фактическое задержание стока в зоне серых лесных почв составит около 9—10 мм.

На черноземных почвах Центрально-Черноземной зоны лесополосы с аналогичными параметрами и со средним водопоглощением около 1000 мм, или 10 000 м³/га, в состоянии задержать около 20 мм воды, или 200 м³ с каждого гектара межполосного пространства, а на черноземах и светло-каштановых почвах Нижнего и Среднего Поволжья при расстоянии между лесополосами 300—400 м и среднем водопоглощении 388—311 мм величина сокращения стока составит около 9—10 мм.

В годы с максимальным водопоглощением лесополосы могут задерживать стекающей воды в 1,5—2 раза больше вышеназванных значений.

Лесополосы, совмещенные с земляными гидротехническими сооружениями (валами и валами-канавами), в среднем могут задержать на серых лесных и каштановых почвах около 15 мм стока талых вод, а на черноземах до 30—35 мм.

Экспериментальных данных о водорегулирующей роли лесополос при стоке ливневых вод накоплено очень мало. Учитывая, что водопроницаемость почв под лесонасаждениями в теплое время года бывает значительно выше, чем мерзлых почв, они больше впитывают воды в единицу времени. Однако продолжительность стока воды от ливневых дождей исчисляется обычно несколькими часами, в то время как сток талых вод продолжается 5—10 суток и более. Поэтому в суммарном объеме лесополосы задерживают несколько меньше стекающей от ливневых дождей воды, хотя потенциальная возможность водопоглощения у них очень высокая.

Экспериментальные данные и рассмотренные особенности наиболее точно отражают работу водорегулирующих и кольматирующих лесополос, расположенных строго поперек склона или по горизонталям на склонах крутизной до 2—3°.

Принцип работы водорегулирующих лесополос, размещенных на более крутых склонах пашни, а также прибалочных и приовражных лесополос аналогичен вышеописанному. Однако склоны повышенной крутизны чаще бывают расчленены промоинами и ложбинами различных размеров. Почвенный покров на таких склонах обычно в разной степени эродирован, а водопроницаемость почв пониженная. Из-за сложности рельефа лесополосы не всегда удается разместить строго по горизонталям. Следовательно, отдельные отрезки лесополосы будут иметь направление вдоль склона. Особенно это характерно для приовражных и прибалочных лесополос. Все это в конечном итоге несколько уменьшает их водорегулирующую роль. Степень снижения поглощения воды будет зависеть от особенностей отмеченных условий. Чем больше, например, отклонения лесополос от горизонталей, тем ниже будет их водорегулирующий эффект. В таких лесополосах обязательно следует устраивать прерывистые валы-канавы с боко-

выми перемычками-валами поперек лесополос с незначительным выходом на пашню. Протяженность прерывистых отрезков обязательно нужно рассчитывать с учетом продольного уклона лесополос.

Водорегулирующую роль лесных насаждений на крутых, изрезанных оврагами склонах балок и берегах рек можно считать близкой по эффективности лесополосам шириной 30—45 м Каменной степи или Новосильской агролесомелиоративной станции, так как склоны балок, как правило, имеют длину около 50 м с колебаниями от 30 до 70 м. Следовательно, если такие насаждения размещают на почвах черноземного типа при длине склонов балок, например, 50 м, то, согласно экспериментальным данным, полученным в Каменной степи (при ширине лесополос 45—47 м), они впитывают от 329 до 468 мм, или 3290—4680 м³/га стока талых вод, поступающего со склонов пашни (см. табл. 56).

При длине поля 500 м, прилегающего к облесенному склону балки, в лесонасаждение будет поступать сток воды с площади 10 га. Это означает, что такие лесонасаждения могут задержать 330—470 м³ воды, стекающей с каждого гектара пашни, а при длине склона 400 м объем задержания стока составит 420—580 м³/га. Такая высокая водорегулирующая эффективность сплошных лесонасаждений может наблюдаться только на идеальных склонах при равномерном поступлении стекающей с полей воды на всю их площадь, то есть, когда они совершенно не расчленены промоинами, оврагами и другими линейными формами размыва.

В действительности стекающая с полей вода поступает на склоны балок чаще всего концентрированными потоками, а сами склоны имеют большую крутизну (8—20° и более), что увеличивает скорость стекания воды. Все это в конечном итоге несколько снижает водорегулирующую роль лесонасаждений. Более того, на крутых участках склонов, занятых как искусственными лесонасаждениями, так и естественными лесами, при систематическом стоке концентрированных потоков воды могут возникать новые промоины и овраги. Частота их образования, а также интенсивность роста в значительной степени зависят от объемов и расходов стекающей воды, уклона облесенных склонов, а также от особенностей почв и состояния самих лесонасаждений. Случаи нового оврагообразования или роста ранее

возникших оврагов на крутых облесенных склонах балок и речных террас нами наблюдались на Украине и в Молдавии, в Центрально-Черноземной и Нечерноземной зонах.

Другие исследователи отмечали аналогичные случаи в предгорных районах Кавказа, в Сибири, Бурятии и других зонах страны. Так, в Сорокском районе Молдавии южнее села Косоуцы выше вершины донного оврага на склоне длиной 108 м и крутизной 3—12° в 1954—1955 гг. проведено облесение. Расстояние от водораздела до лесонасаждения около 200 м. Уклон поля 2—3°. На крутых участках облесенного склона четко прослеживаются три микроложбины. Основной концентрированный сток воды систематически происходит по одной наиболее глубокой ложбине, по дну которой в нижней части склона сформировалась промоина глубиной 0,5—1,5 м и шириной до 2 м. Вершина донного оврага, расположенная ниже лесонасаждения, за 1967—1969 гг. выросла на 4 м.

По наблюдениям в селе Гура Галбенэ Чимишлийского района Молдавии прирост донного оврага, верховье которого на 100% занято насаждением акации в возрасте 17—20 лет, составил за 1960—1970 гг. 13 м с колебаниями по годам от нуля до 2,3 м. В колхозах «Новая жизнь», им. XX партсъезда Курского района, «Прогресс» Фатежского района Курской области нередко встречаются интенсивно растущие береговые и вершинные овраги на крутых склонах балок, покрытых естественным лесом. Причиной их роста в большинстве случаев является концентрированный сброс талых и ливневых вод, стекающих с прилегающих полей. Следует отметить, что нами не наблюдалось ни одного случая образования оврагов в лесу, когда он занимает всю водосборную площадь балки или лощины.

Данные сведения еще раз указывают на то, что лесные насаждения являются мощнейшим фактором регулирования стока воды и защиты почвы от смыва и размыва. Случаи же возникновения оврагов на облесенных склонах следует объяснять не низкой защитной ролью лесных насаждений, а недостаточным задержанием стока на распаханых склонах, расположенных выше лесонасаждений, и нерешенностью вопроса безопасного сброса части стекающей с пашни воды на дно гидрографической сети.

Почвозащитная и оврагоукрепительная роль защитных лесонасаждений. Считается общепризнанным фактом, что защитные лесонасаждения, задерживая часть стекающей с полей воды, одновременно способствуют сокращению смыва и размыва почв, а также приостанавливают рост оврагов.

В действительности различные виды лесных насаждений по-разному влияют на эти процессы. Водорегулирующие лесополосы, например, непосредственно влияют на сокращение смыва почвы в основном с площади пашни, расположенной на склонах ниже лесополос. В годы, когда водорегулирующая лесополоса поглощает всю воду, стекающую с вышерасположенных склонов, смыв почвы на нижележащих склонах, особенно на небольшом расстоянии от лесополосы, прекращается полностью, и лишь с удалением от нее на 100—200 м он вновь начинает проявляться, но в значительно меньшей степени, чем на склонах без лесополос.

Когда водорегулирующие лесополосы задерживают только часть стока талых и ливневых вод, их почвозащитные функции могут проявляться по-разному. Все будет зависеть от особенностей стока воды, поступающего из лесополос на нижележащие склоны. Если она стекает рассредоточенно, а расходы ее небольшие, то размыва почвы ниже лесополос не наблюдается, а смыв, как правило, не увеличивается. Когда же вода через лесополосы проходит концентрированными потоками ниже лесополос, смыв почвы может сокращаться, но нередко формируются струйчатые размывы различной ширины и глубины. При систематическом, из года в год повторяющемся концентрированном стоке воды по одним и тем же местам небольшие размывы могут превращаться в микроложбины или промоины глубиной до 0,5 м и более. При частом размещении мест концентрированного прохода воды ниже лесополос может сформироваться большое число микропонижений, а сам склон приобрести складчатый (гофрированный) характер.

Подобные случаи нами наблюдались в районах проявления ливневой эрозии, а также на склонах повышенной крутизны при стоке талых вод, когда водорегулирующие лесополосы были размещены на расстоянии 200—400 м от водораздела. Причиной концентрации потоков у таких лесополос обычно являются напашные валики или естественные (древние) микропонижения.

Создание в этих лесополосах простейших гидротехнических земляных сооружений резко повышает их водорегулирующую и противозерозионную роль.

Водорегулирующие лесополосы не только снижают смыв почвы на нижележащих склонах, но и частично задерживают смытую почву с полей, расположенных выше по склону. При этом часть смыва кольматируется непосредственно в лесополосе, а часть — перед ней на пашне. Намыв и осажение при выпадении ливневых дождей смытой почвы перед лесополосой происходят благодаря напашным валикам или большей мощности снега, который выполняет как бы защитные функции. Ширина участков с намытыми почвами, однако, бывает небольшой. Она зависит от высоты напашки и уклона склона. Мощность намыва в отдельные годы может достигать нескольких сантиметров, а в местах пересечения микроложбин земляными валами нередко происходит их полное выравнивание.

Таким образом, водорегулирующие лесополосы оказывают непосредственное большое положительное влияние на процессы, связанные со смывом почвы, и косвенное вследствие задержания части стекающей воды на уменьшение скорости роста существующих оврагов. В то же время в случаях, когда по разным причинам вдоль верхних границ лесополос происходит концентрация воды и ее нерегулированный сброс, они могут способствовать формированию новых размывов.

Прибалочные лесополосы по почвозащитным функциям существенно отличаются от водорегулирующих. Располагаясь вдоль бровки балок и лощин, они отделяют, с одной стороны, пашню от других угодий, а с другой, пологую часть склона от крутой. В этой связи их главная почвозащитная роль проявляется на землях, расположенных ниже по склону, то есть на крутых участках балок и лощин.

На вышерасположенные склоны пашни прибалочные лесополосы почти не оказывают почвозащитного влияния. Кольматирующая их роль также значительно ниже, чем у водорегулирующих лесополос. Ведь большинство прибалочных лесополос размещают не строго по горизонталям, а под некоторым углом к ним, нередко данные лесополосы пересекают различного рода понижения местности. В связи с этим стекающая с вышележащих склонов вода поступает в лесополосы не

рассредоточенно по всей их длине, а лишь по микропонижениям, то есть в работе участвует не вся площадь лесополосы, а лишь незначительная часть, составляющая, по данным К. Л. Холупяка (1973) и нашим наблюдениям, от 5 до 20% от общей ее протяженности.

Чем выше показатель мелиоративного использования, тем эффективнее кольматирующая роль водорегулирующих и прибалочных лесополос и других противоэрозионных лесонасаждений. Так, наблюдения, проведенные в 1972 г. на Донецкой противоэрозионной станции под руководством К. Л. Холупяка, показали, что, пятирядная прибалочная лесополоса из клена татарского, бирючины и дуба с мелиоративной нагрузкой 0,026 га на 1 м² лесополосы обеспечивала полное поглощение стока ливневых вод и способствовала задержанию свыше 150 кг смывтой почвы на 1 м² лесополосы. При более высоких мелиоративных нагрузках водорегулирующая и кольматирующая роль прибалочных лесополос значительно снижалась.

Основное положительное и непосредственное влияние прибалочные лесополосы оказывают на закрепление и приостановление роста оврагов с малой водосборной площадью, расположенных на крутых склонах балок и речных террас. А. С. Козменко (1963) впервые в нашей стране дал теоретическое обоснование оврагоукрепительных функций лесонасаждений. Он считал, что создание насаждений выше вершин береговых размывов (прибалочных полос) и вдоль бровок склоновых и допных размывов (приовражных полос) способствует увлажнению и затенению откосов действующих форм размыва, ведет к ускоренному их зарастанию травянистой и лесной растительностью, которая, в свою очередь, скрепляет обнаженную на откосах породу и приостанавливает рост оврагов в ширину. Для предупреждения их роста в длину предлагалось высаживать вдоль бровки у вершины больше корнеотпрысковых, грунтозакрепляющих кустарников, а водоподводящую ложбину не расплывать и не облесять, оставляя ее залуженной.

Созданные по идее А. С. Козменко прибалочные лесополосы на территории Новосильской агролесомелиоративной станции в 30-х годах полностью подтвердили правильность теоретических положений. Обследование части объектов, проведенное автором в 1973—1974 гг., показало, что все береговые овраги, выше вершин кото-

рых были созданы прибалочные лесополосы, практически прекратили рост в длину. Откосы в нижней и средней частях сплошь заросли травянистой растительностью. По дну большинства оврагов растут влаголюбивые кустарниковые и древесные породы. Частично произошло самооблесение откосов, особенно теневых экспозиций.

Верхние части откосов, которые во время создания лесонасаждений были обрывистыми, несколько выположились. Однако во многих случаях откосы на глубину до 1—1,5 м остаются почти отвесными, продолжают постепенно осыпаться, растительность на них редкая, то есть процесс естественного их выполаживания еще не закончился, а полного зарастания не произошло, хотя прошло почти пятьдесят лет.

Более детальное изучение влияния прибалочных лесополос на рост оврагов проводилось нами на производственных объектах, расположенных в степной зоне, преимущественно в Чимишлийском, Комратском и Чадыр-Лунгском районах Молдавии (Волощук, Рожков, 1970). В качестве контрольных объектов были подобраны участки пастбищных склонов, вплотную примыкающие к облесенным склонам и близкие по морфологическим показателям как самим оврагам, так и их водосборам. Полученные данные сведены в таблицу 58, из которых следует, что около 60% облесенных оврагов полностью прекратили рост, у 23% прирост был очень слабым (менее 50 см в год) и лишь у четырех оврагов (18%) среднегодовой прирост сохранялся довольно высоким.

58. Количество оврагов с различным годовым приростом в Тараклийском урочище Молдавии, защищенных прибалочными лесополосами (Волощук, Рожков, 1970), %

Особенности оврагов	Число оврагов	Среднегодовой прирост оврагов за 1958—1968 гг., м					
		прирост отсутствует	до 0,5	0,5—1	1—1,5	1,5—2	2
Защищены прибалочными лесополосами	22	59,2	22,7	9,1	4,5	4,5	—
Расположены на пастбищах	34	2,9	17,6	11,8	32,4	5,9	29,4

На необлесенных склонах только один из 34 оврагов прекратил рост и шесть оврагов (17,6%) имели слабый прирост. Остальные 80% оврагов продолжали активно расти, а одна треть их имела среднегодовой прирост более 2 м. Среднегодовой прирост, рассчитанный на одну вершину, составил на необлесенных объектах 1,6 м, а на объектах с защитными лесонасаждениями 0,27 м, или был в 6 раз меньше.

Аналогичное влияние лесополос на сокращение роста оврагов отмечено на склонах южной Молдавии вблизи Комратского и Кангазского водохранилищ. Среднегодовой прирост облесенных оврагов здесь колебался от 0,3 до 1,2 м, а на пастбищных угодьях — от 1,1 до 3 м. Отдельные необлесенные овраги, особенно вдоль дороги Кангаз — Баурчи, за 11 лет выросли вершиной на 270—314 м, то есть их среднегодовой прирост равнялся 25—30 м.

Особенностью обследованных облесенных оврагов является то, что по их откосам и дну деревья и кустарники не высаживали, а животных в течение 11 лет не пасли. Собранные материалы по зарастанию травянистой растительностью площади оврага и приовражных земель на облесенных и необлесенных оврагах представлены в таблице 59.

Обследование показало, что за 10—11 лет существенных изменений в морфологии облесенных оврагов не произошло. Вершины их сохраняются обрывистыми. Уклон откосов составляет в средней части 40—50°, а у вершины 70—80°. Слой осыпного грунта на дне оврага в большинстве случаев отсутствует, так как сток воды, хотя и незначительный, продолжается. Все это указывает на то, что процесс самомелиорации и естественного выполаживания оврагов происходит весьма медленно.

Значительные различия отмечены лишь в количестве, видовом составе, густоте и высоте травянистой растительности. На облесенных оврагах, особенно в их верховье (отрезок длиной до 20—30 м), а также на участках, где овраги прорезают несмытые и слабосмытые плодородные почвы, количество растений больше, видовой состав их разнообразнее, а надземная масса выше, чем на необлесенных оврагах, причем различия эти достигают значительных величин. Например, если на откосах облесенных оврагов (у вершины) на 1 м² было от 35 до 155 растений, а масса их на 1 м² составила от 112 до

59. Особенности растительного покрова в облесенных и необлесенных оврагах

№ оврага	Характер угодья	Место размещения пробных площадок	Расстояние площадок от вершины, м	Число растений на 1 м ²	Высота растений, см	Масса растений, г/м ²	Степень покрытия	
3-й	Лесополоса выше вершины оврага	Откос	7	155	75	305	Хорошее	
		Прибалочная полоса		219	60	1234	Очень хорошее	
23-й	Выгон	Откос	100	34	21	45	Слабое	
		Прибалочная полоса		92	50	136	Среднее	
		Откос	5	11	7	9	Единичное	
		Прибалочная полоса		21	30	29	Слабое	
		Откос		40	3	4	2	Единичное
		Прибалочная полоса		57	13	39	Очень слабое	
Откос	—	—	—	—	Отсутствует			
Прибалочная полоса	100	15	12	17	Очень слабое			
21-й	»	Откос	5	9	7	6	Единичное	
		Прибалочная полоса		60	12	16	Среднее	
28-й	Овраг внутри лесонасаждения	Откос		35	40	112	Слабое	
		Прибалочная полоса		110	40	198	Среднее	
81-й	Лесополоса шириной 70 м	Откос		78	78	238	Среднее	
		Прибалочная полоса		71	70	223	»	

305 г, то на необлесенных объектах эти показатели соответственно равнялись 9—11 и 6—9.

