

УДК 631.48:631.6.02

UDC 631.48:631.6.02

**КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ И СОСТОЯНИЯ
ПРОТИВОЭРОЗИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ
НА РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ
АГРОЛАНДШАФТОВ**

**CRITERIA OF THE ESTIMATION AND
CONDITION OF ANTIEROSION ACTIONS ON
VARIOUS TYPES AGROLANDSCAPES**

Балакай Наталья Ивановна

Balakay Natalia Ivanovna

к. с.-х. н.

Cand. Agr. Sci.

*Федеральное государственное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»,
Новочеркасск, Россия*

Federal State Scientific Establishment «The Russian scientific research institute of land improvement problems», Novocherkassk, Russia

В статье приводятся критерии оценки и состояния противоэрозионных мероприятий на различных типах агроландшафтов, обеспечивающих прекращение или сведение к минимуму эрозионных процессов почвы и повышение производительности эродированных малопродуктивных земель

Criteria of an estimation and a condition of antierosion actions on various types of the agrolandscapes providing the termination or minimizing of erosive processes of soil and increase of productivity of eroded unproductive soils are resulted in the article

Ключевые слова: КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ, ТИПЫ АГРОЛАНДШАФТОВ, ЭРОЗИЯ, СМЫВ ПОЧВЫ, ПРОТИВОЭРОЗИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

Keywords: CRITERIA OF THE ESTIMATION, TYPES OF AGROLANDSCAPES, EROSION, SOIL WASHOUT, ANTIEROSION ACTIONS

Развитие современной водной эрозии почв на сельскохозяйственных угодьях обуславливается нарушением устойчивого водного режима в процессе эксплуатации земель. Устранить условия, способствующие проявлению эрозии почв, можно путем ослабления концентрации водных потоков и замедления поверхностного стока путем: увеличения поглотительной и инфильтрационной способности почвы, задержания осадков на месте выпадения, отвода или безопасного сброса необходимого количества воды в гидрографическую сеть.

Для успешной борьбы с водной эрозией почв на землях, занятых в сельскохозяйственном производстве, необходима комплексная система мероприятий, позволяющая использовать воды поверхностного стока для увлажнения полей и прекращения развития эрозионных процессов.

Эффективная защита почв от водной эрозии возможна при систематическом внедрении комплекса противоэрозионных мероприятий, разработанного с учетом конкретных природно-экономических условий каждого района или хозяйства.

Анализ научной литературы и собственные исследования показали, что важнейшими элементами системы мероприятий по защите почв от водной эрозии являются:

- правильная организация территории, создающая предпосылки для эффективного применения средств борьбы с эрозией;
- противоэрозионная агротехника, обеспечивающая повседневную защиту почв и повышение их плодородия;
- лесомелиоративные мероприятия по борьбе с эрозией почв;
- гидротехнические сооружения, предотвращающие размыв почвы.

Выбор противоэрозионных мероприятий не имеет однозначного решения, так как всегда можно подобрать несколько различных вариантов, которые бы обеспечили потери почвы и поверхностного стока от эрозионных процессов ниже допустимого уровня (табл. 1) [1].

Таблица 1 – ВЕЛИЧИНЫ ДОПУСТИМОГО СМЫВА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПА ПОЧВ, СТЕПЕНИ ИХ СМЫТОСТИ, (Т/ГА)

Почва	Несмытые и слабосмытые	Средне-смытые	Сильно-смытые
Дерново-подзолистые, серые и светло-серые лесные на рыхлых лессовых породах	2,5	1,5	1
Темно-серые лесные	3	2	1,5
Черноземы оподзоленные и сильновыщелоченные	4	3	2
Черноземы мощные	4,5	3,5	2,5
Черноземы типичные и обыкновенные	4	3	2
Черноземы южные и темно-каштановые почвы	3	2	1,5
Каштановые и светло-каштановые, сероземы	2,5	1,5	1
Черноземы, каштановые, серые лесные на опоках и меловых породах	1,5	1	0,5

Другим индикаторным показателем эффективности почвозащитных систем, особенно для регионов с недостаточным и неустойчивым увлажнением, может служить относительное повышение влагообеспеченности полей [1].

