

УДК 631.459:631.58:631.6.02

UDC 631.459:631.58:631.6.02

**ОЦЕНКА ИНТЕНСИВНОСТИ
ПРОЯВЛЕНИЯ ЭРОЗИИ И
ПОЧВОЗАЩИТНОЕ ДЕЙСТВИЕ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

**INTENSITY ESTIMATION OF EROSION
DISPLAYING AND SOIL-PROTECTIVE
ACTION OF AGRICULTURAL CROPS**

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 способы оценки интенсивности проявления эрозии и почвозащитное действие растительного покрова, которые обеспечат повышение урожайности сельскохозяйственных культур, плодородия земель сельскохозяйственного назначения и сформируют условия для самовосстановления деградированных сельскохозяйственных угодий

The ways of erosion displaying intensity estimation and soil-protective action of a vegetative cover which will provide increase of agricultural crops productivity, fertility of the agricultural appointment soils and will generate conditions for the degraded agricultural grounds self-restoration are resulted in the article

Ключевые слова: ПОВЕРХНОСТНЫЙ СТОК, СМЫВ ПОЧВЫ, ОЦЕНКА ЭРОЗИИ, СИСТЕМА МЕРОПРИЯТИЙ, ПОЧВОЗАЩИТНОЕ ДЕЙСТВИЕ КУЛЬТУР

Keywords: SUPERFICIAL DRAIN, SOIL WASHOUT, EROSION ESTIMATION, SYSTEM OF ACTIONS, SOIL-PROTECTIVE ACTION OF CROPS

Почвы сельскохозяйственных угодий России ежегодно теряют около 1,5 млрд. т. плодородного слоя вследствие проявления эрозии. Годовой прирост площади эрозионных почв составляет 0,4-1,5 млн. га, оврагов – 80-100 тыс. га. Загрязнения водоемов продуктами водной эрозии по своим отрицательным последствиям не уступают воздействию сброса загрязненных промышленных стоков. Снижение урожая на эрозионных почвах составляет 36-47 %.

Исследования поверхностного стока талых, дождевых и ирригационных вод и эрозионных процессов изучаются в ФГНУ «РосНИИПМ» более 40 лет. Накоплен богатый экспериментальный материал, проведена обработка данных, разработаны почвозащитные мероприятия для различных типов агроландшафтов.

Для планирования различных почвозащитных мероприятий, прежде всего, необходимо выявить площади, нуждающиеся в проведении почво-

защитных мероприятий, и оценить степень потенциальной опасности проявления эрозии на них [1].

Расчет потенциального смыва от стока талых вод (ливневых дождей) можно определять по эмпирической зависимости:

$$\mathcal{E}_{\text{Т(л)}} = K_{\text{Т(л)}} \cdot R_{\text{об}} \cdot П, \quad (1)$$

где $\mathcal{E}_{\text{Т(л)}}$ – потенциальный смыв от стока талых вод (ливневых дождей), т/га;

$K_{\text{Т(л)}}$ – эродирующая способность стока талых вод (ливневых дождей), т/га на единицу эрозионного потенциала талых вод (ливневых дождей);

$R_{\text{об}}$ – обобщенный коэффициент эрозионного потенциала рельефа;

$П$ – коэффициент относительной смываемости почв.

Коэффициент эродирующей способности стока талых вод обуславливается зональными особенностями. Для эрозионных зон Ростовской области он может быть принят: I зона – 0,090; II зона – 0,115; III зона – 0,130; IV зона – 0,120 и V зона – 0,065.

Коэффициент эродирующей способности стока ливневых дождей для Ростовской области колеблется в пределах 0,09 [1].

Обобщенный коэффициент эрозионного потенциала рельефа ($R_{\text{об}}$) целесообразно определять с учетом поправок на профиль и экспозицию склона:

$$R_{\text{об}} = R \cdot K_{\text{э}} \cdot K_{\text{п}}, \quad (2)$$

где R – коэффициент эрозионного потенциала рельефа;

$K_{\text{э}}$ – поправочный коэффициент на степень эродированности почвы (табл. 1);

$K_{\text{п}}$ – поправочный коэффициент на поперечный профиль склона.