С удалением от вершины процесс зарастания откосов резко сокращался, особенно на участках, где овраги прорезают сильноосмытые почвы. Здесь даже под защитой лесонасаждений складываются очень жесткие условия для поселения и закрепления травянистых растений. В устьевой части зарастание откосов идет так же активно, как и в верховье.

Таким образом, из обследованных нами облесенных оврагов более половины полностью прекратили рост в длину, а около 40% продолжают расти с различной интенсивностью.

Наиболее активный рост береговых оврагов под защитой лесополос наблюдается в тех случаях, когда к вершине их подходит водоподводящая ложбина с водосборной площадью свыше 2—3 га. Овраги с площадью водосбора 1—2 га при высоте вершинного перепада менее 1 м практически полностью прекращают рост, если выше их размещается прибалочная лесная полоса. Лишь только в годы с большим слоем стока воды в отдельных оврагах с сохранившимся вершинным перепадом наблюдается незначительный прирост. Причем чаще всего это происходит не в момент стока воды, а после ее прохождения, когда за счет иссушения почвы отвесная стенка вершины отчленяется трещиной от более влажного почвогрунта и под влиянием своей массы обрушивается, тем самым как бы сглаживая перепад и уменьшая его высоту. Если после этого длительное время через вершину не проходит сток воды, обрушившийся почвогрунт уплотняется, зарастает травянистой растительностью и тем самым создает как бы залуженный водоток, который при малых расходах воды не размывается, и вершина оврага полностью затухает.

Аналогичный процесс прекращения роста береговых и вершинных оврагов под защитой лесных насаждений отмечен нами в Центрально-Черноземной (Курская область) и Нечерноземной (Орловская область) зонах, то есть там, где прирост оврагов происходит преимущественно от стока талых вод. В этих зонах вершины оврагов также часто обваливаются после прохождения стока талых вод, но происходит это чаще всего в результате замерзания и оттаивания почвогрунта. При сильных морозах выше вершинных перепадов, а также вдоль обры-

вистых откосов образуются морозобойные трещины, которые при оттепелях заполняются водой. При понижении температуры вода замерзает, что вызывает расширение трещин и как следствие ослабление сил сцепления отслоившейся массы почвогрунта. Наступает это обычно после прохождения стока талых вод.

В годы с небольшим объемом стока обрушивание почвогрунта может происходить в летний период в связи с расширением трещин при иссушении почв или при стоке ливневых вод. На оврагах с небольшими вершинными перепадами этот процесс ведет к уменьшению его высоты, естественному выполаживанию вершины и быстрому зарастанию ее травянистой растительностью.

Многие ученые после обследования таких оврагов в лесной и лесостепной зонах, особенно в летний период, считают их полностью затухшими, так как дно и откосы их вплоть до самой вершины быстро покрываются сплошным травянистым покровом. Однако при тщательном обследовании легко убедиться в ошибочности таких выводов, так как у большинства оврагов и промоин вершинный перепад высотой до 0,3—1 м сохраняется, но он бывает замаскирован хорошо развивающимся травостоем. Например, тщательное обследование всех промоин и оврагов, проведенное в 1972—1973 гг. Т. И. Костиковой под руководством автора на двух балочных системах в колхозе «Новая жизнь» Курского района Курской области на балках «Пименово» и «Ближнее», дало следующие результаты. Всего было обследовано 215 оврагов и промоин глубиной от 1 до 4,3 м и шириной от 1,5 до 11,3 м. Абсолютное большинство их имело сплошной растительный покров по дну и откосам, и по этому признаку они подходили к полностью затухшим. В действительности у большинства оврагов и промоин отмечены вершинные перепады высотой от 0,3 до 1,5 м, и эти образования являются активными, то есть продолжают расти и разрушать ценные земли.

Примерно такое же состояние наблюдалось нами при обследовании в 1976 г. совместно с экспедицией Московского государственного университета оврагов в бассейне реки Зуша в Мценском районе Орловской области, детально описанные еще в 1909—1913 гг. А. С. Козменко. В связи с тем что в течение вегетационного периода 1976 г. выпадало большое количество осадков, на откосах и по дну оврагов сформировался очень густой рас-

тительный покров, достигавший в высоту до 60—80 см и более. При таком травостое происходила полная маскировка перепадов у вершин действующих оврагов и промоин, что создавало иллюзию их полного затухания. В действительности, как показали результаты обследования, у большинства вершин сохранились перепады различной высоты, что является явным признаком активного их роста.

Другие виды защитных лесонасаждений не оказывают существенного влияния непосредственно на сокращение роста оврагов в длину, но выполняют ряд других важных функций. Например, приовражные лесополосы и сплошные насаждения на межовражных площадях улучшают условия произрастания растений на откосах оврагов, способствуют более быстрому их зарастанию травянистой и лесной растительностью и тем самым сдерживают их рост в ширину. Особенно хорошо роль приовражных лесополос проявляется в лесной зоне и северной части лесостепи, то есть в более увлажненных условиях. В степной зоне зарастание откосов оврагов под защитой таких лесонасаждений происходит значительно медленнее. Поэтому здесь целесообразно вводить в прилегающие к бровкам оврагов ряды корнеотпрысковые, засухоустойчивые породы деревьев и кустарников.

Из кольматирующих лесополос только лесонасаждения, расположенные по дну оврагов и на конусах выноса, способствуют сокращению их роста в глубину и выносу продуктов овражной эрозии. Положительная их роль особенно бывает значительной в донных оврагах с небольшим уклоном продольного профиля.

Роль прибалочных лесополос в приостановлении роста оврагов, задержании стока воды и смыва почвы, а также в повышении урожайности выращиваемых культур значительно возрастает, если в межполосном пространстве на пашне применяют агротехнические противоэрозионные мероприятия, а выше вершин действующих береговых и склоновых оврагов наряду с лесополосой устраивают водозадерживающие валы.

Интересные результаты по влиянию отдельного и совместного действия агротехнических, лесомелиоративных приемов и водозадерживающих валов на смыв почвы получены в опытах В. А. Романова и С. Л. Щекленна (1975), проведенных в Горьковской области. В вариантах опыта без прибалочных лесополос отложилось поч-

вы в прудах водозадерживающих валов при вспашке поперек склона 19,4 м³/га, а при вспашке с прерывистым бороздованием 17,4 м³/га. При аналогичных обработках почвы, но проведенных под защитой прибалочной лесополосы, смыв почвы равнялся соответственно 2,9 и 3,2 м³/га, или был в 6 раз ниже.

Согласно данным В. Ивонина и Ф. Мирошниченко (1973), проводивших исследования на территории колхоза «Рассвет» Усть-Донецкого района Ростовской области, под совместной защитой прибалочной лесополосы и водозадерживающего вала роста оврагов в течение 1969—1971 гг. не происходило, а незакрепленные вершины оврагов увеличивались в длину на 0,86—1,02 м. Водозадерживающие валы без прикрытия лесополос за 3 года значительно заилились и были не в состоянии задержать расчетный объем стока.

Помимо водопоглощающей и кольматирующей роли, прибалочная лесополоса оказывала положительное влияние на урожайность ячменя. При совместном действии лесополосы и прерывистого бороздования зяби в межполосном пространстве урожайность ячменя была на 4,1 ц/га выше, чем на контроле, в то время как применение только прерывистого бороздования повышало урожайность на 1 ц/га.

Характерно, что урожайность выращиваемых культур под защитой прибалочных и водорегулирующих лесополос увеличивается, когда последние обычно размещают в средней или нижней части склонов, где почвы бывают в различной степени эродированы.

Следовательно, под защитой прибалочных и водорегулирующих лесополос достигается не только выравнивание урожайности на эродированных почвах, но и некоторое ее увеличение по сравнению с урожайностью на несмытых почвах.

С увеличением степени расчленения склонов ложбинами и потяжинами агрономическая эффективность лесополос снижается в связи с неравномерным распределением снежного покрова, разной глубиной промерзания, неодинаковыми влажностью и созреванием почвы. На таких склонах существенно уменьшается также водорегулирующая роль лесонасаждений, так как вода по ложбинам стекает концентрированными потоками. Только этим можно объяснить случай продолжения роста оврагов, располагающихся ниже прибалочных лесополос.

В таких условиях для закрепления действующих оврагов необходимо, помимо лесонасаждений, применять специальные гидротехнические сооружения, которые могут размещаться или на пашне (различные конструкции валов-террас или валов-канал), или в лесополосах, или непосредственно у вершин оврагов отдельно либо в различном сочетании.

ПРОТИВОЭРОЗИОННАЯ РОЛЬ ТРАВ

Почвозащитная и водорегулирующая способность травянистой растительности зависит главным образом от условий формирования стока воды и ее расхода, а также от состояния травостоя. При выпадении ливневых дождей со склонов, занятых травами, величина стока бывает значительно меньше, чем с черного пара или посевов культурных растений. По данным Ш. Т. Гвазавы (1968), в среднем за 1963—1966 гг. сток с многолетних трав, посеянных на склоне крутизной 22°, составил 6,1 мм, а с пара — 46,1 мм, или почти в 8 раз выше. Смыв почвы за эти годы различался более чем в 60 раз и равнялся соответственно 0,78 и 50,33 т/га.

При стоке талых вод почвозащитная роль трав также сохраняется высокой, но водозадерживающий эффект их зависит от состояния травостоя. По наблюдениям А. М. Грина и других (1970), проведенным на склоновых землях Центрально-черноземного заповедника и Курской сельскохозяйственной опытной станции, выявлено, что на величину стока талых вод и накопление почвенной влаги за зимне-весенний период существенно влияет

60. Сток талых вод с различных угодий Курской области в среднем за 1962—1966 гг. (Грин и др., 1970)

Угодье и вид использования	Запас воды в снеге и осадки, мм	Сток, мм	Коэффициент стока	Увеличение запаса влаги в почве, мм
Зябрь	99	20	0,20	79
Стерня	121	69	0,57	52
Озимые	108	76	0,70	32
Пастбище	111	45	0,40	66
Целина заповедная:				
степь косиная	94	44	0,47	50
» некосиная	136	17	0,13	119
Естественный лес	159	0,0	0,0	159

характер использования пашни и естественных кормовых угодий (табл. 60).

Из данных таблицы видно, что только на склонах, где в течение десятилетий травы не косили, сток талых вод был примерно таким же, как с зяби, а на пастбищных и сенокосных участках он в 2,2 раза превышал сток с зяби, но был значительно меньше, чем на озимых посевах и стерне. Смыв почвы на склонах с естественным травостоем при сплошной дернине практически отсутствовал. Из этих примеров следует, что при наличии на склонах густого травостоя, используемого в качестве сенокоса или пастбища для регулируемого выпаса животных, когда не происходит разрушения дернины, смыв почвы бывает незначительным, а овраги не образуются.

Поэтому создание хорошего травянистого покрова на крутых склонах с эродированными почвами является высокоэффективным мероприятием, позволяющим надежно защитить почву от смыва и оврагообразования. Особенно надежно защищают почву от разрушения злаковые травы и травосмеси, которые создают сплошную прочную дернину. Подчеркивая высокий эффект травянистой растительности в предупреждении оврагообразования, следует отметить ее ограниченную роль в приостановлении роста оврагов. Как показали наши наблюдения, наличие выше вершин действующих оврагов травостоя, даже с очень плотной дерниной, практически не влияет на их рост в длину, особенно когда высота вершинного перепада превышает 1—2 м.

Наилучшие результаты в приостановлении роста действующих склоновых и вершинных оврагов достигаются при сочетании травосеяния на площади оврага и других мероприятий у его вершины, например при устройстве водозадерживающего или водоотводящего вала, препятствующих поступлению воды к вершине оврага, и посева трав после его выполаживания. На выположенной поверхности травостой в течение 1—2 лет создает прочную дернину, трудно поддающуюся размыву, даже если в будущем гидросооружение выше вершины оврага будет разрушено и перестанет выполнять свои защитные функции.

**ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОТИВОЭРОЗИОННЫЕ
СООРУЖЕНИЯ**

Из практики противоэрозионных работ известно, что на длинных, даже очень пологих склонах или на сложных, «гофрированных» участках организационно-хозяйственные, агротехнические и лесомелиоративные мероприятия не всегда в состоянии полностью предотвратить сток воды и концентрацию ее в потоки, а следовательно, смыв почвы и рост оврагов. Поэтому необходимо усилить противоэрозионное действие агротехнических и лесомелиоративных приемов специальными гидротехническими сооружениями. В одних случаях для усиления противоэрозионной роли водорегулирующих или прибалочных лесополос применяют водозадерживающие валы или валы-каналы. В других случаях делают валы-террасы на пашне или ступенчатые террасы на крутых горных и балочных склонах. В третьих случаях на длинных и сложных склонах, которые имеют различные уклоны, увеличивающиеся от водораздела к подножию, сооружают водоотводные (нагорные) валы и каналы, чтобы отделить нижнюю наиболее эрозионно-опасную крутую часть склона от верхней пологой части и отвести стекающую воду на неразмываемые участки, специально подготовляемые для пропуска расчетного расхода стока.

Применяемые на приводораздельных и присетевых землях (на пашне, в садах и виноградниках) гидротехнические сооружения, как правило, работают в комплексе с другими противоэрозионными мероприятиями, выполняя чаще всего вспомогательные, «сторожевые» функции, так как они призваны предупредить разрушение почвы при стоке большой массы талых или ливневых вод. При выпадении ливневых дождей с незначительным слоем осадков или при малом стоке талых вод гидротехнические сооружения на пашне работают не с полной нагрузкой, а функции защиты почвы от эрозии выполняют агротехнические приемы или лесомелиоративные насаждения.

На меньшей части водосборной площади, а именно на крутых склонах балок и лощин, в оврагах, по днищам

балок и в поймах рек при заносе их продуктами смыва и размыва гидротехнические сооружения выполняют основные функции по защите этих земель от дальнейшего разрушения, а агротехнические и лесомелиоративные мероприятия являются вспомогательными. Например, построенные у вершин оврагов или по дну гидротехнические сооружения (водозадерживающие валы, быстротоки, запруды и др.) способствуют прекращению роста оврагов сразу после их устройства, то есть они могут самостоятельно выполнять защитные функции. С другой стороны, если одновременно со строительством гидротехнических сооружений производится облесение откосов и дна оврагов, а на их водосборной площади посажены лесополосы и ежегодно применяются агротехнические противоэрозионные приемы, то надежность и продолжительность срока службы сооружений резко возрастают. В таких условиях они предупреждают рост оврагов в годы с очень большим стоком, так как противоэрозионные мероприятия, осуществляемые выше вершин оврагов на их водосборной площади, задерживают часть стекающей воды.

По противоэрозионной роли гидротехнические сооружения нами условно разделены на две группы, существенно отличающиеся по назначению, пространственному размещению на местности и защищаемой ими площади. К первой группе относятся сооружения, размещаемые на водосборной площади оврагов, балок или на склонах речных долин. Основной их функцией является сокращение размыва почвы, частичное задержание стекающей воды на обрабатываемых землях склонов (в полевых севооборотах, садах, виноградниках и т.д.) и безопасный сброс незарегулированного стока. Кроме того, они уменьшают опасность нового оврагообразования и сокращают рост существующих оврагов. В группу входят следующие гидротехнические сооружения: валы-террасы на пашне, ступенчатые террасы на крутых склонах, валы и вали-каналы, устраиваемые в водорегулирующих и прибалочных лесополосах, нагорные каналы. Во вторую группу включают сооружения, размещаемые непосредственно в оврагах. Их главным назначением является прекращение роста оврагов в длину, ширину и глубину и предупреждение нового оврагообразования. Эти сооружения защищают локальные по площади объекты, нижние наиболее крутые части склонов балок и речных долин от раз-

рушения, а ценные пойменные земли, реки и водоемы от заилиения продуктами овражного размыва.

Из гидротехнических сооружений данной группы наиболее часто применяются следующие: 1) чтобы прекратить рост оврагов в длину — водозадерживающие валы, водоотводящие валы и каналы, а также перепады, консоли и быстротоки различных конструкций; 2) чтобы прекратить рост оврагов в глубину — поперечные запруды и плотины (бетонные, каменные, земляные, фашиновые и плетневые); 3) чтобы укрепить откосы оврагов и предупредить их рост в ширину — подпорные стенки.

ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ НА ВОДОСБОРЕ

Валы-террасы на пашне предназначены для задержания стока талых и ливневых вод расчетной обеспеченности, сокращения смыва почв и оврагообразования. В отличие от агротехнических противоэрозионных приемов (вспашка с почвоуглублением, лункование, бороздование, щелевание, снегозадержание, регулирование снеготаяния, плоскорезная и безотвальная обработка и др.), оказывающих почвозащитное и гидрологическое влияние в течение одного года или сезона, валы-террасы на пашне, или, как их часто называют, валы с широким основанием являются противоэрозионным приемом длительного действия.

Первые валы-террасы были построены конными плугами и испытаны в конце XIX в. в Тамбовской губернии. Несмотря на положительный эффект, они не распространились в то время в сельском хозяйстве из-за низкой производительности работ.

Оснащение сельского хозяйства высокопроизводительными машинами и орудиями способствовало широкому внедрению этого весьма эффективного приема в странах, где интенсивно проявляется водная эрозия почв. На больших площадях данный прием применяется сейчас в США, Австралии, Новой Зеландии и в других странах.