Для улучшения влагообеспеченности почв необходимо равномерно задержать на всей площади пашни и направить вглубь почвы значительную долю талого и ливневого стока. Чтобы решить эту задачу, основное внимание следует уделять созданию мощного окультуренного слоя почвы, разрушению ее плужной подошвы и повышению инфильтрационной способности талого и мерзлого грунта.

Избыточный слой талого ($Y_{p\%}^T$) и ливневого ($Y_{p\%}^L$) стока расчетной обеспеченности на пашне можно найти по уравнениям[1]:

$$Y_{p\%}^T = h_{p\%}^T - (W_{BO} - W_{p\%}^T), \quad (1)$$

$$Y_{p\%}^L = h_{p\%}^L - (W_{HO} - W_{p\%}^L), \quad (2)$$

где $h_{p\%}^T$, $h_{p\%}^L$ – соответственно сток талых и ливневых вод заданной обеспеченности;

$W_{p\%}^T$, $W_{p\%}^L$ – соответственно общие запасы влаги $p\%$ обеспеченности в 0-50 см слое почвы в начале стока талых и ливневых вод.

W_{BO} , W_{HO} – нижний предел оптимальных запасов влаги, W_{HO} равен 0,6 полной влагоемкости; W_{BO} равен 0,85-0,90 полной влагоемкости.

Установление объемов задержания талых и ливневых вод на пашне с целью создания оптимального водного фактора для развития растений является необходимым условием, но недостаточным с точки зрения сохранения плодородного слоя земли, разрушаемого и уносимого водными потоками тем интенсивнее, чем больше величина избыточного стока. Следовательно, этот сток необходимо уменьшить до значений, при которых бы смыв почв находился в пределах почвообразовательного процесса.

Агротехнические мероприятия. Для назначения и контроля агротехнических противоэрозионных приемов необходимо знать их почвозащитную и стокорегулирующую эффективность, влияние на урожайность сель-
<http://ej.kubagro.ru/2010/10/pdf/03.pdf>

скохозяйственных культур, в т.ч. в зависимости от степени смывости почв (табл. 2) [2].

Таблица 2 – ПОКАЗАТЕЛИ ВОДНО- И ВЕТРОЭРОЗИОННОЙ ОПАСНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Сельскохозяйственные культуры, фон	Коэффициент эрозионной опасности	Коэффициент дефляционной опасности
Чистый пар	1	1
Сахарная свекла	0,9	0,95
Кукуруза на зерно	0,85	0,85
Подсолнечник	0,80	0,85
Картофель	0,75	0,85
Яровые зерновые	0,60	0,75
Смешанные посевы яровых культур	0,50	0,75
Однолетние травы	0,50	0,75
Горох, вико-овсяная смесь	0,35	0,75
Кукуруза на зеленый корм	0,60	0,70
Пропашные культуры с подсевом многолетних трав	0,50	0,70
Яровые зерновые с подсевом многолетних трав	0,40	0,70
Озимые зерновые	0,30	0,30
Смешанные посевы озимых культур	0,25	0,25
Промежуточные посевы яровых культур	0,30	–
Промежуточные посевы озимых культур	0,20	0,20
Многолетние травы 1-го года пользования	0,08	0,08
Многолетние травы 2-го года пользования	0,03	0,03
Многолетние травы 3-го года пользования	0,01	0,01

Хозяйственное использование пашни осуществляется в системе полевых, кормовых и специальных севооборотов. Составляя схемы севооборотов, следует иметь в виду, что по своему защитному действию против эрозии сельскохозяйственные культуры распределяются в следующей последовательности: чистый пар – пропашные – яровые колосовые – зернобобовые – озимые колосовые – однолетние травы – многолетние травы.

Для характеристики интенсивности смыва используется классификация Г.П. Сурмача: слабый смыв – до 3 м³ почвы с 1 га; средний – 3-8 м³;

сильный – 8-15 м³; весьма сильный – 15-30 м³; чрезмерный – более 30 м³ почвы с 1 га [3].