Таблица 1 – КОЭФФИЦИЕНТ ВЛИЯНИЯ СТЕПЕНИ СМЫТОСТИ ПОЧВЫ НА СТОК

Почва	При слое стока дождевых вод, мм							При снеготаянии
	5	5-10	11-5	16-20	21-30	31-40	41-50	
Не смытая	1	1	1	1	1	1	1	1
Слабосмытая	1,02	1,03	1,05	1,07	1,09	1,11	1,13	1,05
Среднесмытая	1,08	1,12	1,16	1,20	1,24	1,28	1,32	1,12
Сильносмытая	1,18	1,23	1,28	1,35	1,40	1,45	1,50	1,18

Поправочный коэффициент на экспозицию склона, например для степной зоны, применяется: северная – 1,23; восточная – 0,80; южная – 0,85; западная – 1,15; и соответственно форма поперечного профиля склона: прямая – 1,00; рассеивающая – 0,80; собирающая – 1,20 [1].

Коэффициент эрозионного потенциала для рельефа определяется по уравнению:

$$R = I^\alpha [n^{1+\alpha} (n-1)^{1+\alpha}] \cdot i_h^{1,45}, \quad (3)$$

где I – длина отрезка, м;

α – показатель степени при длине;

n – порядковый номер отрезка;

i_h – уклон отрезка, %.

Показатель степени α при длине I зависит от уклона отрезка следующим образом (табл. 2) [2].

Таблица 2 – ПОКАЗАТЕЛЬ СТЕПЕНИ α ПРИ ДЛИНЕ I В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УКЛОНА

Уклон, %	Показатель степени, α
Меньше 1	0,2
От 1 до 3,5	0,3
От 3,5 до 5	0,4
Больше 5	0,5

По величине расчетного смыва почвы, производимого стоком талых вод и ливней, участки пашни и других сельскохозяйственных угодий, размещенных на оцениваемых водосборах, группируются в семь классов эрозионной опасности (табл. 3).

Таблица 3 – КЛАССЫ ЭРОЗИОННОЙ ОПАСНОСТИ, В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СМЫВА ПОЧВ

Степень смыва почвы	Класс эрозионной опасности
Незначительная (до 2,5 т/га)	I
Слабая (2,6-5,0 т/га)	II
Умеренная (5,1-10,0 т/га)	III
Средняя (10,1-30,0 т/га)	IV
Сильная (30,1-50,0 т/га)	V
Очень сильная (50,1-70,0 т/га)	VI
Катастрофическая (>70,0 т/га)	VII

Расчет потенциального смыва почвы поверхностным стоком выполняется в разрезе элементов водосборов, по агроландшафтными полосам в связи с факторами: для талых вод – с уклоном, запасами воды в снеге, объемом стока, коэффициентами стока; для дождевых вод – с уклоном, водопроницаемостью почвы, интенсивностью осадков и коэффициентом стока (табл. 4) [3].

Таблица 4 – МАССА СМЫВА ПОЧВЫ ПОВЕРХНОСТНЫМ СТОКОМ НА АГРОЛАНДШАФТНЫХ ПОЛОСАХ НА ЧЕРНОЗЕМЕ ОБЫКНОВЕННОМ

Агроландшафтная полоса	Крутизна склона, град.	Масса смыва почвы, т/га	
Талые воды			
1-я приводораздельная	0,5-2,5	Уплотненная пашня	Рыхлая пашня
2-я склоновая	2,6-5,0	$W_{\Pi} = -2,93354 + 0,17607 \cdot I - 0,54931 \cdot O_T + 1,83138 \cdot O_T,$ при $R^2 = 0,87$	$W_{\Pi} = -2,03527 + 0,36741 \cdot I - 0,43363 \cdot O_T + 1,8260 \cdot O_T,$ при $R^2 = 0,87$
3-я присетьевая	более 5,0		
Ливневые воды			
1-я приводораздельная	0,5-2,5	$W_{\Pi} = -29,5621 + 3,9861 \cdot I + 9,9144 \cdot d + 9,5179 \cdot P_{in} + 1,2369 \cdot O_d,$ при $R^2 = 0,92$	
2-я склоновая	2,6-5,0		
3-я присетьевая	более 5,0		
Балки, овраги, пруды и пр.	-	-	осаждение стока наносов
Примечание: α – запасы воды в снеге, мм; O_T и O_d – объемы стока талых и дождевых вод, мм; I – уклон, град.; W_{Π} – масса смываемой почвы, т/га; P_{in} – интенсивность дождя, мм/мин; d – водопроницаемость почвы, мм/мин.			