В нашей стране к производственному испытанию валов-террас приступили в 60-х годах. В последние годы они построены на значительных площадях в Донецкой, Николаевской, Одесской, Запорожской, Киевской, Ворошиловградской и Курской областях. В совхозе «Тимирязевский» Амвросиевского района Донецкой области к

концу 1976 г. валы-террасы были созданы на площади 1834 га и подготовлены проекты на их сооружение еще на площади 1296 га. В колхозе им. Кирова Вознесенского района Николаевской области валы-террасы защищают 576 га пашни на склонах до 5° .

В зависимости от назначения валы-террасы подразделяют на наклонные и горизонтальные. Наклонные валы-террасы надежно защищают почву от смыва, а нижележащие склоны балочной и речной сети от оврагообразования, они также часто задерживают сток талых и ливневых вод. Применять валы-террасы рекомендуется в зоне избыточного увлажнения, а в других зонах на почвах тяжелого механического состава с низкой водопроницаемостью.

На местности эти валы размещаются наклонно к горизонталям. Максимальный уклон их в концевой части не должен превышать 0,005 или 0,5 м на 100 м длины террас, а в начальной и средней частях — соответственно 0,0008—0,0015 и 0,002—0,003. При таком переменном уклоне валы-террасы наиболее надежно выполняют водозадерживающие и почвозащитные функции. Длина таких террас при одностороннем сбросе воды может достигать 400—500 м, а при сбросе в двух направлениях — 800—1000 м.

Горизонтальные террасы предназначаются для полного задержания стока талых и ливневых вод расчетной обеспеченности. Так же как и наклонные террасы, они способствуют сокращению или полному предупреждению эрозионных процессов. Размещают их строго по горизонталям местности или с незначительным отклонением от них на локальных участках, на которых имеются небольшие ложбины и потяжины. В зависимости от величины задерживаемого стока воды их строят с закрытыми или полуоткрытыми концами.

С закрытыми концами террасы строят на хорошо водопроницаемых почвах в районах недостаточного увлажнения. На большей части степной и лесостепной зон страны можно рекомендовать горизонтальные террасы с полуоткрытыми концами-шпорами с пологими откосами. Высота таких шпор должна быть на 10—15 см ниже высоты террасы, что при незначительных величинах стока позволяет его задержать полностью, а при большом стоке, когда прудки переполняются, избыток воды переливается через шпоры и отводится по залуженным водотокам.

Горизонтальные валы-террасы, задерживая значительное количество стекающей воды, способствуют лучшему увлажнению почвы. Однако существенный их недостаток заключается в том, что, располагаясь строго по горизонталям местности, они получаются извилистыми, а межтеррасное пространство — различным по ширине. Это усложняет работу машин на террасированных полях, особенно при выращивании пропашных культур. В последние годы в производстве начали широко применять валы-террасы с параллельным размещением их на местности. В этом случае расстояние между террасами на всем их протяжении сохраняется одинаковым и резко сокращается число клиньев. Все это значительно улучшает качество проведения сельскохозяйственных работ и повышает производительность машин.

Валы-террасы независимо от их назначения рекомендуется размещать на пологих склонах крутизной до $4-5^\circ$. Террасы строят высотой до $0,5-0,7$ м с пологими обрабатываемыми откосами. Для удобства работы современных машин заложение откосов (отношение высоты вала к длине откоса) рекомендуется $1:6-1:8$, а для широкозахватных орудий — $1:10-1:12$. Применение валов-террас на склонах круче 5° вызывает увеличение объема работ при их сооружении. К тому же на таких склонах невозможно построить террасы со всеми пологими откосами. Поэтому в случае строительства террас на склонах $5-8^\circ$ нижний (сухой) откос делается крутым, а чтобы он не разрушался, его залужают многолетними травами (Ванин и др., 1976).

Наряду с валами-террасами во всех зонах нашей страны на террасированных участках обязательно нужно устраивать залуженные водотоки. Их назначение — отвести излишки воды, не задержанной террасами, на дно гидрографической сети. Ширина водотоков рекомендуется от $4,5$ до 10 м. Их целесообразно размещать на естественных ложбинах и потяжинах. Если их нет, то делают искусственные понижения, при этом дно водотока должно быть ниже прилегающей поверхности поля на $20-30$ см. На водотоках высевают многолетние травосмеси из бобовых и злаковых трав. Если водотоки делают одновременно с сооружением террас, то после посева трав их покрывают мульчей.

Строительство валов-террас может осуществляться различными орудиями с отвальными рабочими органа-

ми: плугами, грейдерами, бульдозерами, террасерами. Наиболее часто применяют комбинированный метод строительства валов-террас при помощи отвальных плугов и грейдеров. Бульдозеры и скреперы в случае необходимости используют для планировки поверхности поля, заравнивания промоин и неглубоких оврагов.

Научные и производственные опыты, проведенные в последние годы в различных зонах страны, убеждают в том, что валы-террасы являются мощным противоэрозионным средством и способствуют повышению урожайности выращиваемых культур.

В опыте Всесоюзного научно-исследовательского института защиты почв от эрозии, заложенном в 1971—1972 гг. на территории колхоза им. Дзержинского Курского района Курской области, изучали влияние валов-террас на сток воды, смыв почвы, накопление влаги и урожайность возделываемых культур. Опытный участок расположен на склоне юго-восточной экспозиции крутизной от 1 до 4°. Почвы — темно-серые лесные разной степени смывости среднесуглинистые. Длина опытных делянок вниз по склону 300 м, ширина 100 м. Площадь каждого варианта 3 га. Между вариантами созданы залуженные водотоки шириной 10 м. Валы-террасы на вариантах размещались по склону через 21,6; 32,4 и 43,2 м. Контролем служил участок без террас. Высота валов после окончания строительства и усадки грунта в среднем составляла 35—40 см, заложение откосов 1:8—1:10. В каждом варианте устанавливали стоковое оборудование для учета стока воды и смыва почвы.

Проведенные наблюдения показали, что на террасированных склонах меньше сдувается снега в балки и овраги, в результате чего он равномернее распределяется по площади, а почва промерзает на меньшую глубину и поглощает больше воды в период весеннего стока (табл. 61).

По материалам учета стока воды в среднем за 1972—1978 гг., на контрольном нетеррасированном участке стекло 28 мм, или 38% от общего количества воды, содержащейся в снеге, и выпавших осадков за период стока. В вариантах с террасами при расстоянии между ними 21,6 м сток фактически отсутствовал, а при расстоянии 32,4 и 43,2 м он был соответственно 3 и 7 мм. На участках с межтеррасным пространством 32,4 мм в среднем за годы наблюдений задерживалось воды на 320 м³/га

61. Сток талых вод и смыв почвы на террасированных и нетеррасированных участках (Подгорный, Рожков, Зарудный, Бутенко, 1978)

Год	Показатели	Контроль	Противо-эрозийная обработка	Залуженный водоток между террасами	Валы террасы с межтеррасным пространством, м		
		без валов-террас			43,2	32,4	21,6
1972	Запас воды в снеге, мм	36	—	45	34	37	40
	Сток воды, мм	22	—	37	5	2	1
1973	Смыв почвы, т/га	12,0	—	3,0	0,2	0	0
	Запас воды в снеге, мм	56	—	57	60	62	76
	Сток воды, мм	45	—	55	20	9	2
1974	Смыв почвы, т/га	0,8	—	0	0,1	0	0
	Запас воды в снеге, мм	59	59	114	68	75	76
	Сток воды, мм	41	25	70	18	9	1
1975	Смыв почвы, т/га	0,9	—	0	0	0	0
	Запас воды в снеге, мм	51	—	80	—	53	—
	Сток воды, мм	0	—	55	—	0	—
1976	Смыв почвы, т/га	0	—	0	—	0	—
	Запас воды в снеге, мм	122	126	146	115	118	122
	Сток воды, мм	19	6	42	0	0	0
1977	Смыв почвы, т/га	0,2	0	0	0	0	0
	Запас воды в снеге, мм	121	124	157	131	143	153
	Сток воды, мм	40	24	65	0	0	0
1978	Смыв почвы, т/га	4,8	1,4	0	0	0	0
	Запас воды в снеге, мм	144	—	—	—	195	—
	Сток воды, мм	104	—	—	—	10	—
	Смыв почвы, т/га	5,9	—	—	—	0	—

Примечание. Запасы воды в снеге включают и выпавшие осадки за период стока.

больше, чем на контроле, а в 1974 и 1977 гг. различия составили 460 и 620 м³/га.

Задержание весеннего стока валами-террасами существенно улучшает режим влажности на склонах, особенно в выемочной части и прилегающей к ней полосе. Площадь дополнительного увлажнения зависит от уклона склона и ширины межтеррасного пространства и изменяется от 12 до 26%. На склонах 1—2° и частом расположении валов-террас площадь дополнительно увлажненной почвы бывает больше, чем на более крутых склонах и в широких межтеррасных пространствах. Поэтому при размещении валов-террас на значительном расстоянии друг от друга, чтобы равномернее увлажнить почву и задержать больший слой стекающей воды, на межтеррасной площади обязательно нужно применять агротех-

пшеческие противоэрозийные мероприятия. Такое сочетание гидротехники с почвозащитной агротехникой оказывается наиболее эффективным.

Смыв почвы от стока талых вод в годы наблюдений был небольшим. На контроле он был равен в среднем 3,1 т/га, а на террасированных участках практически отсутствовал. Очень высокий почвозащитный эффект валов-террас отмечен в июне 1974 г. при выпадении ливневых дождей. На опытном участке, который был занят посевами кукурузы, смыв почвы, определенный по объему струйчатых размывов, составил на контроле 190 т/га, в то время как на террасированных участках он не превышал 1,5—8,7 т/га.

Урожайность выращиваемых культур в вариантах с террасами, согласно данным В. К. Подгорного, в первый год после строительства террас была примерно такой же, как и на контроле, а в последующие годы, как правило, на 7—20% выше (табл. 62). Некоторое снижение урожайности в первые годы отмечается лишь на выемочных откосах террас, что связано с понижением плодородия почвы в выемках в связи со снятием части верхнего гумусового слоя почвы при строительстве террас.

62. Урожайность сельскохозяйственных культур на террасированном и нетеррасированном участках в среднем за 1972—1975 гг., ц/га

Вариант опыта	1972 г.	1973 г.	1974 г.	1975 г.
	вико-овсяная смесь (зеленая масса)	ячмень (зерно)	кукуруза (зеленая масса)	овес (зерно)
Нетеррасированный участок	162	21,0	243	30,2
Валы-террасы с расстоянием 21,6 м	165	25,5	284	36,1
Валы-террасы с расстоянием 32,4 м	162	25,9	271	36,0
Валы-террасы с расстоянием 43,2 м	147	26,5	236	28,7

Примечание. Под вико-овсяную смесь вносили $N_{30}P_{20}$, под ячмень — $N_{40}P_{40}K_{10}$, под кукурузу — $N_{70}P_{50}K_{60}$, под овес — $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Особенно высокий почвозащитный, гидрологический и агрономический эффект валов-террас отмечается в районах недостаточного увлажнения и с частым выпадением ливневых дождей. По данным К. Н. Бобкова (1977),

в совхозе «Тимирязевский» Амвросиевского района Донецкой области, где валы-террасы построены на площади 1834 га с расстоянием между ними 120—150 м, урожайность озимой пшеницы в 1976 г. была выше на 15-метровой полосе вверх от террасы на 10,3 ц/га, на гребне террасы на 14,3 ц/га и на 11-метровой полосе ниже террасы на 14 ц/га по сравнению с урожайностью в межтеррасном пространстве (35—36,4 ц/га). Прибавка урожая зерна ячменя в затопляемой части террас равнялась 3,5 ц/га при урожайности на межтеррасной площади 26,5 ц/га. При выпадении 28 августа 1975 г. на территории совхоза ливня со слоем осадков 48 мм террасы полностью задержали весь сток воды. Ширина прудка, заполненного водой, достигала 13—16 м, а глубина воды в средней части выемок была 25—30 см. Каждый километр вала-террасы задержал около 4000 м³ воды.

В колхозе им. Жданова Куйбышевского района Запорожской области в августе 1975 г. за 1 ч 20 мин выпал ливень слоем 56 мм. На полях этого хозяйства, где построены валы-террасы, по данным Запорожского филиала института «Укрземпроект», не было отмечено смывов и размывов почвы, в то время как на аналогичных склонах без террас образовались глубокие размывы, а по ложбинам и потяжинам вместе с почвой оказались частично смытыми посевы кукурузы и подсолнечника.

В колхозе им. Кирова Вознесенского района Николаевской области построены преимущественно параллельные валы-террасы на площади 576 га. В зависимости от крутизны склона их размещают через 30—50 м. Заложение откосов 1:6 — 1:8. Террасы построены на склонах крутизной от 1 до 5°. По наблюдениям агронома колхоза В. И. Гуляк (1977), сток талых вод в 1977 г. с террасированных полей отсутствовал. Вода, задержанная валами, покрывала примерно четвертую часть всей затеррасированной площади.

Таким образом, научные и производственные опыты убеждают в том, что валы-террасы на пашне при правильном их проектировании, строительстве и эксплуатации способны задержать строго расчетное количество стока талых и ливневых вод, существенно сокращать смыв почвы и оврагообразование, повышать урожайность сельскохозяйственных культур. Основным их недостатком является то, что на террасированных полях несколько усложняется работа машин и орудий и неравномерно

увлажняется площадь межтеррасных пространств. Последний недостаток можно значительно уменьшить, если валы-террасы сочетать с применением агротехнических противоэрозионных приемов в межтеррасном пространстве.

Ступенчатые террасы выполняют те же функции, что и валы-террасы, но применяются они на склонах крутизной свыше $8-10^\circ$. Создание ступенчатых террас — один из древнейших приемов борьбы с эрозией и рационального использования склоновых земель повышенной крутизны для выращивания различных культур.

Сущность данного террасирования заключается в делении длинного склона на ряд ровных или пологих площадок, разделенных между собой откосами различной крутизны, что создает лучшие условия для обработки почвы и выращивания культур на ранее труднодоступных склоновых землях и ведет к резкому ослаблению или полному прекращению стока воды и разрушения почвы.

Для получения ровных площадок необходимо снять (вынуть) слой почвы с верхней части площадки (полосы) и переместить (насыпать) его в нижнюю часть площадки. Поэтому эти террасы часто называют выемочно-насыпными.

В послевоенные годы была разработана технология строительства террас различными орудиями под виноградники, сады и лесонасаждения.

В настоящее время во многих странах, в том числе и в Советском Союзе, сооружаются террасы или с обратным уклоном полотна до $3-6^\circ$, или с прямым уклоном до 3° , или с горизонтальным полотном. В Молдавии, например, в основном строят террасы с прямым уклоном полотна $3-4^\circ$ (Рожков, 1963; Федотов, 1961). Считается общепризнанным, что придание полотну террасы прямого уклона ведет к сокращению объема земляных работ, к уменьшению испаряющей поверхности, к увеличению выхода полезной площади, к меньшему срезу плодородного слоя почвы с выемочной части полотна, а также дает ряд других преимуществ (табл. 63).

Основным недостатком террас с прямым уклоном принято считать то, что они сбрасывают часть стекающей воды со склонов и тем самым являются опасными в противоэрозионном отношении. Однако многолетняя практика террасирования склонов показала, что незначитель-

63. Сравнительные данные террас с прямым и обратным уклоном полотна при крутизне склона 20° и шириной полотна 5,5 м, по данным В. С. Федотова (1961)

Показатели	Поперечный профиль	
	с прямым уклоном 3°	с обратным уклоном 3°
Выход полезной площади, %	59,8	52,8
Объем земляных работ на склоне, м ³	1570	2016
Стоимость земляных работ на 1 га, руб.	361	464
Максимальная глубина выемки, м	0,84	1,10
Длина поверхности поперечного сечения террасы (испаряющая поверхность), м	9,26	10,56

ное разрушение террас эрозионными процессами наблюдается только в первые годы после их строительства, когда на полотне и особенно на откосах отсутствует растительный покров. При этом, как показали материалы полевого обследования, чаще разрушаются террасы, имеющие обратный поперечный и значительный продольный уклон полотна (табл. 64).

64. Влияние поперечного и продольного уклона полотна на проявление эрозии

Поперечный профиль полотна	Продольный профиль полотна*	Число обследованных объектов		
		всего	в том числе	
			без эрозионных образований	с наличием размывов, промоин и оврагов
Прямой	Горизонтальный	20	17	3
	Волнистый	15	10	5
Горизонтальный	Горизонтальный	11	9	2
	Волнистый	—	—	—
Обратный	Горизонтальный	14	11	3
	Волнистый	14	3	11

* К горизонтальному продольному уклону отнесены объекты с уклоном полотна менее 3°, а к волнистому — с уклоном более 3°.

Накопленные материалы указывают на то, что поперечный профиль террас сам по себе существенно не влияет на проявление эрозии почв. Значительно большее проявление эрозионных процессов зависит от продольного

профиля. Поэтому при сооружении террас необходимо стремиться к тому, чтобы продольный профиль полотна не превышал $1-3^\circ$, а длина отрезков полотна с такими уклонами была меньше 50 м.

Существенное влияние на размыв террас оказывает их удаленность от водораздела. Проведенное нами обследование большого числа затеррасированных объектов показало, что если выше ступенчатых террас имеются склоны длиной более 150—200 м, то существует реальная опасность возникновения на террасированных участках склонов промоин и оврагов. Причем эта опасность тем больше, чем длиннее склон выше террас (табл. 65). Поэтому при удаленности террас от водораздела на расстоянии более 200 м целесообразно устраивать выше террасируемого участка водоотводную (нагорную) канаву, которая предотвращает подток воды на террасы с вышележащей площади и тем самым предохраняет их от разрушения. Такие канавы особенно необходимы при выращивании на террасах плодовых и виноградных насаждений.