Оценка противоэрозионной эффективности агротехнических приемов показала, что максимальное количество задержанного ими стока талых и дождевых вод не превышает 20 мм, а в среднем составляет 10-12 мм, что соответствует величине стока 30-50%-ной степени обеспеченности для большей части земледельческих регионов страны (табл. 3) [2].

Таблица 3 – ВОДОЗАДЕРЖИВАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ПРОТИВОЭРОЗИОННЫХ ПРИЕМОВ

Противоэрозионные мероприятия	Величина задержанного стока, мм
Отвальная обработка на глубину 20-22 см	4-5
Глубокая вспашка на глубину 27-30 см	8-10
Глубокая вспашка на глубину 27-30 см + почвоуглубление на 10-15 см	12-13
Глубокая безотвальная (чизельная) обработка на глубину 32-40 см	16-18
Плоскорезная обработка на глубину 20-22 см	3-4
Обвалование зяби	15-16
Создание нанорельефа на зяби	10-18
Щелевание уплотненной пашни	15-20
Полосное размещение уплотненной и рыхлой пашни	15-20
Стокорегулирующая лесная полоса	15-30
То же, но усиленная валом-канавой	40-60

Причем эффективность агротехнических приемов возрастает в маловодные годы и снижается в многоводные. Сопоставляя слой стока талых вод в каждом конкретном году с их водозадерживающей способностью, можно контролировать их эффективность [4].

Другим контролирующим показателем может служить урожайность сельскохозяйственных культур, которая в значительной степени зависит от степени эродированности почвенного покрова (табл. 4).

Прибавка величины урожайности от применения противоэрозионных агротехнических приемов колеблется от 1 до 4 ц/га и практически никогда не выходит за эти пределы на одинаковом агрохимическом фоне.

К культурам, больше всего реагирующим на увеличение степени

эродированности, относятся подсолнечник, гречиха, просо, сахарная свекла, картофель. Урожаи их уменьшаются на слабосмытых почвах на 15-40 %, среднесмытых – 35-60 %, сильносмытых – 75-90 %. Наполовину меньше получают урожай кукурузы на зерно и силос, озимой и яровой пшеницы, ячменя на средне-, а особенно сильносмытых почвах.

Таблица 4 – УРОЖАЙНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА ПОЧВАХ РАЗНОЙ СТЕПЕНИ ЭРОДИРОВАННОСТИ, % К НЕСМЫТОЙ ПОЧВЕ

Культура	Урожайность в зависимости от степени эродированности почвы		
	слабая	средняя	сильная
Озимая рожь	85-90	55-65	35-40
Яровая пшеница	70-80	40-50	15-20
Ячмень (яровой)	80-85	45-55	30-40
Овес	80-85	55-60	30-45
Кукуруза	80-85	60-70	15-25
Горох, вика	85-95	60-70	50-60
Сахарная свекла, картофель	80-90	30-40	10-15
Подсолнечник	70-80	40-50	20-30
Вика + овес	85-90	65-70	35-45
Суданка	80-90	55-60	30-40
Многолетние травы	90-95	85-90	75-80

Меньше всего реагируют на смытость многолетние травы. Это позволяет использовать их в качестве основного фитомелиорирующего средства при залужении средне- и сильносмытых почв [1].

Определение эрозионной опасности проводится по основным факторам: элементам мезорельефа (склон, вершина, шлейф); крутизне, длине, форме, части (нижняя, средняя, верхняя), экспозиции склонов; площади водосбора; почвам (генезис, механический состав верхнего 10-см слоя, количество частиц более 1 мм в слое 0-5 см); генезису и литологии подстилающих почву пород; естественному растительному покрову; сельскохозяйственному использованию территории.