Исследования, проведенные в степной зоне юга Европейской территории РФ, позволили выявить, что в зависимости от типа почвы и ее гранулометрического состава необходимо вводить поправочные коэффициенты, так как в качестве контроля приняты средне- и тяжелосуглинистые черноземы выщелоченные, типичные, обыкновенные, южные и каштановые почвы. При изменении гранулометрического состава и типа почв коэффициент стока изменяется (табл. 5) [1].

Таблица 5 – ПОПРАВОЧНЫЙ КОМПЕНСАЦИОННЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ НА ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВЫ, ВЛИЯЮЩИЙ НА КОЭФФИЦИЕНТ СТОКА

Почва	Зябрь	Уплотненная пашня
Средне- и тяжелосуглинистые		
Черноземы мощные и тучные	0,90	0,95
Черноземы выщелоченные, типичные, обыкновенные, южные и каштановые почвы	1,0	1,0
Черноземы оподзоленные	1,05	1,03
Темно-серые лесные	1,08	1,03
Серые лесные и дерново-карбонатные	1,12	1,05
Светло-серые лесные	1,18	1,10
Дерново-подзолистые	1,20	1,10
Легкосуглинистые		
Дерново-подзолистые и серые лесные почвы лесной зоны	0,90	0,95
Серые лесные и черноземные почвы северной лесостепи	0,95	0,95
Черноземы и каштановые почвы южной лесостепи и степи	1,0	0,95
Супесчаные и песчаные		
Дерново-подзолистые и серые лесные почвы лесной зоны	0,50	0,60
Серые лесные и черноземные почвы северной лесостепи	0,80	0,75
Черноземы и каштановые почвы южной лесостепи и степи	1,0	0,85
Глинистые, щебнистые суглинистые		
Дерново-подзолистые и серые лесные почвы лесной зоны	1,20	1,10
Серые лесные и черноземные почвы лесостепи	1,25	1,15
Черноземы и каштановые почвы степной зоны	1,30	1,20

Для составления картограммы потенциальной эрозионной опасности земель на плане хозяйства наносят наиболее характерные линии стока (из расчета 5 линий на 100 га). Линии стока делят на 100-метровые отрезки, доля которых определяет уклон в %, а также классификационные положения почв до уровня разновидностей, степень смывости и другие факторы, и по уравнениям связи и данным таблиц 3 и 4, определяют массу смывтой почвы с учетом поправок на гранулометрический состав почвы [4].

Противоэрозионные комплексы должны сочетаться с зональными системами почвозащитного земледелия. Необходимый почвозащитный эффект и рост производительной способности земли может быть достигнут лишь при дифференциации ее использования соответственно почвенным, рельефным, климатическим условиям, специализации хозяйств и противоэрозионных мероприятий.

Выбор культур севооборота в последние годы все чаще определяется потребностями хозяйства и рыночным спросом, отчего уменьшается набор чередующихся культур и сокращается количество лучших предшественников.

Оценка сельскохозяйственных культур по снижению их урожайности на эродированных почвах по сравнению с незэродированными проводится на основе определения средневзвешенного снижения урожая [5]:

$$U_{\text{ср.вз.}} = \frac{U_1 S_1 + U_2 S_2 + \dots + U_n S_n}{100}, \quad (4)$$

где $U_{\text{ср.вз.}}$ – средневзвешенное снижение урожая незэродированных почвах;

$U_{1,2,\dots,n}$ – среднее снижение урожая на почвах различной степени эродированности;

$S_{1,2,\dots,n}$ – площади почв разной степени эродированности.

Для условий Ростовской области нами установлено, что к культурам, больше всего реагирующим на увеличение степени эродированности, от-

носятся подсолнечник, гречиха, просо, сахарная свекла, картофель. Урожайи их уменьшаются на слабосмытых почвах на 15-40 %, среднесмытых – 35-60, сильносмытых – 75-90 %. На средне-, а особенно сильносмытых почвах урожай кукурузы на зерно и силос, озимой и яровой пшеницы, ячменя получают вдвое меньше [6].