65. Проявление эрозионных процессов при различном удалении террас от водораздела (площадь обследованных террас 2128 га)

Расстояние террас от водораздела, м	Число обследованных объектов			Количество поврежденных объектов, %
	без эрозионных образований	имеют эрозионные образования		
		размонны	промоины и овраги	
До 200	32	7	3	24
200—300	4	—	3	43
300—500	1	1	—	50
Более 500	1	2	1	75

В стране накоплен большой опыт по механизированному строительству террас. За последние десять лет для этого были проверены различные способы и механизмы. В настоящее время наиболее широко распространилась технология строительства плантажными и обычными плугами (напашные террасы) и террасерами.

Напашное террасирование склонов выгодно отличается от всех других видов террас. Для их сооружения не требуется специальной землеройной техники, поэтому оно доступно каждому хозяйству, которое имеет план-

тажные или полевые плуги общего назначения и гусеничные тракторы, способные работать на склонах крутизной до 15°.

Сущностью напашного террасирования является постепенное перемещение почвы с верхней части отведенной под террасу полосы в нижнюю. Формирование полотна напашных террас заданных размеров происходит за счет проведения на полосе определенного числа повторных односторонних вспашек.

Наиболее распространенная схема строительства напашных террас плугами «Труженик» сводится к следующему. Трактор с плугом, проходя в 0,5—1 м от линии, обозначающей на местности нижнюю границу террасы (полосы), пашет почву на глубину 25—27 см и отваливает пласт на нераспаханную полоску (берму). Сделав холостой заезд, проводит второй проход по полосе, затем третий. Таким образом распахивают всю полосу вплоть до верхней границы будущей террасы. После окончания первой вспашки полосу пахут второй раз с отваливанием почвы только в одну сторону далее вниз по склону, после второй вспашки делают третью, четвертую и так продолжают до тех пор, пока не сформируется терраса заданных размеров.

Число вспашек, необходимое для строительства напашных террас, зависит от ряда факторов, основными из которых являются крутизна склонов, ширина и поперечный профиль полотна террас.

Чем круче склон и шире полотно террасы, тем большее число вспашек требуется для формирования напашных террас (табл. 66). Производительность работ при строительстве напашных террас составляют 0,6—0,8 га за смену.

66. Число вспашек, необходимых для сооружения напашных террас с уклоном полотна 3°

Ширина полес до террасирования, м	Крутизна склона, град			
	8	12	16	20
2	1	1—2	2	2—3
4	2	2—3	3—4	4—5
6	2—3	4—5	5—6	7
8	3—4	5—6	6—7	8—9

При строительстве террас плантажными плугами операции осуществляются в следующей последовательности. Склон разбивают на полосы, ширина которых соответствует ширине будущих террас. Границы полос пропахивают плугом. Работы по террасированию начинают с нижней части склона. Трактор с планажным плугом, установленным на глубину 30—35 см, проходит вдоль линии, которая обозначает нижний край будущего полотна террасы, и пропахивает борозду с отвалом пласта вниз по склону.

После холостого заезда вдоль первой пропахивают вторую борозду глубиной 40—45 см. Третью и все последующие борозды пропахивают при полном заглублении плуга. Каждый проход планажного плуга соответствует примерно 0,8 м готового полотна будущей террасы. Из этого расчета и определяют число проходов планажного плуга при сооружении террас различной ширины.

Таким образом, сущностью планажного террасирования также является напашка почвы в нижней части террасы и отпашка ее с верхней. Однако получить при этом полотно террасы с заданным поперечным профилем сразу не удастся. Поэтому для полного формирования полотна и откосов террас с заданными параметрами необходимо применять грейдер.

Планажное террасирование проводят на склонах крутизной до 15—18°.

На более крутых склонах строительство террас осуществляется различными конструкциями террасеров или универсальным бульдозером. Строительство террас универсальным бульдозером складывается из следующих операций. После разбивки участка на полосы и пропашки борозд, обозначающих на местности границы будущих террас, бульдозер приступает к формированию полотна. Строительство террас начинают с верхней части склона. Нарезают террасы по общепринятым в производстве технологиям.

Насыпной откос бульдозерных террас образуется в процессе перемещения грунта из выемочной части в насыпную, а выемочный откос формируется грейдером. Ввиду того что при нарезке террас на полотне не образуется рыхлого слоя, необходимо почву глубоко рыхлить. Для этого используют глубокорыхлитель или плуг со снятыми отвалами.

Бульдозерные террасы можно строить на склонах крутизной до 25—30°, а при помощи террасеров до 35—40°.

Определение мощности рыхлого слоя почвы на полотне террас, построенных различными способами, показало, что эта величина существенно зависит от способа террасирования (табл. 67).

67. Мощность рыхлого слоя почвы на террасах, построенных различными способами, на склоне крутизной 14—16°, см

Ширина полотна террас, м	Способ террасирования	Расстояние от выемочного откоса, м				
		1	2	3	4	5
3,5	Бульдозерный	3—8	2—5	24—30	—	—
	Плантажный	27—30	48—60	58—76	—	—
	Напашной	23—34	40—48	50—56	—	—
5,0	Бульдозерный	3—6	5—8	10—14	28—36	42—56
	Плантажный	25—32	40—46	55—62	60—70	80—92
	Напашной	19—28	36—39	40—46	46—52	60—63

Примерно аналогичная картина наблюдается и по распределению гумуса поперек полотна террас. В лучшем положении всегда бывают террасы, построенные плантажным и напашным способами и в худшем положении террасы, созданные с помощью бульдозера и террасера (табл. 68).

68. Содержание гумуса в слое 0—50 см на полотне террас шириной 4—5 м, построенных различными способами, на склоне крутизной 14—16°, %

Способ террасирования	Относительное содержание гумуса до террасирования, %	Содержание гумуса после террасирования, %		
		в 1 м от выемочного откоса	в средней части полотна	в 1 м от насыпного откоса
Бульдозерный	100	52	91	90
Плантажный	100	82	98	81
Напашной	100	71	96	99

Почвенные условия склонов, на которых проводят террасирование, значительно хуже, чем на равнинах. В процессе нарезки террас почва еще больше обедняется питательными веществами, особенно в выемочной части. Чтобы создать на террасах нормальные условия для роста и развития растений, а также для лучшего впитывания выпадающих осадков, необходимы дополнительные

работы по окультуриванию полотна террас. С целью увеличить водопоглощение и аэрацию почвы проводят глубокое рыхление выемочной части полотна напашных и плантажных террас или всего полотна бульдозерных террас.

Для повышения плодородия почвы, кроме минеральных туков, следует вносить повышенные дозы органических удобрений.

Террасы — это долголетние противозерозионные сооружения. Поэтому, как и за любым техническим устройством, за ними необходим постоянный присмотр. Строительство террас — это первый кратковременный этап, а сохранение террас в хорошем состоянии в течение десятилетий является основой культурного земледелия.

Из других гидротехнических сооружений, применяемых на водосборной площади, распространились **валы-каналы** различных конструкций.

При глубоком промерзании почвы каналы устраивают глубиной до 1,5 м и размещают в нижнем междурядье водорегулирующих лесополос, а вал высотой 0,6—0,7 м — по нижней опушке лесополосы. Каналы делают прерывистыми, а валы — с перемычками (чтобы образовывались замкнутые прудки). Основное назначение валов-каналов — перехватить подтекающую с вышележащих склонов воду и создать временный подпор воды на всей площади лесополосы и тем самым защитить почву от смыва на нижележащих склонах. Такое сочетание гидротехники с лесомелноразницей, как отмечалось выше, способствует значительному сокращению стока талых и ливневых вод, особенно когда лесополосы расположены строго по горизонталям местности.

Для районов страны с неглубоким промерзанием почвы Всероссийский институт виноградарства и виноделия им. Я. И. Потапенко рекомендует устраивать каналы глубиной до 0,4—0,5 м и валы аналогичной высоты с размещением их как в лесополосе, так и в межполосном пространстве. Чтобы усилить поглощение воды каналом, ее заполняют мульчирующими материалами. Полевой откос вала делают пологим с заложением 1:6 — 1:12 и удобным для обработки почвы. Недостатком таких валов-каналов, размещенных на склонах, где выращивают полевые культуры, является некоторое усложнение работы машин и незначительное уменьшение используемой пашни. Однако на склонах с интенсивным проявлением

эрозии указанные недостатки полностью компенсируются сохранением плодородия почвы и повышением урожайности возделываемых культур.

В предыдущей главе отмечалось, что сочетание лесополос с валами-канавами позволяет задержать около 15—20 мм воды на серых лесных и каштановых почвах и 30—35 мм на черноземах. Следовательно, в условиях, когда сток превышает указанные размеры, он полностью не будет задерживаться и его излишки должны безопасно сбрасываться. При применении валов-террас данный вопрос решается путем устройства через определенные расстояния залуженных водотоков. Это относится и к использованию валов-каналов. Если залуженные водотоки не будут устроены, то сохранится опасность прорыва и разрушения валов-каналов и усиления смыва почв в годы с объемом стока, превышающим расчетную величину.

СООРУЖЕНИЯ, ЗАКРЕПЛЯЮЩИЕ ОВРАГИ

Водоудерживающие валы применяют, чтобы приостановить рост береговых, склоновых и концевых оврагов, а также предупредить повторное оврагообразование при их засыпке и выполаживании. Данные валы способствуют также увлажнению прилегающих к оврагам земель и предупреждают поступление овражных наносов в реки и водоемы.

Водоудерживающие валы являются наиболее доступными и эффективными гидротехническими сооружениями в борьбе с оврагами. Они представляют собой земляные сооружения, ограниченные на концах шпорами. Назначение последних — создать емкость (прудок) для задержания стекающей воды. В зависимости от объема воды, поступающей с водосборной площади в прудок, валы можно рассчитывать на полное или частичное задержание стока. При частичном задержании стока на концах шпор устраивают задернованные водосливы. В практике борьбы с оврагами наиболее часто создают валы следующих размеров: строительная высота 1,3—2,2 м, ширина по гребню 2—2,5 м, заложение мокрого откоса 1:2, а сухого откоса 1:1,5. Основными требованиями к качеству строительства валов являются: уплотнение насыпного грунта, строгая горизонтальность гребня вала, концы шпор по гребню не должны превышать гребень вала при полном задержании расчетного стока, задерно-

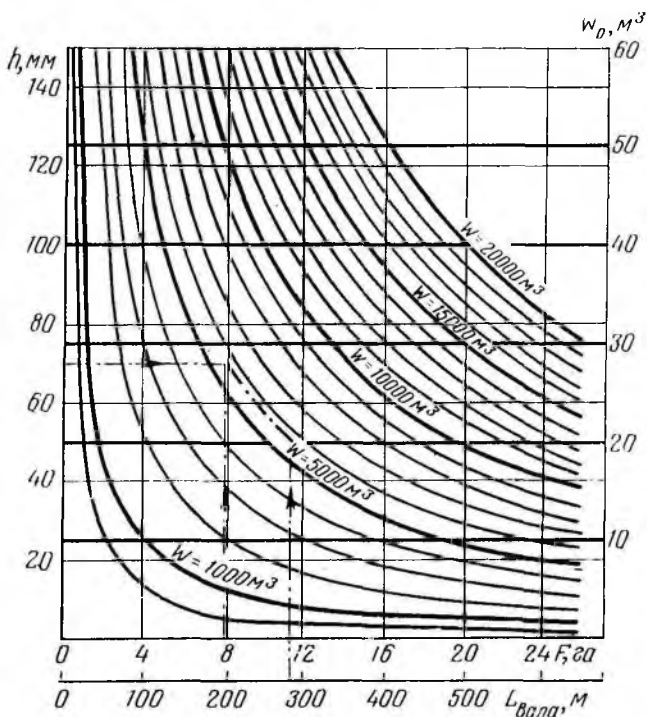


Рис. 22. График для определения суммарного объема стока (W) и потребной водозадерживающей способности вала (W_0) при различных значениях площади водосбора оврага (F), длине вала (L) и слоя стока воды (h).

ванные водосливы должны быть на 15 см ниже гребня вала (при частичном задержании стока), залужение вала и шпор.

Из строительных элементов вала на объем задерживаемой воды влияют главным образом высота и длина, а из природных — уклон склона в месте размещения прудка. При прочих равных условиях с увеличением уклона склона емкость прудка уменьшается. Это общая закономерность, присущая любой природной зоне. Особенно резкое снижение емкости прудка происходит при крутизне склона более $3-4^\circ$ (рис. 22).

Объем воды, поступающей в прудок вала, в основном зависит от размера водосборной площади и величины

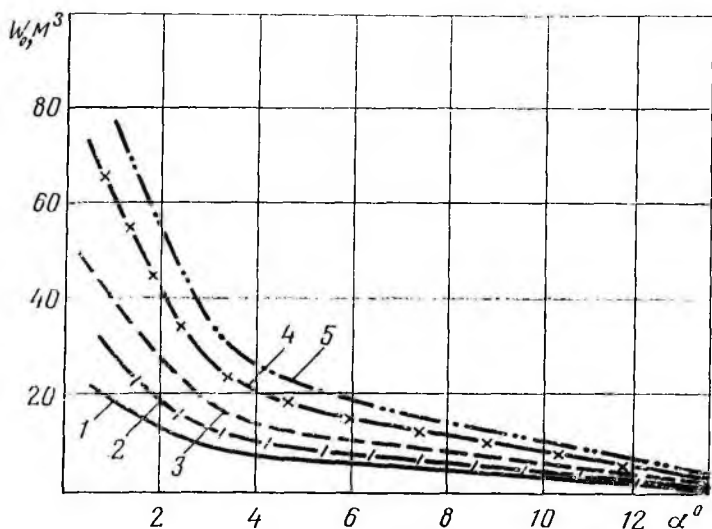


Рис. 23. График связи между водозадерживающей способностью вала (W_0), строительной высотой ($h_{\text{стр}}$) и уклоном склона (α):
 1 — $h_{\text{стр}}=1,3$ м; 2 — $h_{\text{стр}}=1,5$ м; 3 — $h_{\text{стр}}=1,7$ м; 4 — $h_{\text{стр}}=2$ м; 5 — $h_{\text{стр}}=2,2$ м.

стока талых и ливневых вод 10%-ной обеспеченности. Для расчетов принимается сток, обеспечивающий больший объем.

Показатель величины стока изменяется в широком диапазоне. В степной зоне он обычно не превышает 20—30 мм, в лесостепной — 50—90 мм, а в лесной достигает 120 мм и более (см. рис. 22). Наивысшая противоэрозионная эффективность валов достигается, когда объем воды, задерживаемой прудком, равняется объему стока с водосборной площади.

Учитывая, однако, что водосборная площадь оврагов и величина стока изменяются в значительных пределах, а емкость прудка ограничивается крутизной склона, высотой и длиной вала, равенство между объемом прудка и объемом стока устанавливается не всегда. Наоборот, чаще объем стока превышает объем прудка водозадерживающего вала. В таких случаях возникает необходимость строительства валов для закрепления только оврагов, имеющих малые водосборные площади или вершины которых размещаются на пологих склонах.

С учетом этих ограничений для условий Украины, например, рекомендуется применять валы для закрепления оврагов на склонах без ложбин, если водосборная площадь их не превышает 15 га, а уклон склона 8° , а для оврагов с выраженной ложбинчатостью склонов — соответственно 10 га и $5\text{--}6^\circ$.

В Молдавии для закрепления оврагов валами предельная водосборная площадь при крутизне склонов до 2° допускается 20 га, при $2\text{--}4^\circ$ — 15 га, $4\text{--}6^\circ$ — 10 га, а при $8\text{--}10^\circ$ — 5 га. Для ряда регионов РСФСР предельные значения рекомендуются по водосборной площади 20—25 га, а по крутизне склона до $6\text{--}7^\circ$. Такие рекомендации являются слишком общими, так как они не учитывают колебаний в величинах стока воды 10%-ной обеспеченности для разных природных зон, а также различий в высоте и длине валов. Автором совместно с Г. А. Дмитриевой на основании расчетных данных построен ряд графиков, позволяющих без сложных вычислений выполнить варианты проработки и определить наиболее рациональные размеры вала по высоте и длине для конкретной водосборной площади, уклона склона и величины стока 10%-ной обеспеченности в любой природной зоне страны.

Графики построены для водозадерживающих валов строительной высотой от 1,3 до 2,2 м, шириной по гребню 2,5 м, заложением откосов: мокрого 1:2, сухого 1:1,5, выемки 1:4. Величина стока взята от 10 до 150 мм, площадь водосбора от 1 до 25 га и уклон склона от 1 до 15° .

Пользование графиками сводится к следующему.

1. Для конкретной природной зоны по карте стока определяют величину стока 10%-ной обеспеченности. Для вариантов проработок принимают сток (талых или ливневых вод), обеспечивающий большую величину.

2. По топографическому плану находят площадь водосбора у вершины оврага, для закрепления которого проектируется вал, и измеряют ширину водосбора в месте размещения вала.

3. На графике (см. рис. 22) по величине стока определяют объем стока с данной водосборной площади.

4. По объему стока и примерной длине вала (равной ширине водосбора в месте его размещения) рассчитывают потребную водозадерживающую способность одного погонного метра проектируемого вала или находят ее по графику (см. рис. 22).

5. По графику (рис. 23) находят строительную высоту вала, которая обеспечивает требуемую водозадерживающую способность вала при данной крутизне склона. Среднюю крутизну склона в зоне прудка определяют по 2—3 замерам на топографическом плане. Если при максимальной высоте вала его фактическая водозадерживающая способность ниже требуемой, то рассчитывают длину вала и путем ее деления на ширину водосбора устанавливают число необходимых валов. После чего принимают решение строить несколько валов или ограничиться одним, а избыток воды отвести через водосливы на дно гидрографической сети.