Основным признаком потенциальной опасности проявления эрозии принята комковатость почвы, то есть весовое содержание фракций крупнее

1 мм в диаметре в слое 0-5 см, выраженное в процентах к взятой из этого слоя навеске. При 60 % и более комковатости почва устойчива и не нуждается в дополнительных почвозащитных мероприятиях, при 50-60 % слабоустойчива и требует защитных мер, при комковатости меньше 50 % необходимо усиление мер защиты [5, 6, 7].

Существенным показателем степени эродированности служит также уменьшение содержания запаса гумуса по сравнению с целинными участками, что связано как с выдуванием мелкозема, так и с интенсивностью разложения гумуса в зависимости от характера использования пашни.

Лесомелиоративные мероприятия. Определение расстояний между лесными полосами обычно связывается с каким-либо одним ведущим фактором: полезащитных – с типом почвы, в зависимости от которого насаждения достигают той или иной предельной высоты, а водорегулирующих полос на склонах – с их крутизной [8].

Для правильного размещения лесных полос необходимо учитывать скорости преобладающих ветров, особенности рельефа, возможность применения агротехнических и гидротехнических противоэрозионных мероприятий, сложившуюся структуру посевных площадей.

Узкие двухрядные лесные полосы следует формировать из густокронных древесных пород (тополь, лиственница, вяз, клен). Проектируя лесные полосы из древесных пород с ажурными кронами (береза, акация белая, гледичия и т.п.), при установленной густоте посадки в рядах (1-1,5 м) не следует принимать число рядов менее трех [5, 9].

При размещении лесополос на территории севооборотов учитывается доминирующее направление наиболее вредоносных ветров; проектируемые основные (продольные) лесные полосы размещаются перпендикулярно господствующим ветрам или с небольшим отклонением от прямого угла (до 30°). Эффективность защиты полей зависит от высоты деревьев

в лесополосе, от ее конструкции, расстояния между лесополосами и других факторов.

В системах лесных полос основными системообразующими связями считают зоны мелиоративного влияния, перекрывающие межполосные поля. Лесные насаждения и их связи образуют структуру системы лесных насаждений. Ландшафтная территория с лесомелиоративной системой может характеризоваться показателями защитной лесистости и защищенности лесными насаждениями [8].

Защитная лесистость – это выраженное в процентах отношение площади защитных лесных насаждений к общей площади территории, на которой они размещены. Лесистость считается высокой, если она превышает 50 %; средней – при ее показателе в пределах от 49 % до 15 % и слабой – менее 15 %. Такова стабильная характеристика ландшафта.

Защищенность территории лесными насаждениями – это выраженное в процентах отношение суммарной площади зон мелиоративного влияния лесных насаждений к общей площади территории, на которой они расположены. Защищенность считается полной при ее величине 100 %; достаточно полной – при 99-80 %, недостаточно полной – при 79-50 %, неполной – при 49-20 % и отсутствующей – менее 20 %.

Еще одним важным показателем в агролесомелиорации является облесенность пашни, сельскохозяйственных угодий и территории в целом. При создании системы, предотвращающей отрицательное действие засух, паводков, эрозионных процессов и др., под посадку искусственных лесных насаждений должно отводиться 15-18 % площади земель.

В соответствии с результатами исследований и рекомендациями ученых ФГНУ «РосНИИПМ» защита полей от эрозии и дефляции достигается лесными полосами. Зависимость ширины лесных полос от типа гидротехнических сооружений представлена в таблице 5 [4].

Узкие полезачитные полосы могут занимать в лесостепных районах 2,0-2,5 %, в степных 3-4 %. При пересеченном рельефе местности (приовражные и прибалочные лесные насаждения) – 7-8 % присетевого фонда. Оптимальная площадь лесных полос на склонах разной крутизны должна составлять: при 2-6° – 3,4-5,5 %, при 6-10° – 10 %, на склонах свыше 10° – 15,5 % [9].