Меньше всего реагируют на смытость многолетние травы. Это позволяет использовать их в качестве основного фитомелиорирующего средства при залужении средне- и сильносмытых почв [6].

Целесообразность возделывания той или иной культуры в эрозионных условиях связана с уровнем снижения урожайности на эродированных землях и с затратами на почвозащитные мероприятия. Наличие и степень развития эрозии в значительной степени определяют специализацию хозяйств и их производственных подразделений.

Оценка почвозащитного влияния сельскохозяйственных культур проводится с помощью показателя средневзвешенного проективного покрытия, определяемого для эрозионно опасных периодов [5]:

$$P_{\text{ср.вз.}} = \frac{P_1 \cdot S_1 + P_2 \cdot S_2 + \dots + P_n \cdot S_n}{100}, \quad (5)$$

где $P_{\text{ср.вз.}}$ – средневзвешенное проектирование покрытие почвы;

$P_{1,2,\dots,n}$ – среднее проективное покрытие почвы культурой по месяцам или декадам эрозионноопасного периода;

$S_{1,2,\dots,n}$ – площади, занимаемые культурой, в процентах от посевной площади или площади севооборота.

При проектировании агрофаций выполняются гидротехнические расчеты по предотвращению поверхностного стока, учитываются способы и правила размещения лесных полос и других элементов территории, агромероприятия, влияние уплотненности пашни на сток талых вод и степени проективного покрытия почвы растениями на сток дождевых вод.

Наши многолетние исследования позволили рассчитать компенсационный коэффициент на степень проективного покрытия поверхности почвы растениями для дождевых вод (табл. 6) [1].

Таблица 6 – ПОПРАВочный КОМПЕНСАЦИОНный КОЭФФИЦИЕНТ НА СТЕПЕНЬ ПРОЕКТИВНОГО ПОКРЫТИЯ ПОВЕРХНОСТИ ПОЧВЫ РАСТЕНИЯМИ ДЛЯ ДОЖДЕВЫХ ВОД

Величина проективного покрытия, % (X)	Культура или агрофон	K_{III}	Уравнение регрессии
0	Чистый пар	1,00	$K_{III} = -0,19066 \cdot \ln(x) + 0,9002$ при $R^2 = 0,89$
10-20	Пропашные	0,45	
20-30	Пропашные	0,35	
30-40	Пропашные	0,17	
20-40	Яровые колосовые	0,30	
30-50	Озимые колосовые	0,16	
40-60	Однолетние травы	0,10	
60-80	Многолетние травы	0,04	

В науке принято все растения по почвозащитной эффективности подразделять на три группы: хорошо-, средне- и слабозащищающие почву.

К первой группе относятся многолетние травы, ко второй – зерновые густопокровные культуры и однолетние травы (годовой смыв на их посевах в среднем в 2-4 раза меньше, чем на обработанной почве без растительного покрова), к третьей группе – все пропашные зерновые, технические, кормовые и овощные культуры, плодовые и виноградные насаждения, а также некоторые густопокровные культуры поздних сроков посева (просо, гречиха, суданская трава, сорго и др.). Смыв почвы на посевах культур последней группы снижается лишь на 10-25 % по сравнению с паром [5, 6].

Такое деление сельскохозяйственных культур по их почвозащитной эффективности объективно отражает их значение при стоке ливневых вод.

По нашим данным и данным других авторов, по почвозащитному действию растительного покрова растения можно объединить в группы: хорошие, средние, слабые и плохие (табл. 7) [1, 5, 6].

Таблица 7 – ПОЧВОЗАЩИТНОЕ ДЕЙСТВИЕ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР

Полезащитные растения			
Хорошие	Средние	Слабые	Плохие
Травосмесь	Озимая пшеница	Яровой ячмень	Кукуруза
Люцерна	Озимый ячмень	Овес	Сахарная свекла
Красный клевер	Рожь, тритикале	Горох, чина	Кормовая культура
Эспарцет	Озимые кормосмеси	Люпин	Подсолнечник
Лядвинец рогатый	Вика	Суданка	Картофель
	Рапс, сурепица	Яровые кормовые смеси	

Структура посева зависит от потребностей и возможностей хозяйства. Желательно было бы на больших площадях выращивать многолетние бобовые кормовые культуры. Хорошей почвозащитной культурой является люцерна.