Из анализа графика следует, что в любой зоне страны при одинаковой высоте вала водозадерживающая способность его уменьшается с увеличением крутизны склона. Наибольший объем воды задерживают валы, построенные на склонах от 1 до 3—4°. При крутизне склонов 8° валы высотой от 1,3 до 2,2 м в состоянии задержать от 10 до 20 м³ воды на 1 пог. м. Это означает, что при длине вала 100 м (валы большей длины строят редко) суммарный объем задержанной воды составит 1000—2000 м³. Следовательно, при величине стока 10%-ной обеспеченности, равной, например, 30 мм (что характерно для степной зоны страны), валы могут полностью задержать сток при крутизне склона 8° с водосборной площади не более 3—6 га, а в лесной зоне, где величина стока равна 100 мм и более, лишь с водосборной площади 1—2 га.

Таким образом, валы, рассчитываемые на полное задержание стока 10%-ной обеспеченности, целесообразно размещать в степной зоне на склонах крутизной до 9—10°, в лесостепной зоне до 6—7°, а в лесной зоне не более 4—5°. При этом с увеличением крутизны склона или меньшей длине вала (100 м) водосборная площадь уменьшается. Если водозадерживающие валы не полностью задерживают весь сток, то есть когда они частично выполняют функции водоотводящих сооружений, водосборную площадь их можно увеличивать.

Пределные значения водосборной площади при размещении валов на склонах крутизной 1° и строительной высоте 2,2 м могут достигать следующих величин: при стоке воды 30 мм (степная зона) — 25 га, при стоке 70 мм (лесостепная зона) — 10 га, а при стоке 100 мм (лесная зона) — 7 га.

Водозадерживающие валы, как правило, размещают непосредственно у вершин оврагов на расстоянии от них, равном двух-трехкратной высоте перепада. При этом нередко исключается часть площади пашни. Материалы обследования валов показывают, что в ряде случаев их следует размещать в межовражных пространствах, занятых пастбищем, если уклон склона таких участков не превышает предельных значений, определенных по графикам.

В последние годы в связи с увеличением выпуска высокопроизводительных землеройных машин водозадерживающие валы (в виде плотин-перемычек) размещают непосредственно на оврагах. При этом часть оврага выше плотин-перемычек засыпают или выколачивают, если овраги врезались в пашню, или сохраняют в прежнем виде в качестве дополнительного резервуара для задержания воды и смываемой почвы, если овраги размещаются на пастбищах или облесяемых участках.

Опыт строительства и эксплуатации плотин-перемычек, накопленный в Молдавии, Волгоградской и Орловской областях, убеждает в их высокой почвозащитной эффективности. Плотины-перемычки особенно могут оказаться полезными в приостановлении роста донных оврагов, разрушающих широкие днища балок. При их строительстве на донных оврагах необходимо соблюдать ряд особенностей: перемычки должны размещаться поперек оврага и днища балок, высота их над бровками оврага после уплотнения грунта должна быть небольшой (максимум 1,0—1,5 м).

Концы перемычек с постепенно уменьшающейся высотой не должны соединяться со склонами балки, между ними оставляют пространство для пропуска воды. Ширину этих полос рассчитывают на пропуск максимальных секундных расходов воды. Таким образом, плотины-перемычки, устраиваемые по днищам балок, в отличие от прудов или аналогичных устройств на склоновых оврагах выполняют функции максимального задержания продуктов твердого стока и постепенного заиливания ранее действующих оврагов. Жидкий сток они не задерживают, а рассредоточивают его и тем самым снижают разрушительную силу потока.

Водоотводящие валы предназначаются для отвода воды от вершин береговых, концевых и склоновых оврагов, чтобы прекратить их дальнейший рост. Их рассчиты-

вают на пропуск наибольшего секундного расхода воды 10%-ной обеспеченности. Применяемые в СССР типовые конструкции водоотводящих валов рассчитаны на пропуск воды с расходом от 0,1 до 1 м³/с. Уклон вдоль водоотводящего вала должен быть таким, чтобы не происходило их размыва и заиления. Расчет параметров производят по общепринятым формулам с учетом особенностей защищаемого объекта и его водосборной площади.

Наиболее часто в практике борьбы с оврагами строят водоотводящие валы в сочетании с канавами следующих размеров: глубина канавы 0,5—1 м, ширина канавы поверху 2—4 м, высота вала 0,4—0,7 м, ширина вала у основания 2,2—4,3 м. Наблюдения показывают, однако, что для отвода воды от вершин оврагов не всегда целесообразно насыпать высокие валы. В практике сельскохозяйственного производства довольно часто, хотя и стихийно, у вершин оврагов формируются напашные валики высотой до 0,3—0,4 м, которые полностью отводят воду и способствуют прекращению роста оврагов. Такие случаи характерны для оврагов и промоин с небольшой водосборной площадью (до 2—3 га) и отсутствием выраженных водопроводящих ложбин, подходящих к их вершинам.

Также не всегда целесообразно водоотводящие валы совмещать с канавой, так как отвод воды лучше осуществлять по задернованному руслу, образованному мокрым откосом вала и принадлежащим к нему склоном. Канаву (без вала) целесообразно устраивать строго по горизонтали местности лишь в нижнем конце вала тогда, когда вода сбрасывается на задернованный или облесенный участок склона. Вода в этих случаях отводится валом от вершины оврага в канаву, заполняет ее и, переливаясь через край канавы по всей ее длине, стекает по крутым склонам не концентрированным потоком, а широкой пеленой. Такое совмещение водоотводящих валов с канавой-распылителем может полностью исключить образование новых оврагов на слабо расчлененных склонах любой крутизны. При сильной расчлененности склонов промоинами, оврагами, ложбинами и т. д., когда расстояние между ними не превышает нескольких десятков метров, водоотводящие валы, прекращая рост одних оврагов, могут усиливать рост других, поэтому на таких склонах они могут применяться лишь в сопряжении с бетонными сооружениями.



Рис. 24. Подпорная стенка, построенная в овраге, защищает дорогу от разрушения.

Ступенчатые перепады и быстротоки используются для прекращения роста активно действующих оврагов, разрушающих ценные земли и объекты. Сложные гидротехнические сооружения требуют значительных затрат средств и материалов, поэтому их применение целесообразно, если рост оврага невозможно остановить водозадерживающими или водоотводящими устройствами.

Перепады и быстротоки в основном строят из сборного железобетона, реже из монолитного бетона или других материалов.

При закреплении оврагов с небольшой высотой у вершины обычно применяют одноступенчатые или многоступенчатые перепады. При глубине вершинного обрыва 1—3 м хороший эффект достигается при сооружении одно-двухступенчатых перепадов, а при большей глубине — многоступенчатых перепадов или быстротоков. В случаях когда вершина оврага вплотную подходит к дороге, жилому дому или к другим ценным объектам и выше вершины нет площади для устройства ступенчатого перепада или быстротока, сооружают подпорную стенку. Гребень стенки по центру делают вогнутым для пропуска воды, а ниже подпорной стенки на дне оврага устраивают водобойный колодец. Иногда водослив сооружают внутри стенки (рис. 24). При закреплении ов-



Рис. 25. Спаренный бетонный быстроток предупреждает рост оврага в длину.

рагов с перепадом высот более 5—7 м чаще всего используют быстротоки различной конструкции: открытые и трубчатые, наклонные и висячие (рис. 25).

Сооружения по дну оврага способствуют прекращению размыва дна и откосов и задержанию наносов. С помощью донных сооружений удлиняется также срок службы вершинных лотков и перепадов, так как они стабилизируют русло и тем самым предохраняют их от подмыва и разрушения.

Размещение донных сооружений зависит от цели мелиоративных работ, но чаще всего их располагают на размываемых участках, то есть в вершинной и средней частях русла оврага. В первую очередь донные сооружения устраивают на тех оврагах, вершины которых закрепляются дорогостоящими сбросными устройствами.

Для закрепления дна оврагов рекомендуются в основном запруды, которые устраивают поперек оврагов. Запруды могут быть бетонные, каменные, каменно-земляные, земляные, фашинные и плетневые.

Расстояние между соседними запрудами зависит от уклона русла (дна) оврага и высоты самих запруд.

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ВЫБОРА ПРИЕМОВ БОРЬБЫ С ОВРАГАМИ

Практика работ по борьбе с оврагами показывает, что приостановить их рост можно различным путем. Выбор конкретного типа сооружения или вида насаждения должен производиться после тщательного анализа различных данных, характеризующих овраг, его водосбор, условия подтока воды к вершине, литологию пород в точке роста и по длине, уклон склона у вершины и т. д.

Исходя из анализа массовых данных по морфологии оврагов, размеров и особенностей их водосборов, интенсивности роста, почвенно-литологических, гидрологических, микроклиматических условий в первом приближении, можно рекомендовать для степной и лесостепной зон следующие принципы при выборе приемов закрепления оврагов и рационального использования поврежденных ими земель.

Закрепление предусматривает прекращение роста оврагов в длину и как следствие сокращение выноса овражных наносов в поймы и водоемы.

Закрепление предполагает рациональное использова-

ние как площади самих оврагов, так и площади междоураженных пространств и всевозможных клиньев, уступов выше вершин и ниже устьев для выращивания на них сельскохозяйственных культур или лесных насаждений.

Закрепление оврагов ни в коем случае не должно вызывать образование новых форм размыва. Эту особенность следует обязательно учитывать при сооружении водозадерживающих валов с водосливами, водоотводящих и нагорных канав, когда воду сбрасывают на крутые участки склонов или на слабо задернованные поверхности.

Для закрепления оврагов подбирают приемы экономичные, долговечные, простые в эксплуатации. Приемы закрепления и способы освоения площади оврагов и разрушенных земель должны основываться на максимальной механизации всех технологических операций.

Глава 8

МЕЛИОРАЦИЯ РАЗРУШЕННЫХ ОВРАГАМИ ЗЕМЕЛЬ

В связи с ростом технической вооруженности сельского и лесного хозяйства все большее применение получают способы коренной мелиорации разрушенных оврагами земель. К ним относят: полную засыпку промоин и оврагов местным или привозным грунтом, выполаживание откосов всего оврага или его части, отсыпку откосов до крутизны 25—35°, сполаживание вершин оврагов, полную ликвидацию оврагов посредством намыва и кольматации грунта и др. (Волощук и др., 1975; Духнов, 1970; Рожков, 1968).

Эти способы совместно с земляными гидротехническими сооружениями удачно сочетают приемы борьбы с оврагами и приемы освоения ранее неудобных земель на базе максимальной механизации работ при почти полном исключении ручного труда. Мелиорируемые при этом земли используют для облесения, выращивания многолетних трав и полевых культур, создания садов и виноградников.

Применение новых способов коренной мелиорации разрушенных земель связано также и с тем, что существующие приемы борьбы с оврагами в основном предназначены для приостановления их роста.

Длина, глубина, площадь и форма оврагов, крутизна их откосов, ширина и конфигурация межовражных пространств при этом остаются без изменений. Поэтому большинство работ, особенно по созданию растительного покрова на откосах и по дну оврагов, на различных клиньях и в межовражье, а также по строительству гидротехнических сооружений, приходится выполнять вручную.

Кроме того, существующие приемы не улучшают условий произрастания растений, не ликвидируют пестроты в плодородии почв и грунтов, микроклимате и увлажненности в различных частях оврагов. В результате посев трав, посадку плодовых и лесных деревьев и кустарников производят обычно в бесплодную породу на откосах или в сильно иссушенную почву на участках, при-

легающих к бровке оврага. В итоге приживаемость и сохранность большинства культур, выращиваемых на оврагах и в межовражье, бывает низкой, а их рост слабым. По этой причине в производственных условиях «тепло» оврагов часто остается необлесенным, а площадь их фактически не используется.

Существенный недостаток известных приемов борьбы с оврагами заключается и в том, что применение их требует в большинстве случаев дополнительного исключения ценных земель из интенсивного сельскохозяйственного использования. Закрепление, например, оврага с помощью бетонного быстротока и водоподводящих валов-каналов требует изъятия до 5% водосборной площади, расположенной выше вершины оврага.

Для закрепления оврагов с помощью известных гидротехнических сооружений необходимы значительные затраты денежных средств и фондовых материалов. Поэтому до настоящего времени в основном закрепляли только наиболее крупные овраги, угрожающие при дальнейшем развитии особо ценным объектам. Небольшие, неглубокие и короткие овраги, которые составляют 70—90% от общего числа, в прошлом практически не закрепляли, хотя они из-за их многочисленности наиболее интенсивно разрушают ценные земли и причиняют наибольший ущерб хозяйству страны.

Таким образом, в решении овражной проблемы выявился разрыв между современной технической вооруженностью хозяйств и отсталой технологией оврагоукрепительных работ. Практика борьбы с оврагами, освоение и использование разрушенных ими земель убеждают в том, что закрепить сотни тысяч оврагов и освоить миллионы гектаров овражных площадей только с помощью традиционных способов невозможно. Требуются новые методы «лечения» этих земель, позволяющие максимально механизировать все виды работ на размытых склонах, предупредить повторное развитие эрозионных процессов и повысить продуктивность мелиорируемых земель.

Способ коренной мелиорации разрушенных оврагами земель является одним из таких направлений. Он включает следующие этапы.

1. Задержание воды выше вершин оврагов, чтобы прекратить их рост в длину, ширину и глубину. Это достигается путем устройства выше вершин или в самих оврагах водозадерживающих или водоотводящих земляных

сооружений (валов, канав, плотин-перемычек) и применения противоэрозионных агротехнических и лесомелиоративных мероприятий на всей водосборной площади.

2. Планировка разрушенных земель с тем, чтобы сделать эти участки тракторопроходимыми и пригодными для применения машин и орудий, с помощью которых подготавливают и обрабатывают почву, выращивают культуры и убирают урожай. Важной задачей при планировке является также сохранение плодородных слоев почвы на поверхности и выравнивание условий произрастания культур. Выполнение этих мероприятий достигается полной засыпкой или выполаживанием откосов оврагов до заданной крутизны, а также частичной срезкой возвышений (небольших холмиков, бугров, крутых уступов и т. д.) в межовражных пространствах.

3. Подготовка почвы и ее удобрение на спланированных участках с учетом почвенных особенностей, специфики выращиваемых культур и обязательного соблюдения в случае необходимости противоэрозионной агротехники, направленной на предупреждение повторного смыва почв и образования новых размывов.

4. Создание на мелиорируемых землях постоянного растительного покрова, надежно защищающего поверхность почвы от водной эрозии и дающего дополнительную продукцию для нужд народного хозяйства.

Выбор того или иного способа зависит от цели мелиорации, типа и размеров оврага, использования площади в будущем, затрат на производство работ и ряда других факторов.

ОПЫТ РАБОТ ПО ВЫПОЛАЖИВАНИЮ И ЗАСЫПКЕ ОВРАГОВ

Первые работы по ликвидации небольших промоин и неглубоких оврагов с помощью современных машин в нашей стране начали проводить в 50-е годы одновременно с освоением склонов путем террасирования под виноградники и сады или при облесении крутых склонов. В этот период применяли только полную засыпку небольших линейных форм глубиной до 1—2 м при проведении общей планировки поверхности склонов. Засыпали неровности бульдозерами при срезе бугров, невысоких возвышений и перемещении земли в промоины.

В 1960 г. нами было впервые проведено выполаживание шести оврагов на одном из склонов в колхозе им. Ки-

рова Чимишлийского района Молдавии. Выбранный участок располагался на правом берегу реки Когыльник, вдоль шоссеиной дороги Кишинев — Комрат. Общая протяженность склона по направлению горизонталей местности составляет около 2800 м. Длина склона от водораздела до подножия 260—400 м. Приводораздельная часть склона шириной 80—170 м и уклоном 1—4° отграничена от крутой части лесополосой. Средняя часть крутизной 10—17° имела ширину от 70 до 85 м. В нижней части крутизна склона уменьшалась до 5—8°.

Почвенный покров на участке представлен карбонатным черноземом суглинистого механического состава мощностью от 35 до 110 см. Подстилающая порода — легкий суглинок. Склон до 1959 г. никогда не распахивали и использовали в качестве пастбища. Неурегулированная пастьба животных привела к тому, что на наиболее крутой части склона образовалось большое число промоин шириной до 2 м и глубиной 0,5—1 м и шесть оврагов глубиной до 2—6 м, длиной от 90 до 210 м и шириной 4—15 м. Расстояние между оврагами было от 100 до 400 м. В результате овражного размыва один участок общей площадью 30 га был расчленен на семь самостоятельных участков площадью от 2 до 10 га каждый.

Урожайность зеленой массы естественного травостоя, по данным учета в 1959—1961 гг., в среднем составила на этом склоне 11 ц/га (Рожков, 1963).

Освоение склона осуществляли в следующей последовательности. Сначала проводили общую планировку поверхности, то есть полностью заравнивали неглубокие промоины и выполаживали откосы оврагов до такого уклона, который впоследствии позволял работать машинам в поперечном склону направлении. На втором этапе на склоне были построены с помощью обычного полевого плуга П-5-35П напашные террасы, а весной 1961 г. на них были посажены многолетние насаждения. На почвах плодородных, занимающих нижнюю и среднюю части склона, площадью 18 га посадили плодовый сад, а более эродированные почвы в верхней части склона заняли под лесные культуры.

Выполаживание оврагов на данном участке проводили по следующей технологии. Сначала бульдозером срезали гумусный слой почвы с полосы, прилегающей к бровке оврага, и перемещали его в кавальер на расстояние 15—20 м от бровки. Затем в овраг срезали подпочвенный

слой и породу. Срезанный слой уплотнили несколькими проходами бульдозера, после чего из кавальера переместили гумусный слой и разровняли его равномерно по поверхности.

Уклон выположенных откосов оврага колебался от 7 до 13°. Длина откосов (отрезков террас с продольным уклоном полотна) достигала 8—15 м. Выполаживание шести оврагов и общая планировка поверхности на площади 30 га были выполнены за 26 рабочих дней бульдозером Д-259. Общие затраты на планировочные работы составили 702 руб., или 23,4 руб/га мелиорируемой площади. Стоимость строительства 1 га террас напашным способом в среднем была равна 29,5 руб. (Рожков, 1963). Таким образом, общие затраты на освоение 1 га склона сильно разрушенного линейными формами размыва составили около 53 руб.