Таблица 5 – ЗАВИСИМОСТЬ ШИРИНЫ ЛЕСНЫХ ПОЛОС ОТ ТИПА ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ И КРУТИЗНЫ СКЛОНОВ

Крутизна склонов, град.	Тип сооружений	Рабочая высота земляного вала, м	Ширина ¹⁾ лесной полосы, м	
			степь	лесостепь
1-2 ²⁾	Водозадерживающий или водонаправляющий земляной вал	0,3-0,4	9	8
2,1-3	Канавы с валом	0,4-0,5	9	8
3,1-4	Канавы с валом	0,5-0,7	9	8
4,1-5	Канавы с валом увеличенного размера при подсыпке грунта бульдозером	0,7-0,9	6	6
5,1-6	То же	0,9-1	6	6

Примечания:
¹⁾ Уменьшение ширины полос с увеличением крутизны склонов проводят при одновременном сокращении межполосных расстояний;
²⁾ Для районов интенсивного проявления водной эрозии.

Простейшие гидротехнические противоэрозионные сооружения. Гидротехнические противоэрозионные мероприятия применяют в тех случаях, когда агротехнических и агролесомелиоративных мероприятий недостаточно. Чаще всего это касается крутых склонов и сильно заовраженных земель.

На водосборной площади в качестве гидротехнических сооружений применяют валы-террасы. На склонах крутизной 4-6° большое значение для задержания стока приобретает сооружение валов-террас (валов с широким основанием или гребневидных террас) [10].

Валы-террасы строят по горизонталям местности и привязывают к границам полей и производственных участков. Высота валов обычно

30-60 см, ширина основания – в 8-12 раз больше высоты. Благодаря пологим откосам, такие валы легко преодолеваются всеми сельскохозяйственными машинами при обработке почвы, посеве и уборке урожая.

Расстояние между соседними валами рассчитывают на сток 10 % обеспеченности по двум условиям: неразмываемости пространства между ними и непереполняемости прудка перед валом.

В условиях избыточного увлажнения на тяжелых маловодопроницаемых почвах делают наклонные террасы, чтобы сбросить избыток воды в залуженные водотоки. Уклон по длине вала в сторону водосброса принимается не более 0,005 во избежание его размыва.

При уклоне 8-10° обычно делают полосы шириной 8-10 м, при уклоне 10-12° – 6-8 м, при 12-14° – 4-6 м и при уклоне 14-16° – 3-4 м [5]. Перед террасированием производится засыпка водороин, промоин и неглубоких оврагов.

Распылители стока создают для рассредоточения потоков воды, концентрирующихся в ложбинах, разъемных бороздах, межах, напашах, у дорог и лесных полос [1].

Водозадерживающие валы (валы Борткевича). Водозадерживающие валы устраивают на прилегающем к вершине оврага участке склона для приостановки его роста. Валы рекомендуется создавать в условиях спокойного рельефа на водосборах не более 15 га при средней крутизне склона не более 3°. При выраженной ложбинности площадь водосбора не должна превышать 5-8 га, а при крутизне склона 3-6° – 5 га [5].

Водозадерживающие валы сооружают параллельно горизонталям поверхности на расстоянии не менее 15 м от вершины растущего оврага или эродируемого склона. Через 50-150 м под прямым углом к оси вала строят перемычки, а для сброса незадержанного стока – водосливы.

Для укрепления вала его засевают весной следующего после сооружения года смесью многолетних трав (ежа сборная, тимофеевка, клевер, <http://ej.kubagro.ru/2010/10/pdf/03.pdf>

овсяница луговая), а в пространстве между вершиной оврага и первым валом, а также на дне оврага проводят посадку лесных культур.

Водоотводные валы-канавы применяются для отвода воды от вершин оврагов в задернованные ложбины или к одной вершине, закрепленной водосбросным сооружением. Их рассчитывают на пропуск наибольшего расхода воды 10%-ной обеспеченности. Наиболее часто строят валы-канавы следующих размеров: глубина канавы 0,5-1,0 м, ширина канавы по верху 2-4 м, высота вала 0,4-0,7 м, ширина вала у основания 2,2-4,3 м.

Вершинные водосбросные сооружения служат для безопасного сброса воды через вершину на дно оврага. Они создаются в тех случаях, когда система водорегулирующих мероприятий на водосборе оказывается неэффективной. Выделяют три типа вершинных сооружений: быстротокки, перепады и консоли (консольные перепады).