Слабые и плохие в отношении защиты почвы растения занимают основную часть посевов – в среднем 55-65 % общей площади. Почвозащитное действие культур, относящихся к группе слабых, высеваемых густорядно весной, можно повысить соответствующей агротехникой.

При планировании севооборота необходимо учитывать: сроки уборки предшественников, подготовку почвы; питательный режим; чистоту полей от сорняков, благоприятное физическое состояние почвы.

Почвозащитные севообороты планируются для площадей с уклоном более 5 %. Параллельно увеличению крутизны склона увеличивается соотношение культур хорошего или среднего почвозащитного действия. Почвозащитным считается такой севооборот, доля хороших почвозащитных культур в котором составляет не менее 25, плохих – не более 25 % [5].

На склоновых землях крутизной более трех градусов со средне- и сильноэродированными почвами следует вводить почвозащитные севообороты. На склонах, изрезанных ложбинами и лощинами, с сильноэродированными почвами необходимо планировать постоянное залужение. На равнинных участках с наиболее плодородными неэродированными и слабоэродированными почвами, где не возникает опасности эрозии, севообо-

роты целесообразно насыщать пропашными культурами. На склонах повышенной крутизны с эродированными почвами ведущее место отводят культурам сплошного сева.

При обработке зяби на пологих односкатных склонах крутизной до 2° достаточно вспашки поперек склона. На более крутых участках (3-5°) поперечную вспашку необходимо дополнить валкованием, бороздованием или почвоуглублением. На склонах крутизной до 8° эрозионные процессы ослабляет прерывистое бороздование зяби. Обязательным приемом на склонах должно быть щелевание зяби, посев многолетних трав и озимых. Это хорошо дополняет плоскорезную обработку почвы на склонах, которая способствует накоплению снега, увеличивает запасы влаги. Однако при дружном таянии снега сток с участков, где произведена поверхностная обработка почвы, может увеличиваться. Щелевание сокращает при этом эрозионные процессы в два раза [5, 6].

Посев пропашных культур проводят только поперек склона. На пологих склонах до 1-1,5° разрешается квадратногнездовой посев. Междурядную обработку здесь нужно выполнять сначала вдоль, затем поперек склона. На более крутых склонах сеют только пунктирным способом. Дополнительно нужно щелевать междурядья при первой-второй обработках на глубину 18-20 см или окучивать посева. Эти мероприятия значительно сокращают сток ливневых вод и обеспечивают прибавку урожая. Полосное размещение культур применяется, в первую очередь, в почвозащитных севооборотах. Высокая почвозащитная эффективность полосного размещения сельскохозяйственных культур на эродируемых склонах может быть достигнута при условии максимального совмещения их направления с горизонталями местности. Подбор сельскохозяйственных культур проводится с учетом принятых севооборотов, структуры посевов.

Выводы:

1. Для разработки почвозащитных мероприятий необходимо выявить площади, нуждающиеся в проведении почвозащитных мероприятий, и оценить степень потенциальной опасности проявления эрозии на них, что позволит обеспечивать условия для прекращения и предупреждения эрозионных процессов, рационального использования земель и конструирования эрозионно-безопасных агроландшафтов.

2. Использование почвозащитного действия сельскохозяйственных культур позволит уменьшить поверхностный сток и массу смытой почвы, что позволит получать более высокие урожаи сельскохозяйственных культур, поддерживать агроландшафт в равновесном состоянии.

Литература

1. Методические указания по назначению компенсационных мероприятий по снижению размера ущерба от поверхностных стоков / В.Н. Щедрин, Н.И. Балакай, Е.В. Полуэктов [и др.]. – М.: ФГНУ ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2009. – 67 с.

2. Лопырев М.И., Макаренко С.А. Агроландшафты и земледелие / ВГАУ. – Воронеж, 2001. – 168 с.

3. Полуэктов Е.В. Эрозия и дефляция агроландшафтов Северного Кавказа. – Новочеркасск, 2003. – 298 с.

4. Кузнецов М.С., Глазунов Г.П. Эрозия и охрана почв. – М.: Колос, 2004. – 352 с.

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

6. Балакай Н.И. Влияние природных и антропогенных факторов на деградацию почвы // Труды КубГАУ. – 2009. – № 6(21). – С. 221-225.