Одной из особенностей работ по выполаживанию оврагов, проведенных в 1960 г., являлось то, что водосборная площадь отдельных оврагов не превышала 0,5—1,7 га. Поэтому водоотводных канав или водозадерживающих валов по верхней границе осваиваемого участка не сооружали. Вместо них на верхней части склона провели сплошную посадку лесокультур (из акации белой, ясеня, грецкого ореха), а по ложбинам посеяли травы.

Проведенные наблюдения за проявлением эрозионных процессов показали, что в первые два года, пока лесокультуры и травы слабо защищали почву, по искусственным ложбинам (на месте бывших оврагов) наблюдались сток воды и эрозия почв. Максимальная глубина размыва на одной из ложбин в 1962 г. достигала 27 см. На других объектах глубина размыва не превышала 15—20 см. При последующей обработке почвы на полотне террас возникшие размывы легко заравнивались и не препятствовали работе почвообрабатывающих машин и орудий. В период с 1963 по 1970 г. на этом участке не было отмечено ни одного случая не только повторного размыва, но и смыва почвы. Полному прекращению эрозионных процессов содействовал комплексный подход, включавший заравнивание ложбин и оврагов, создание лесонасаждений, террасирование и ежегодный посев густопокровных культур на полотне террас.

Наблюдения, проведенные за ростом плодовых культур (яблони и сливы), посаженных на различных элементах выположенных оврагов (по дну и откосам), а так-

же на микроводоразделах, показали, что существенных различий в их развитии не было (табл. 69). Прирост в высоту в отдельные годы был выше у деревьев, высаженных в насыпной слой почвы, а также на микроводоразделе, где почвенный слой не срезался.

69. Прирост плодовых деревьев на различных элементах выположенного оврага (посадка в 1961 г.), см

Порода	Место размещения деревьев	Год				Общая высота, см	Диаметр на высоте 0,5 м в 1968 г., см
		1965 г.	1966 г.	1967 г.	1968 г.		
Яблоня	Дно выположенного оврага	42	65	110	11	4,20	31
	Откос	70	50	82	27	3,67	27
	Микроводораздел (контроль)	40	63	72	20	3,40	23
Слива	Дно выположенного оврага	—	148	39	62	4,70	32
	Откос	—	115	73	80	4,40	35
	Микроводораздел (контроль)	—	149	72	55	4,50	29

В восьмилетнем возрасте наибольшая высота была у деревьев яблони и сливы, произрастающих по дну выположенных оврагов.

Рост и развитие лесных пород в большей степени зависели от микрорельефных и почвенных особенностей. Прирост деревьев, расположенных на откосах, был в среднем в 2 раза ниже, чем деревьев и кустарников, растущих по дну и в межовражье (табл. 70).

Такое резкое различие объясняется тем, что под лесонасаждение отводили участки, где почвы были средне- и

70. Прирост лесных пород на различных элементах выположенных оврагов, см

Порода	Год учета	Дно оврага	Откосы	Межовражье (контроль)
Акация белая	1967	122	57	112
	1968	153	60	176
	1969	180	101	115
Свидина	1967	32	17	39
	1968	41	24	55
	1969	104	25	79

сильно смыты, а при выполаживании с откосов оврага был полностью срезан плодородный слой.

За 3 года средний прирост акации белой на откосах выположенных оврагов составил 218 см, а по дну и в межовражье — соответственно 455 и 403 см.

Из рассмотренных данных видно, что наилучшие условия для развития плодовых и лесных пород складываются на дне оврага, где мощность рыхлого слоя почвы достигает 1,5—2 м. На откосах оврага рост культур в значительной степени зависит от мощности плодородного слоя почвы. Там, где гумусный слой почвы с откосов полностью срезан, рост и развитие культур резко замедляются.

В течение 1960—1966 гг. на территории колхоза им. Кирова было ликвидировано 19 оврагов длиной от 60—70 до 400 м, что дало возможность вовлечь в интенсивное сельскохозяйственное производство более 80 га площади. Выполаживание оврагов при этом осуществлялось по новой технологии, которая позволила без увеличения затрат максимально сохранять на выровненной поверхности ценный плодородный слой почвы (Рожков, 1968).

Один из выположенных оврагов характеризуется следующими показателями: длина 258 м, средняя ширина 11,5 м (максимальная 14,3 м), средняя глубина 3,2 м (максимальная 4,9 м). Площадь 0,3 га, а вместе с приовражной полосой около 1 га. Объем вынесенного из оврага почвогрунта равен 4712 м³. Водосборная площадь 4 га. Овраг располагался на склоне северной экспозиции крутизной от 2 до 12°. Почва — выщелоченный суглинистый чернозем на суглинке. Овраг расчленил поле севооборота на две части. Поэтому ликвидация данного образования давала возможность объединить два участка в единое поле, увеличить длину гона и обеспечить безопасный пропуск воды путем создания залуженного водотока на месте бывшего оврага.

Учитывая особенности почвенного покрова, крутизну склона и характер использования участка в будущем, проектный уклон выполаживания откосов оврага был принят 10°.

До начала работ по выполаживанию на серии поперечников оврага были замерены ширина и глубина. По этим данным рассчитали такие показатели, как ширина полосы среза, максимальная глубина срезаемого слоя

71. Расчет объема земляных работ при выколаживании оврага до крутизны откосов 10° в колхозе им. Кирова Чимишлийского района Молдавии

№ поперечника	Ширина, м	Глубина, м	Расстояние между поперечниками, м	Средние		Площадь поперечного сечения, м ²	Объем оврага на отрезке, м ³	Ширина полосы среза, м	Максимальная глубина срезаемого слоя, м	Объем земляных работ на 1 пог. м, м ³	Объем земляных работ на отрезке, м ³
				ширина, м	глубина, м						
I	6,0	1,2	30	8,75	2,20	9,6	288	3,0	0,5	2,5	75
II	11,5	3,2	30	12,55	3,75	23,5	705	5,4	0,9	7,1	213
III	13,6	4,3	30	13,35	4,15	27,7	831	6,0	1,0	8,5	255
IV	13,1	4,0	30	12,15	3,6	21,9	657	5,2	0,9	6,7	201
V	11,2	3,2	30	12,75	3,35	21,4	642	5,1	0,9	6,0	180
VI	14,3	3,5	30	12,35	2,90	17,9	537	4,0	0,7	4,4	132
VII	10,4	2,3	30	10,95	2,90	15,9	477	4,0	0,7	4,3	129
VIII	11,5	3,5	30	11,35	2,70	15,3	459	3,6	0,5	3,8	114
IX	11,2	1,9	30	6,35	1,40	5,8	116	1,9	0,3	1,0	20
X	5,5	0,9					4712				1392

почвы и породы, минимальный объем земляных работ и др. (табл. 71).

Выколаживание производили бульдозером на тяге трактора ДТ-54. Ширина захвата бульдозерной лопаты 2,2 м. Выколаживание начинали с устьевой части оврага рабочими участками шириной 30 м. На первом рабочем участке почву с полосы среза перемещали в кавальер, а породу — непосредственно в овраг. Затем бульдозер передвигался на второй рабочий участок, срезал слой почвы мощностью 20—25 см, перемещал ее на выровненную поверхность первого участка и равномерно разравнивал. После снятия почвы приступали к срезу менее плодородного слоя, который сбрасывали на дно оврага и уплотняли. Такая очередность работ способствовала повышению производительности работы бульдозера на 20—23%, так как срез почвы и породы проводился только под уклон, и почти полностью была исключена такая операция, как складирование гумусного слоя почвы в кавальерах. Отказ от этой операции позволил в 2 раза сократить расстояние рабочего хода бульдозера.

Фактический уклон выколотых откосов составлял 8—11° при заданном проектном уклоне 10°. На выколаживание оврага было затрачено 32 ч. При этом были выполнены следующие работы: срезано и перемещено в овраг и на выровненную поверхность 1280 м³ почвы и поро-

ды, проведено разравнивание и уплотнение насыпного слоя, спланировано и расширено дно сформировавшейся ложбины. Средняя производительность бульдозера составила 40 м³/ч, а при срезе и перемещении почвы и породы производительность достигала 60—80 м³ за 1 ч рабочего времени.

При выполаживании оврагов бульдозером на тяге трактора С-100 с шириной лопаты 3 м производительность достигала 100—115 м³/ч.

При производстве работ в колхозе им. Кирова водозадерживающие валы выше вершин оврагов не устраивали. Для предупреждения повторного размыва площадь выположенных оврагов сразу же после окончания работ засеяли многолетними травами.

Урожайность зеленой массы эспарцета составила за два укоса в 1969 г. 199 ц/га, в том числе на дне бывшего оврага 224 ц/га и на откосах 175 ц/га. В 1970 г. за один укос урожайность была 129 ц/га, в том числе на дне и откосах соответственно 125 и 133 ц/га.

Наблюдения, проведенные в 1968—1970 гг., показали также, что хотя эспарцет развивается нормально, он не образует дернины и слабо защищает почву от повторного размыва. Так, при выпадении ливня 23—24 мая 1968 г. с суммой осадков 64,1 мм на выположенной поверхности (в центре) образовался струйчатый размыв глубиной до 10 см и шириной до 40 см. В верхней части оврага (на границе бывшей вершины с полем) возник перепад высотой 60 см при длине вымоины 1,5 м. Общий вынос из оврага от этого ливня составил 8,6 м³ почвы. В последующие два года на этом овраге от стока талых вод сформировалось еще две промоины длиной 9 и 6 м и глубиной 1,3 и 0,5 м. Поэтому для предупреждения размыва выположенных оврагов, особенно в первые годы (до образования защитного растительного покрова), целесообразно устраивать у их вершин водозадерживающие валы.

По новой технологии на территории Молдавии за последние десять лет выположено и засыпано более 4 тыс. оврагов. Только в Чимишлийском и Чадыр-Лунгском районах за 1968—1974 гг. была проведена мелиорация 685 оврагов, что позволило вернуть в сельскохозяйственный оборот 2740 га бросовых земель. Средняя урожайность на этих землях составила, ц/га: зеленой массы многолетних трав 250, подсолнечника 15, кукурузы на зерно 35, винограда 60 (Волощук и др., 1976).

Значительные работы по коренной мелиорации разрушенных оврагами земель в последние годы проводят также на Украине, в Ростовской, Волгоградской и других областях РСФСР.

В колхозе «Красный Октябрь» Клетского района Волгоградской области за 1964—1972 гг. мелиорировано и вовлечено в сельскохозяйственное использование более 400 га размытых склоновых земель (Духнов, 1974). На этой площади были засыпаны промоины и выположены неглубокие овраги (до 3 м) общей протяженностью 69 км. Чтобы не допустить повторного размыва, на мелиорируемой площади построено 9 км водозадерживающих валов. Объем земляных работ на 1 га мелиорированной площади составил в среднем 380 м³ (с колебаниями от 120 до 1050 м³). Прямые затраты на мелиорацию 1 га были равны в среднем 49,8 руб., а на более расчлененных участках они достигали 136 руб. На мелиорированных землях сеяли травы, высаживали плодовые и лесные культуры.

В колхозе им. Котовского Ананьевского района Одесской области в 1969—1970 гг. было засыпано и выположено 150 промоин и оврагов. На мелиорируемом участке площадью 45 га посеяли многолетние травы. Урожайность сена в 1970 г. составила 22 ц, а в 1971 г. — 32 ц/га. В последующие годы мелиорированные земли использовали под пастбище с регулируемым выпасом.

На землях колхоза «Заря коммунизма» Кореневского района Курской области в 1972 г. было выположено четыре крупных оврага с максимальной глубиной до 8—9 м, шириной 15—25 м и водосборной площадью до 11 га. Чтобы предупредить повторный размыв, выше вершин оврагов соорудили водозадерживающие валы, а на одном овраге построили трубчатый водосброс, проложенный по дну оврага до начала выполаживания. Мелиорируемый участок засеяли травосмесью овсяницы луговой и тимофеевки луговой. Первый год его использовали в качестве сенокоса, а в последующие годы — как пастбище.

Проведенные наблюдения в течение 1973—1977 гг. показали, что эрозионные процессы здесь практически отсутствовали. Лишь по ложбине одного оврага в 1973—1974 гг. сформировались две промоины глубиной до 0,7 м и длиной 5—7 м. В последующие годы эти размывы заросли травой, увеличения их размеров не происходило. Данный опыт говорит о возможности выполаживания глубоких склоновых оврагов. Однако затраты на мелио-

рацию 1 га в этом хозяйстве составили в среднем 540 руб. Это очень большие затраты и при использовании мелиорируемых земель в качестве пастбища или сенокоса окупаемость их была недостаточной.

Особая осторожность требуется при засыпке и выполаживании склоновых оврагов с выходом грунтовых вод. В Молдавии нами отмечен случай, когда засыпка оврага с постоянным водотоком (с расходом грунтового стока 0,4 л/с) не дала положительного результата. Через год после окончания работ по дну выположенной ложбины образовалась длинная промоина, которая прорезала насыпной слой почвы и грунта, причем расход грунтовых вод увеличился до 0,7—0,8 л/с. Это указывает на то, что насыпной слой активно впитывает выпадающие осадки и часть воды поверхностного стока, поступающие на откосы и дно выположенного оврага. Чтобы не было повторного размыва на оврагах с выходом грунтовых вод, В. М. Волощук и А. Джемелинский (1975) рекомендуют до начала выполаживания устраивать дренаж, а засыпку оврага при этом начинать с его вершины.

Опыт работ по мелиорации разрушенных земель показывает, что существующей землеройной техникой можно ликвидировать любой овраг независимо от его размера. Однако с геоморфологических, почвенно-литологических, гидрологических и экономических позиций это не всегда может дать положительный эффект.

В первой части работы дана подробная характеристика основных оврагов и их водосборной площади. Согласно обобщенным массовым данным, от 70 до 85% всех оврагов имеют длину менее 300 м, среднюю глубину от 1 до 5 м, объем вынесенного грунта менее 10 000 м³. Общая водосборная площадь для абсолютного большинства оврагов не превышает 15 га. Среднегодовой прирост склоновых оврагов редко бывает больше 1—2 м. Склоны, на которых располагаются овраги, чаще всего имеют уклон менее 10—15°.

Таким образом, исходя из анализа массовых данных по морфологии оврагов и их водосборной площади, а также учитывая опыт работ по борьбе с ними, можно рекомендовать для коренной мелиорации следующие овраги:

- 1) береговые и склоновые «висячие» длиной до 300—400 м, максимальной глубиной до 5—6 м, объемом вынесенного грунта до 10—15 тыс. м³, расположенные на

склонах с максимальной крутизной не более 10—15°, повреждающие земли сельхозугодий с водосборной площадью менее 5—10 га;

2) береговые и вершинные с аналогичными параметрами, но соединившиеся с донными оврагами при условии устройства подпорной стенки или другого гидротехнического сооружения в месте соединения их устья с руслом донного оврага.

Донные овраги независимо от их длины, глубины и других параметров, а также другие типы оврагов больших размеров коренной мелиорации подвергать не рекомендуется, так как наличие значительных водосборных площадей создает постоянную опасность повторного их размыва, а объем земляных работ и затраты средств не окупаются полученной продукцией. Как известно, овраги прорезают различные породы: рыхлые (пески, супеси, суглинки, глины и лёссы) и твердые (песчаники, известняки и др.) как в чистом виде, так и в различном сочетании. Почвенный покров в межовражных пространствах в одних случаях бывает несмытым или слабосмытым, в других — сильносмытым, в третьих — весьма сильносмытым и т. д.

Выполаживание оврагов предусматривает ускоренное создание надежного растительного покрова с целью защиты мелиорируемых земель от повторного размыва и рационального их использования. В связи с этим для коренной мелиорации следует отводить только такие участки, где овраги прорезают рыхлые грунты, а почва в межовражных пространствах хотя бы частично сохранилась. Участки с оврагами, где почвенный покров смыт в очень сильной степени или почвы засолены, а также участки, где овраги прорезают твердые породы, подвергать выполаживанию не следует, так как на них возможен повторный размыв.

Как отмечалось выше, овраги по длине, объему и другим показателям бывают разные. Поэтому в процессе изысканий приближенно подсчитывают объем земляных работ и суммарные затраты на мелиорацию, а также учитывают доход, который будет получен за счет увеличения длины гона, замены ручного труда на механизированный, сохранения площади от разрушения, вовлечения дополнительной площади в интенсивное производство, вида выращиваемых культур на мелиорируемой площади.

В первую очередь следует ликвидировать овраги, находящиеся внутри полей, садов и виноградников или на границе выгон — пашня, выгон — многолетние насаждения.

Овраги, расположенные на пастбищах, можно отводить для выполаживания или полной засыпки, если одновременно предусматриваются меры по выращиванию на этих землях многолетних трав, лесных насаждений или при трансформации их под другие, более ценные угодья.

Овраги, которые по тем или иным условиям не подлежат коренной мелиорации, должны закрепляться другими известными приемами.

Коренная мелиорация, как отмечалось выше, создает условия для применения машин и орудий на ранее неудобных землях с целью наиболее рационального их использования. Следовательно, при разработке проекта на основании данных крутизны склона, ширины и глубины оврага, предполагаемого использования земли и других показателей решается вопрос о том, какой уклон придать откосам оврага, то есть выбирается проектный уклон.

В качестве придержки при выборе проектного уклона выположенных откосов можно пользоваться следующими критериями:

1) если овраг размещается на пашне и после его ликвидации предусматривается объединение разрозненных участков в единое поле с удлиненным гоном, то уклон выположенных откосов не должен препятствовать нормальной работе машин и орудий, а дно выположенных оврагов должно залужаться многолетними травами;

2) если овраги размещаются на участках с многолетними насаждениями, расположенных на склонах крутизной до $10\text{--}15^\circ$, или на участках такой же крутизны, предназначенных под закладку виноградника или сада на террасах, то проектный уклон целесообразно брать не больше крутизны прилегающих склонов;

3) если участок с оврагами в будущем предполагается использовать под сплошное облесение или залужение, то проектный уклон при выполаживании может быть максимальным (до 15°).