Вершинные сооружения рассчитывают на пропуск расходов от 0,1 м³/с (плетневые) до нескольких кубометров в секунду (деревянные, каменные, бетонные) [10].

Донные сооружения (запруды) создают после укрепления вершины оврага для предотвращения дальнейшего углубления дна. При отсутствии донных сооружений очень вероятен подмыв и разрушение вершинных сооружений. Однорядные запруды делают высотой до 0,5 м, двухрядные плетневые и деревянные – до 1 м, каменные – до 1,5 м и бетонные – до 2,5 м.

Овраги глубиной от 2 до 7 м можно перегораживать также земляными плотинами и перемычками, насыпаемыми поперек оврага на 0,5 м выше его бровки на расстоянии 20-30 м друг от друга. Откосы плотин впоследствии обсаживают деревьями. Для устройства плетневых запруд поперек оврага роют траншею шириной 0,2-0,3 м и глубиной 0,5 м, которая врежется в откосы оврага или промоины не менее чем на 1 м, устанавливают в траншею плетень, а затем засыпают грунт, уплотняя его послойно.

Выводы:

1. Агротехнические почвозащитные мероприятия способствуют увеличению противоэрозионной стойкости и впитывающей способности почв, равномерному увлажнению почвы, сокращению интенсивности стока и смыва, предотвращению концентрации стока на пашне, созданию условий для безопасного сброса избытка талой или дождевой воды.

2. Положительное воздействие противоэрозионной лесомелиоративной системы проявляется в регулировании стока талых и ливневых вод, в задержании и равномерном распределении снега, что обеспечивает защиту почв от эрозии, улучшение водного, пищевого и температурного режимов, ускоренное повышение почвенного плодородия и систематическое повышение урожайности с.-х. культур.

3. Противоэрозионные гидротехнические сооружения устраивают для регулирования критических масс поверхностного стока, когда интенсивность дождя превышает впитывающую способность почвы, а масса осадков превышает емкость микрорельефа.

Гидротехнические противоэрозионные мероприятия применяют только в тех случаях, когда агротехнических и лесомелиоративных мероприятий недостаточно.

Литература

1. Герасименко В.П. Оценка рационального регулирования стока на пашне для обоснования оптимальных противоэрозионных мероприятий // Науч.-техн. бюллетень по проблеме «Защита почв от эрозии». – Вып. 2. – Курск, 1979.

2. Мероприятия по охране почв от эрозии / Научный обзор ФГНУ «РосНИИПМ» – М.: ФГНУ ЦНТИ «Мелиоводинформ». 2010. – 71 с.

3. Сурмач Г.П. Выбор обеспеченности стока для расчетов смыва в целях построения комплекса противоэрозионных мероприятий // Науч.-техн. бюллетень по проблеме «Защита почв от эрозии». – Вып. 2. – Курск, 1979.

4. Методические указания по назначению компенсационных мероприятий по снижению размера ущерба от поверхностных стоков. – М.: ФГНУ ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2009.

5. Проектирование противоэрозионных мероприятий: сб. науч. тр. – М.: ГИЗР, 1973. – 140 с.

6. Сурмач Г.П. Водная эрозия и борьба с ней. – Л., 1976. – 256 с.

7. Грызлов Е.В. Как лучше предотвратить смыв? // Земледелие. – № 9. – 1968.

8. Ивонин В.М. Лесные мелиорации ландшафтов: учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., доп. и испр. – Ростов н/Д: Изд-во СКНЦ ВШ, 2004. – 280 с.

9. Агролесомелиоративное адаптивно-ландшафтное обустройство водосборов / И.С. Кочетов [и др.]. – Волгоград, 1999. – 84 с.

10. Кузнецов М.С. Эрозия и охрана почв: учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. / М.С. Кузнецов, Г.П. Глазунов. – М.: Изд-во МГУ, Изд-во «КолосС», 2004. – 352 с.