В зависимости от выбора проектного уклона и размера оврага затраты средств на выполаживание сильно изменяются. Поэтому в первую очередь необходимо засыпать и выполаживать небольшие по объему овраги. Дан-

ный вывод подтверждается материалами проектных организаций и опытом производства работ. Так, в колхозе им. Кирова Чимишлийского района и в лесхозах Молдавии при ликвидации оврагов длиной 100—200 м и глубиной до 5 м средние затраты на 1 га мелиорируемой площади составили 23—37 руб., в колхозе «Красный Октябрь» Клетского района Волгоградской области — 49,8 руб.

В опытном хозяйстве «Дурлешты» Молдавского научно-исследовательского института почвоведения и агрохимии им. И. А. Димо, где полностью засыпали овраги глубиной до 10 м и длиной 300—500 м, затраты на 1 га были равны 400 руб., а в колхозе «Заря коммунизма» Кореневского района Курской области — 540 руб. Стоимость 1 м³ земляных работ по большинству проектов на выполживание и засыпку оврагов не превышает 0,18 руб.

РАСЧЕТ НЕОБХОДИМЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРИ МЕЛИОРАЦИИ ЗЕМЕЛЬ

При ликвидации оврагов обычно определяют только объем земляных работ. Такие показатели, как ширина полосы среза, максимальная глубина срезаемого слоя, длина выположенного откоса, не рассчитывают, что нередко приводит к неоправданному завышению площади, с которой срезается почвогрунт, к стремлению срезать только верхний плодородный слой почвы, легко поддающийся разработке, и к другим нарушениям технологии работ.

Для расчета объема земляных работ при коренной мелиорации оврагов необходимо собрать данные о длине, ширине и глубине оврага. Учитывая тот факт, что ширина и глубина оврага в разных точках бывает различной, замеры проводят или в местах, где четко заметна разница по ширине и глубине оврага, или через равные промежутки, например через 30 или 50 м. Чем чаще располагаются точки (поперечники) для замера ширины и глубины оврага, тем точнее будут расчеты при вычислении объема земляных работ и других показателей.

Расчет вынесенного из оврага почвогрунта проводят или для оврага в целом путем определения средневзвешенной ширины (B_{cp}) и глубины (H_{cp}), или для отдельных отрезков оврага с последующим их суммированием.

Зная $H_{\text{ср}}$ и $B_{\text{ср}}$ и общую длину оврага (L_0) в метрах, по формуле определяют объем (V_0) вынесенного из оврага почвогрунта, м^3 :

$$V_0 = 0,5B_{\text{ср}}H_{\text{ср}}L_0.$$

Для оврагов с поперечным профилем, отличающимся от треугольного, объем вынесенного грунта определяют по более сложным зависимостям или графическим методом.

Если овраг засыпают полностью привозным грунтом и почвой, объем почвогрунта, необходимый для его засыпки, будет равен объему почвогрунта, вынесенного из оврага.

В случаях, когда проводят частичное выполаживание откосов оврага, объем срезаемой массы, необходимый для ликвидации оврага, всегда будет меньше объема почвогрунта, вынесенного из оврага;

$$V_c < V_0.$$

Определение минимального объема земляных работ и других необходимых показателей при выполаживании оврагов проводят по специальным формулам или номограммам в соответствии с Указаниями по разработке технорабочих проектов и производству работ по выполаживанию и засыпке оврагов, утвержденными в 1979 г. Научно-техническим советом Министерства сельского хозяйства СССР.

Для оврагов с треугольным поперечным профилем расчет необходимых показателей можно проводить также по следующим формулам:

$$V_c = \frac{(0,5B)^2(\text{tg } \alpha - \text{tg } \gamma)}{(\sqrt{\text{tg } \gamma : \text{tg } \alpha + 1})^2}, \text{ м}^3;$$

$$b_c = \frac{0,5B(\text{tg } \alpha - \text{tg } \gamma)}{\text{tg } \gamma + \sqrt{\text{tg } \alpha + \text{tg } \gamma}}, \text{ м};$$

$$h_c = b_c \text{tg } \gamma, \text{ м},$$

где B — ширина оврага на поперечнике, м;

α — уклон откосов оврага до выполаживания;

γ — проектный уклон выполаживания;

V_c — объем земляных работ при выполаживании, м^3 ;

b_c — ширина полосы среза почвогрунта, м;

h_c — глубина срезаемого слоя почвогрунта, м.

В таблице 72 приведены данные об объеме земляных работ, ширине полосы среза и ряде других показателей, рассчитанных для оврагов с треугольным поперечником со средней глубиной 2—6 м, шириной до 40 м и углом выложенных откосов 10°.

72. Объем земляных работ и размеры других показателей при вылаживании откосов оврагов до 10°

глубина, м	Размеры оврага			Ширина по- лосы среза, м	Максималь- ная глубина срезаемого слоя, м	Максималь- ное уменьше- ние глубины оврага, м	Длина выпо- ложенных откосов, м	Объем зем- ляных работ, м³/пог.м
	ширина, м	длина от- косов, м	уклон от- косов, град.					
2	4	2,8	45	2,8	0,5	1,16	4,9	1,67
	6	3,6	34	2,8	0,5	0,97	6,0	1,93
	8	4,5	26	2,7	0,5	0,81	6,8	2,03
	10	5,4	22	2,5	0,4	0,67	7,6	2,02
	15	7,6	15	1,7	0,3	0,37	9,3	1,56
4	4	4,4	64	4,7	0,8	2,8	6,8	4,34
	6	5,0	53	5,1	0,9	2,48	8,3	5,61
	8	5,7	45	5,5	1,9	2,32	9,5	6,55
	10	6,4	39	5,7	1,0	2,13	10,8	7,24
	15	8,6	28	5,5	1,0	1,71	13,2	8,16
	20	10,8	22	5,1	0,9	1,35	15,5	8,09
30	15,2	15	3,4	0,6	0,91	17,8	4,32	
6	4	6,3	72	6,3	1,1	4,55	8,3	7,31
	10	7,8	50	8,0	1,4	3,70	13,2	13,38
	15	9,6	39	8,5	1,5	3,20	16,1	16,38
	20	11,7	31	8,4	1,5	2,75	18,7	17,85
	25	14,0	26	8,1	1,4	2,37	20,9	18,50
	30	16,2	22	7,6	1,3	2,08	22,8	18,20
	35	18,5	19	6,9	1,2	1,71	24,8	17,35
	40	20,9	17	6,1	1,1	1,40	26,4	15,90

Для предварительного подсчета объема земляных работ составлена сводная таблица 73, по которой, зная объем оврага, легко найти фактический объем работ при проектном уклоне от 10 до 20°.

Чтобы в натуре придать откосам оврага проектный уклон, необходимо определить ширину полосы среза и максимальную глубину срезаемого слоя почвы и породы. Величина ширины полосы среза зависит от ширины и глубины оврага и проектного уклона.

Так, при проектном уклоне 10° максимальная ширина полосы среза бывает при соотношении ширины и глубины оврага 3:1. При проектном уклоне 5° это соотношение

73. Расчетные коэффициенты для определения минимального объема земляных работ при планировке откосов оврага до различного проектного уклона (поперечный профиль треугольный)

Глубина оврага, м	Ширина оврага, м	Объем работ при полной засыпке оврага, м ³ /пог. м	Проектный уклон выполаживания откосов оврагов, град.		
			10	15	20
2	4	4,0	0,42	0,31	0,22
	6	6,0	0,32	0,22	0,15
	8	8,0	0,25	0,14	0,08
	10	10,0	0,20	0,09	0,02
4	4	8,0	0,54	0,49	0,41
	6	12,0	0,47	0,39	0,32
	8	16,0	0,41	0,31	0,25
	10	20,0	0,36	0,27	0,20
	15	30,0	0,27	0,17	0,10
	20	40,0	0,20	0,10	0,02
6	4	12,0	0,61	0,55	0,50
	10	30,0	0,45	0,35	0,29
	15	45,0	0,36	0,28	0,20
	20	60,0	0,30	0,20	0,12
	25	75,0	0,25	0,15	0,07
	30	90,0	0,20	0,10	0,02
	35	105,0	0,16	0,06	
	40	120,0	0,13	0,02	
8	4	16,0	0,65	0,58	0,54
	10	40,0	0,50	0,42	0,36
	15	60,0	0,42	0,33	0,26
	20	80,0	0,36	0,28	0,19
	25	100,0	0,32	0,22	0,14
	30	120,0	0,27	0,17	0,10
	35	140,0	0,23	0,13	0,06
	40	160,0	0,19	0,10	0,02

увеличивается и составляет 5:1, а при 15° уменьшается до 2:1.

Максимальная ширина полосы среза также зависит от глубины и проектного уклона (табл. 74).

В абсолютном большинстве случаев общая ширина полосы среза с обеих сторон оврага бывает меньше фактической ширины ликвидируемого оврага и значительно реже равной или больше ее. Это обстоятельство необходимо учитывать при коренной мелиорации оврагов, расположенных на близком расстоянии один от другого.

74. Максимальная ширина полосы среза, м*

Глубина оврага, м	Проектный уклон, град.			
	5	10	15	20
2	5,1	3,0	2,0	1,5
3	7,5	4,5	3,0	2,2
4	10,0	6,0	4,0	3,0
5	12,5	7,5	5,0	3,7
6	15,0	9,0	6,0	4,5
8	20,0	12,0	8,8	6,0
10	25,0	15,0	10,0	7,5

* Максимальная ширина полосы среза приведена для одной стороны оврага.

Из всех показателей, влияющих на объем земляных работ при коренной мелиорации оврагов, наиболее регулируемым является проектный уклон выполаживания откосов. Чем больше угол выполаживания, тем меньше объем земляных работ, уже ширина полосы среза, меньше максимальная глубина срезаемого слоя почвы и породы и длина выположенных откосов (табл. 75). Поэтому данный показатель следует широко использовать при производстве работ.

75. Объем земляных работ и другие показатели при выполаживании откосов оврага (ширина оврага 20 м, глубина 6 м) в зависимости от проектного уклона

Проектный уклон выполаживания откосов, град.	Объем земляных работ, м ³ /пог. м	Ширина полосы среза, м**	Макси- мальная глубина срезаемо- го слоя, м	Макси- мальное уменьше- ние глу- бины оврага, м	Длина выпола- живаниям откосов,
Полная засыпка*	60,0	30,0	1,0	6,0	30,0
5	27,0	16,0	1,4	3,7	26,2
10	17,8	8,4	1,5	2,7	18,7
15	11,8	4,9	1,3	2,0	14,9
20	7,5	2,8	1,0	1,3	13,7

* Для полной засыпки взята ширина полосы 30 м и глубина срезаемого слоя 1 м.

** Ширина полосы среза рассчитана для одной стороны оврага.

ТЕХНОЛОГИЯ РАБОТ ПО ВЫПОЛАЖИВАНИЮ ОВРАГОВ

Обобщение накопленного опыта работ в стране и проведение специальных исследований по данному вопросу позволили разработать новую технологию работ по частичному выполаживанию оврагов с сохранением на поверхности гумусного слоя почвы.

Схема и очередность операций при производстве работ по выполаживанию оврагов с сохранением на поверхности плодородного слоя почвы сводится к следующему (рис. 26).

1. Бульдозер начинает работу с устьевой части оврага на первом рабочем участке, срезает слой почвы и складировывает его в кавальер. Затем срезает породу до тех пор, пока поверхность первого рабочего участка с одной стороны оврага не будет доведена до заданного проектного уклона.

Закончив работу на одной стороне первого рабочего участка, бульдозер переезжает на противоположную сторону и таким же образом продолжает работу.

2. После того как закончено полное выполаживание первого рабочего участка, бульдозер переезжает на второй рабочий участок, срезает с него гумусный слой почвы, перемещая на первый рабочий участок, и ровным слоем разравнивает на поверхности выположенного первого рабочего участка. При этом основную массу гумусного слоя почвы перемещают в центральную часть оврага и на места с обнаженной породой (рис. 27).

При снятии гумусного слоя с одного рабочего участка и перемещении его на нижележащий бульдозер движется параллельно бровке оврага. Поэтому в целях соблюдения техники безопасности у бровки оврага оставляют узкую полосу (шириной не менее 1—2 м) нетронутой, то есть с нее не срезают гумусный слой почвы. Эта полоса является как бы буфером, который не позволяет бульдозеру сползти в овраг. Мощность срезаемого слоя почвы при этом в различных частях полосы среза будет неодинаковой. Если в верхней части полосы среза необходимо снять слой почвы на 10—12 см, то в нижней части желательно срезать весь гумусный слой, который может достигать 50—60 см и более.

3. Закончив снятие гумусного слоя почвы, приступают к срезанию обнажившейся породы и перемещению ее на дно оврага. При выполнении данной операции бульдозер

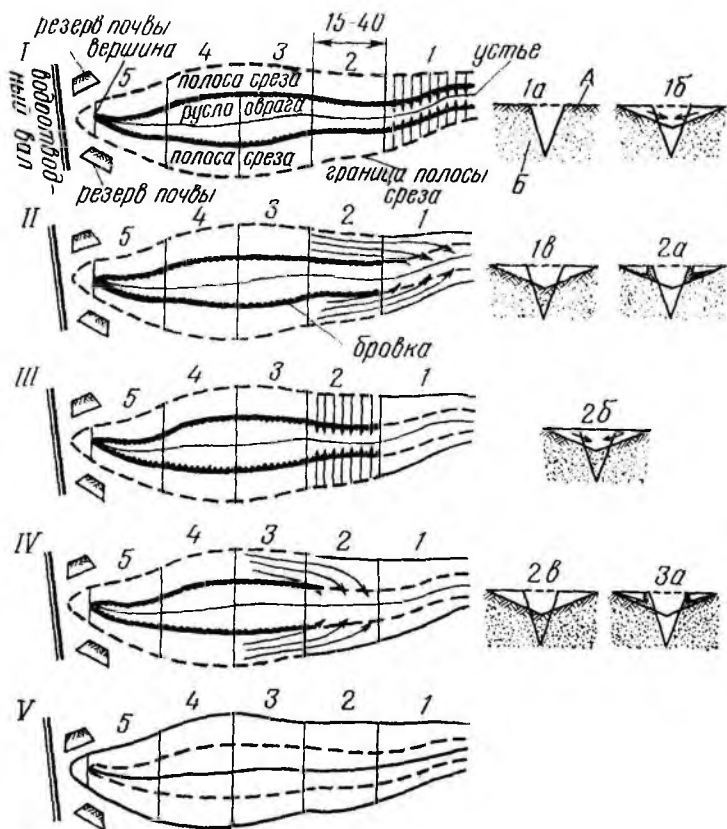


Рис. 26. Схема выполаживания откосов оврага с сохранением на поверхности плодородного слоя почвы:

I, II, III, IV, V — последовательность операций при выполаживании откосов оврага; *1, 2, 3, 4, 5* — номера рабочих участков; *1a* — поперечный профиль оврага до выполаживания; *2a, 3a* — поперечный профиль оврага после среза гумусного слоя почвы и перемещения его на рабочие участки (*1b, 2b*); *1b, 2b* — поперечный профиль оврага после среза и перемещения породы в овраг; *A* — гумусный слой почвы; *B* — подстилающий слой (порода); стрелками указано направление работы бульдозера.

движется перпендикулярно к бровке оврага. Буфер (узкая полоса вдоль бровки оврага) при этом легко разрушается, и при незначительных энергетических затратах в овраг перемещается большая масса грунта. После того как поверхность второго рабочего участка с одной стороны оврага будет доведена до проектного состояния, буль-

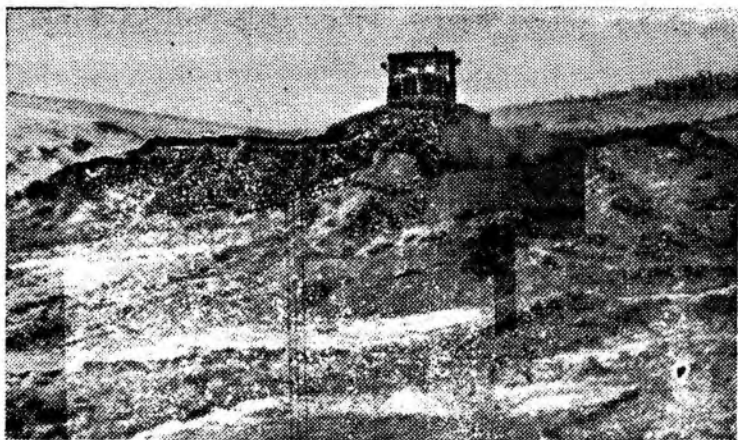


Рис. 27. Перемещение гумусного слоя почвы со второго рабочего участка на первый (на выположенную часть оврага).

дозер переезжает на противоположную сторону и продолжает работать по описанной схеме.

4. В дальнейшем принцип работы на других рабочих участках остается таким же, как и на втором участке. При этом получается, что на последнем рабочем участке (у вершины) выположенная поверхность остается без гумусного слоя почвы. Для покрытия ее гумусным слоем следует использовать почву из кавальера первого участка и из-под основания водозадерживающего вала, который сооружается у вершины оврага, чтобы предотвратить сток воды по старому руслу оврага. Учитывая, что при выполаживании оврагов приходится выполнять значительный объем работ в довольно сложных условиях, целесообразно на один овраг выделить два бульдозера. Один из них производит работы с одной стороны оврага, а второй — с другой.

Как в процессе выполаживания, так и после его окончания насыпной слой уплотняют. Это выполняется путем нескольких проходов бульдозера или тяжелых катков по центральной (насыпной), наиболее рыхлой части оврага. Одновременно с уплотнением насыпной части центр сформировавшейся ложбины делают выровненным и широким, что позволяет рассредоточить стекающую воду и уменьшить опасность повторного размыва (рис. 28).



Рис. 28. Общий вид участка после ликвидации оврагов.

В литературе описан и ряд других технологий, которые предусматривают выполаживание оврагов траншейным методом и методом направленного взрыва (Волощук и др., 1975).

Опыт работ по мелиорации разрушенных земель показывает, что в современных условиях имеются все возможности по увеличению темпов борьбы с оврагами и возвращению в интенсивное хозяйственное использование ранее бросовых земель.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫПОЛАЗИВАНИЯ ОВРАГОВ

Ранее отмечалось, что закрепление оврагов с последующим их выполаживанием или засыпкой наряду с сохранением от дальнейшего разрушения ценных земель и прекращения заиления рек и водоемов позволяет вернуть в интенсивное производство ранее разрушенные, бросовые площади и получать на них высокие урожаи различных культур.

Следовательно, при расчете экономической эффективности мероприятий по закреплению оврагов и освоению разрушенных ими земель должны сопоставляться все затраты, связанные с проведением полевых изысканий, составлением проектно-технической документации и строительством гидротехнических сооружений, выполаживанием или засыпкой оврагов, обработкой почвы и выращиванием культур на мелиорируемой площади, с доходом, который будет получен после проведения всех этих работ.

При подсчете доходов нужно учитывать не только стоимость дополнительной продукции (зерна, сена, плодов, ягод, древесины лесных пород и т. д.), но и стоимость предотвращенного ущерба, получаемого различными отраслями народного хозяйства, в результате закрепления оврагов и сокращения смыва почвы на мелиорированной площади. В стоимость предотвращенного ущерба в зависимости от особенностей оврагов, их пространственного размещения, ценности природных и хозяйственных объектов включают: оценку предотвращенной от разрушения площади земли и получаемой с нее продукции; определение сокращения объема овражных выносов в реки, водоемы и ценные пойменные земли и их денежное выражение; стоимость защищенных от разрушения оврагами различных объектов (дорог, мостов, жилых домов, хозяйственных строений и т. д.); сокращение потерь удобрений и плодородной части почв в результате резкого снижения интенсивности эрозии на мелиорированных овражных землях.

Отечественный и зарубежный опыт показывает, что затраты на закрепление оврагов и освоение разрушенных ими земель окупаются быстрее, если овраги не достигли крупных размеров и если на мелиорированных землях выращивают более доходные культуры, произрастающие в данной природной зоне. В условиях нашей страны на возвращенных в интенсивное производство овражных землях выращивают полевые культуры и многолетние травы, плодовые и лесные породы, ягодники и виноград. Если мелиорируемые площади используют под сады или виноградники, то срок окупаемости затрат не превышает 3—5 лет после начала плодоношения, при выращивании многолетних трав и полевых культур — через 6—8 лет, а при незначительных объемах земляных работ (до 200 м³ на 1 га мелиорированной площади) срок окупаемости сокращается до 2—3 лет.

В целом закрепление оврагов, их выполаживание и засыпка, помимо чисто хозяйственного эффекта, имеют и огромное воспитательно-эстетическое значение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Абдульманов Ф. А., Гункин И. И. Роль агротехнических приемов в борьбе с эрозией почв. — В кн.: Эрозия почв, защитное лесоразведение и урожай, вып. 8. Куйбышев, 1975, с. 9—16.
- Арманд Д. Л. О некоторых закономерностях и проявлениях эрозии. — В кн.: Современные экзогенные процессы рельефообразования. М., Наука, 1970, с. 83—89.
- Бобков К. Н. Противоэрозионные мероприятия в совхозе «Тимирязевский» (тезисы). — В сб.: Совершенствование мер борьбы с водной эрозией. М., 1977, с. 104—106.
- Брауде И. Д. Новое в регулировании и задержании талых вод для увлажнения и защиты почв от эрозии. — В кн.: Защита почв от эрозии. М., Колос, 1964, с. 484—496.
- Брауде И. Д. Эрозия почв, засуха и борьба с ними в ЦЧО — М.: Наука, 1965.—140 с.
- Ванин Д. Е., Шикула Н. К., Рожков А. Г., Подгорный В. К., Федорченко А. Е. Валы-террасы на пашне. Обзорная информация. М.: ВНИИЭСХ МСХ СССР, 1976.— 54 с.
- Волошин Л. Е., Осенний Н. Г., Подгорный В. К. Обработка эродированного чернозема под озимую пшеницу. — В кн.: Эрозия почв и почвозащитное земледелие. М., Колос, 1975, с. 206—210.
- Волощук М., Джемелинский А. Овраги и меры борьбы с ними. — Кишинев: Карта Молдовеняскэ, 1975.—108 с.
- Волощук М. Д., Джемелинский А. А., Хынку А. А. Способы мелиорации разрушенных оврагами земель (обзор). — Кишинев: МолдНИИГИ, 1976.—52 с.
- Волощук М. Д., Рожков А. Г. Роль лесонасаждений в приостановлении роста оврагов. — «Сельское хозяйство Молдавии», 1970, № 11, с. 20—21.
- Гаврик П. А. Использование склонов под виноградники в Закарпатье и эрозия почв. — В кн.: Борьба с эрозией и повышение плодородия эродированных почв Украины. Киев, 1962, с. 118—132.
- Грин А. М. Весенний сток и смыв почвы с различных угодий Курской области. — В кн.: Вопросы гидрологии Успенского водохранилища и его водосбора. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1963, с. 275—283.
- Грин А. М., Коронкевич Н. И., Савельева Т. А., Чернышев Е. П. Накопление почвенной влаги и борьба с эрозией в ЦЧО. — Науч. тр./Курская сельскохозяйств. опытная станция, 1970, т. VI, вып. 1, с. 31—64.
- Грин А. М., Савельева Т. А., Чернышев Е. П. Эффективность активного воздействия на водный баланс сельскохозяйственных угодий. — Изв. АН СССР, серия географ., 1971, № 4, с. 53—66.
- Гришин И. С. Снежный покров и расчет снеговых паводков в лесостепной зоне. — М.: Наука, 1966.— 128 с.

- Гуляк В. И. Опыт внедрения комплекса противоэрозионных мероприятий (тезисы).— В сб.: Совершенствование мер борьбы с водной эрозией. М., 1977, с. 102—104.
- Давыдов И. С. Изменение водно-физических свойств почв путем их обработки в западных областях Украины.— В кн.: Эрозия почв и почвозащитное земледелие. М., Колос, 1975, с. 190—192.
- Добрынин Ф. Д., Карпович К. И., Прокофьев А. М., Петров П. Т. Некоторые вопросы по защите почв от водной и ветровой эрозии в Правобережной лесостепи Среднего Поволжья.— Науч. тр./ Ульяновская сельскохозяйств. опытная станция, 1975, т. VI, с. 127—147.
- Духнов В. К. Опыт Клетского пункта ВНИАЛМИ по рекультивации и сельскохозяйственному освоению размытых земель.— Информационный бюллетень Росгипрозема, 1974, с. 7—17.
- Дьяков В. Н. Влияние ширины прибалочной лесной полосы на поверхностный сток.— Научно-технический бюллетень по проблеме «Защита почв от эрозии». Курск, 1976, вып. 4(11), с. 53—58.
- Заславский М. Н. Эрозия почв и земледелие на склонах.— Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1966.— 494 с.
- Ивонин В., Мирошниченко Ф. Водозадерживающие валы.— «Сельские зори», 1973, № 12, с. 18—19.
- Калиниченко Н. П., Ильинский В. В. Лесомелиорация овражно-балочных систем.— М.: Лесная промышленность, 1976.— 200 с.
- Керн Э. Э. Пески и овраги.— М.—Л.: Сельхозгиз, 1931.— 107 с.
- Кизенков С. Овраги и их укрепление.— В кн.: Полная энциклопедия русского сельского хозяйства, 1902, т. VI. СПб, с. 97—132.
- Кисилев П. Г. Справочник по гидравлическим расчетам.— М.—Л.: Госэнергиздат, 1957.— 242 с.
- Миранова Е. А. О динамике интенсивности овражной эрозии в лесостепи Среднерусской возвышенности (тезисы).— В кн.: Закономерности проявления эрозионных и русловых процессов в различных природных условиях. М., Изд. МГУ, 1976, с. 340—342.
- Козменко А. С. Основы противоэрозионной мелиорации.— М.: Сельхозгиз, 1954.— 422 с.
- Козменко А. С. Борьба с эрозией почв на сельскохозяйственных угодьях.— М.: Сельхозгиз, 1963.— 208 с.
- Константинов И. С. Агротехнические приемы борьбы с эрозией в Молдавии.— Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1976.— 86 с.
- Корзун В. И. Сток и потери талых вод на склонах полевых водосборов.— Л.: Гидрометеиздат, 1968.— 176 с.
- Краткий отчет по водной эрозии почв за 1971—1975 годы, 1976, вып. 3(10). Курск, 84 с.
- Крупчатников А. И. Влияние некоторых приемов обработки на сток талых вод. — Научно-технический бюллетень по проблеме «Защита почв от эрозии». 1974, вып. 4. Курск, с. 16—20.
- Косов Б. Ф. Рост оврагов на территории СССР.— В кн.: Эрозия почв и русловые процессы. М., МГУ, 1970, вып. 1, с. 61—69.
- Косов Б. Ф., Константинова Г. С. Районирование территории СССР по густоте овражной сети.— Вестник МГУ, География, 1972, 3, с. 32—38.
- Косов Б. Ф., Константинова Г. С. Районирование территории СССР по плотности оврагов. — В кн.: Эрозия почв и русловые процессы. М., МГУ, 1974, вып. 4, с. 15—26.

- Котлярова О. Противоэрозионные приемы обработки почвы на сложных склонах.— «Вестник сельскохозяйственной науки», 1974, № 10, с. 50—55.
- Кузник И. А. Агролесомелиоративные мероприятия, весенний сток и эрозия почв.— Л.: Гидрометеониздат, 1962.— 220 с.
- Львович М. И. Человек и воды.— М.: Госиздат географической литературы, 1963.— 357 с.
- Маринич В. М., Грубрин Ю. Л., Ланько А. И., Щербань М. И. Зональные особенности современных экзогенных рельефообразующих процессов и их проявление в различных морфоструктурах Украины.— В кн.: Современные экзогенные процессы рельефообразования. М., Наука, 1970, с. 48—55.
- Мильчевская Л. Я. Эффективность влагонакопительных приемов на склоновых землях Донецкой области.— В кн.: Эрозия почв и почвозащитное земледелие. М., Колос, 1975, с. 184—187.
- Ми́рцхулава Ц. Е. Инженерные методы расчета и прогноза водной эрозии.— М.: Колос, 1970.— 240 с.
- Мосальский В. Овраги черноземной полосы России.— СПб, 1897.— 251 с.
- Онуфриенко М. Т. Эффективность сочетания противоэрозионной обработки почвы и минеральных удобрений.— Научно-технический бюллетень по проблеме «Защита почв от эрозии». Курск, 1976, вып. 6, с. 34—36.
- Панов В. И. Некоторые особенности формирования поверхностного стока с разных сельхозугодий на черноземах Куйбышевского Заволжья.— В сб.: Эрозия почв, защитное лесоразведение и урожай. Куйбышев, 1972, вып. 7, с. 103—116.
- Подгорный В. К., Рожков А. Г., Зарудный Я. К., Бутенко Л. Г. Влияние валов-террас на сток талых вод и смыв на темно-серых лесных почвах.— Научно-технический бюллетень по проблеме «Защита почв от эрозии». Курск, 1978, вып. 4(19), с. 26—33.
- Преснякова Г. А. Борьба с эрозией дерново-подзолистых почв.— В кн.: Защита почв от эрозии. М., Колос, 1964, с. 451—466.
- Рожков А. Г. Напашное террасирование склонов.— Кишинев: Карта Молдовеняскэ, 1963—42 с.
- Рожков А. Г. Расчет земляных работ при выполаживании оврагов.— Кишинев: Карта Молдовеняскэ, 1968.— 34 с.
- Рожков А. Г. Материалы обследования оврагов Молдавии, на которых в 1912—1916 гг. проводились укрепительные работы.— В сб.: Вопросы эрозии и повышения продуктивности склоновых земель Молдавии. Кишинев, Карта Молдовеняскэ, 1971, т. VI, с. 113—122.
- Рожков А. Г. Интенсивность роста оврагов в Молдавии.— В кн.: Эрозия почв и русловые процессы. М., Изд. МГУ, 1973, вып. 3, с. 87—105.
- Розов Н. А. Овраги Украины.— Киев, 1927.
- Романов В. А., Шеклеин Л. Эрозия почв и борьба с ней.— Горький: Волго-Вятское книжное изд., 1975.— 96 с.
- Скрябина О. А. Научно-технический бюллетень по проблеме защиты почв от эрозии (краткий отчет за 1974 г.). Курск, 1975, вып. 3, с. 49—51.
- Сластухин В. В. Вопросы мелиорации склонов Молдавии.— Кишинев: Карта Молдовеняскэ, 1964.— 212 с.

- С о б о л е в С. С. Развитие эрозийных процессов на территории европейской части СССР и борьба с ними.— М.: Изд-во АН СССР, т. I (1948), т. II (1960).— 248 с.
- С т а р и ч е н к о П. А. Влияние противоэрозионной обработки зяби на сток и смыв почвы.— Науч. тр./ Курский сельскохозяйственный институт. Воронеж, 1972, т. VII, вып. 1, с. 143—154.
- С у р м а ч Г. П. Водная эрозия и борьба с ней.— Л.: Гидрометеоздат, 1976.— 252 с.
- С у р м а ч Г. П., Г а р ш и н е в Е. А., П а н о в В. И. Гидрологическая и противоэрозионная роль лесных насаждений.— В кн.: Гидрологическая роль защитных лесных насаждений. М., Колос, 1975, с. 220—299.
- С у х а р е в И. П. Регулирование и использование местного стока. 2-е изд., перераб. и доп.— М.: Колос, 1976.— 269 с.
- Ф а т ь я н о в А. С., Р о ж к о в Б. Д. Научно-технический бюллетень по проблеме «Защита почв от эрозии» (краткий отчет за 1974 г.). Курск, 1975, вып. 3, с. 31—32.
- Ф е д о т о в В. С. Террасирование склонов под сады и виноградники в Молдавии.— Кишинев: Штиинца, 1961.— 176 с.
- Х о л у п я к К. Л. Устройство противоэрозионных лесных насаждений.— М.: Лесная промышленность, 1973.— 150 с.
- Ш в е б с Г. И. Формирование водной эрозии стока наносов и их оценка.— Л.: Гидрометеоздат, 1974.— 184 с.
- Ш в е д а с А. И. Закрепление почв на склонах.— Л.: Колос, 1974.— 183 с.
- Ш л е х а н о в Л. Д. Эрозия почв и борьба с ней в УССР.— Лесное хозяйство, 1957, № 9, с. 27—28.
- Я л о в и ц к и й К. М., З а с л а в с к и й М. Н. Влияние обработки почв на склонах на сток осадков, смыв почвы, запас влаги и урожай кукурузы.— В кн.: Третий делегатский съезд почвоведов. М., Наука, 1968, с. 314—320.

О Г Л А В Л Е Н И Е

Предисловие	3
Глава 1. Факторы оврагообразования	5
Влияние литологии пород на оврагообразование	7
Климат и оврагообразование	10
Связь оврагообразования с рельефом	12
Влияние антропогенных факторов	20
Глава 2. Интенсивность роста оврагов	37
Прирост длины оврагов	38
Прирост оврагов по объему	50
Динамика вершинного перепада склоновых оврагов	57
Интенсивность образования новых оврагов	59
Глава 3. Характеристика современных форм размыва	62
Морфология оврагов	65
Морфометрия оврагов	69
Глава 4. Вред, причиняемый оврагами	85
Влияние оврагов на изменение рельефа местности	86
Влияние оврагов на гидрологические условия местности	89
Влияние оврагов на сокращение удобных земель, размер и конфигурацию полей	93
Глава 5. Мероприятия, предупреждающие оврагообразование	96
Противоэрозионная организация территории	98
Влияние агротехнических мероприятий на оврагообразование	101
Глава 6. Роль растительности в борьбе с оврагами	124
Противоэрозионное значение лесных насаждений	124
Противоэрозионная роль трав	143
Глава 7. Гидротехнические противоэрозионные сооружения	145
Гидротехнические сооружения на водосборе	147
Сооружения, закрепляющие овраги	161
Основные принципы выбора приемов борьбы с оврагами	170
Глава 8. Мелиорация разрушенных оврагами земель	172
Опыт работ по выполаживанию и засыпке оврагов	174
Расчет необходимых показателей при мелиорации земель	185
Технология работ по выполаживанию оврагов	190
Экономическая эффективность выполаживания оврагов	193
<i>Список литературы</i>	<i>195</i>

Александр Георгиевич Рожков

БОРЬБА С ОБРАГАМИ

Заведующая редакцией М. М. Антонова

Редактор Л. И. Гоменюк

Художник В. А. Кулаков

Художественный редактор М. Д. Северина

Технический редактор Н. В. Суржева

Корректор Д. Е. Ткачева

ИБ № 1129

Сдано в набор 16.12.80. Подписано к печати 09.06.81. Т-10579. Формат 84×108¹/₂. Бумага тип. № 3. Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 10,5+4 цв. вкл. Усл. кр. отт. 12,5. Уч.-изд. л. 11,99. Изд. № 257. Тираж 10 000 экз. Заказ № 647. Цена 60 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Колос», 107807, ГСП, Москва, Б-53, ул. Садовая-Спаская, 18.

Белоцерковская книжная фабрика республиканского производственного объединения «Поліграфкнига» Государственного комитета Украинской ССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли, 256400, г. Белая Церковь, ул. Карла Маркса, 4.

60 к.

