

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК**  
**Государственное научное учреждение**  
**ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ**  
**ИНСТИТУТ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И ЗАЩИТЫ ПОЧВ ОТ ЭРОЗИИ**



**Методика**  
**проектирования противоэрозионной**  
**организации территории**

**Курск - 2008**

**УДК 631.6.02**

**Методика проектирования противоэрозионной организации территории.** Курск: ГНУ ВНИИЗиЗПЭ РАСХН. 2008. - 15с.

**Авторский коллектив:**

д.с.-х. н. Сухановский Ю.П., к.с.-х.н. Бахирев Г.И., д.с.-х.н. Здоровцов И.П.

Методика предназначена для специалистов в области земледелия, почвоведения, землеустройства и рекомендована для проектирования противоэрозионной организации территории пахотных земель, а также для проведения научно-исследовательских работ. Может использоваться в учебном процессе сельскохозяйственных учебных заведений, региональных институтов повышения квалификации руководящих кадров и специалистов АПК.

Рассмотрена и одобрена ученым советом ВНИИЗиЗПЭ  
(протокол № 5 от 1 июля 2008 г.).

©ГНУ Всероссийский НИИ земледелия и  
защиты почв от эрозии РАСХН, 2008 г.

## Содержание

Введение.....	4
1. Допустимые потери почвы.....	5
2. Выбор и размещение противоэрозионных мероприятий .....	6
3. Пример эколого-экономической эффективности комплекса проти- воэрозионных мероприятий.....	12
Заключение.....	15
Литература.....	15

## ВВЕДЕНИЕ

Для Российской Федерации 60% площадей сельскохозяйственных угодий являются эрозионноопасными и подвержены водной и ветровой эрозии, для эрозионноопасных земель ежегодные потери почвы составляют 12,3 т/га, а для пашни ежегодный прирост площадей эродированных почв равняется 0,36% (для некоторых районов он достигает 1%) (Каштанов, Шишов, Кузнецов, 2004). При таких высоких темпах эрозии со временем будет возрастать площадь всех эродированных почв, и будут возрастать площади с более высокой степенью деградации.

Для незэродированных черноземов Центрально-Черноземной зоны (ЦЧЗ) примерно за 200 лет (со времени интенсивного освоения целинных земель (Бахирев, 1981)) содержание гумуса в верхнем слое почвы снизилось с 9-12 % до 5-6 % (Адерихин, 1964, Афанасьева, 1966), т.е., уменьшилось в 2 раза. В результате эрозии почв уменьшается мощность гумусового горизонта, и уменьшаются запасы гумуса, что ещё в большей степени ускоряет деградационный процесс. Для сильно эродированных почв потери гумусового горизонта составляют 50 – 75% (Сухановский, Бахирев, Здоровцов, 2004), запасы гумуса в слое 0-50 см уменьшились на 50 – 80%, а урожайность зерновых и пропашных культур снизилась на 40 – 70% (Санжарова, Сухановский, Прущик, 2008). Следовательно, для таких почв за 200 лет запасы гумуса уменьшались примерно в два раза быстрее, чем для незэродированных почв.

В соответствии с “ Положением о консервации деградированных земель” (Постановление Правительства РФ № 555 от 5 августа 1992 г.) очень сильно эродированные почвы для восстановления их плодородия подлежат консервации, т.е., выводятся из категории пахотных земель. Учитывая, что процесс почвообразования (восстановление гумусового слоя) является весьма медленным (Лисецкий, 200), то ресурс почвы, поте-

рянный в результате эрозии, можно считать практически невозпроизводимым.

В данной работе рассматривается выбор противоэрозионных мероприятий для пахотных земель. Проектирование гидротехнических сооружений (водосбросные сооружения, противоэрозионные пруды и др.), которые размещаются за пределами пашни, проводится в соответствии со строительными нормами и правилами и здесь не рассматривается.

В мировой практике выбор противоэрозионных мероприятий основывается на концепции допустимых потерь почвы и не имеет однозначного решения, поскольку можно подобрать разные комплексы мероприятий, которые будут удовлетворять критерию допустимых потерь почвы. Поэтому выбор мероприятий зависит от почвенно-климатических условий, рельефа и хозяйственной деятельности предприятия.

### Допустимые потери почвы

С позиции надежности противоэрозионных мероприятий допустимые потери почвы рассчитываются по формулам (Сухановский, Бахирев, 1998; Сухановский, Бахирев, Здоровцов, 2004)

$$I_{дон} = \lambda_{эп} H, \text{ мм/год}, \quad (1)$$

$$\lambda_{эп} = \frac{\varepsilon}{100TK_n}, \text{ 1/год}, \quad (2)$$

где  $H$  – мощность гумусового горизонта (мм);  $\varepsilon$  – точность (%), с которой измеряется мощность гумусового горизонта (принимается  $\varepsilon = 5\%$ );  $T$  – планируемый период защиты почвы от эрозии (принимается  $T = 50$  лет);  $K_n$  – коэффициент надежности (безразмерный); 100 – коэффициент перевода процентов в относительную величину. Значение параметра  $K_n$  определяется из условия, что среднемноголетние потери почвы за  $T = 50$  лет с вероят-

ностью 95% не превысят допустимые значения. Оценка значения  $K_n$  проводится с помощью стохастических моделей (Сухановский, 2001). Для условий ЦЧЗ  $K_n = 1.4$ . Величина  $\lambda_{эр}$  характеризует скорость допустимой эрозии. В табл. 1 приводятся значения допустимых потерь почвы для условий Центрально-Черноземной зоны (ЦЧЗ).

Переход к потерям почвы, выраженным в т/(га год), проводится по формуле

$$I_{доп}(т/га\ год) = 10\gamma(г/см^3)I_{доп}(мм/год), \quad (3)$$

где  $\gamma$  - объемная масса почвы (плотность сложения).

Таблица 1. Допустимые потери почвы для ЦЧЗ

Степень эродированности почвы	Потери гумусового слоя от эталона $H_o$ , %	$I_{доп.}$ , мм/год	
		Чернозём	Серые лесные
Неэродированная	0 - 5	0,54	0,41
Слабая	5 - 25	0,43	0,32
Средняя	25 - 50	0,29	0,21
Сильная	50 - 75	0,14	0,11
Очень сильная	75 - 100	0	0

Примечания. 1. Для типичных и выщелочных черноземов (эталон)  $H_o = 800$  мм, для темно-серых лесных почв  $H_o = 600$  мм. 2.  $I_{доп.} = 0$  для очень сильно-эродированных почв означает, что эта почва должна быть переведена в другую категорию земельных угодий.

### Выбор и размещение противоэрозионных мероприятий

Практика показала, что агротехнические и луго - лесомелиоративные мероприятия (с простейшими гидротехническими сооружениями) способны снизить потери почвы до допустимого уровня. Однако задача выбора противоэрозионных мероприятий не имеет однозначного решения, так как снизить потери почвы до допустимого уровня можно различными на-

борами мероприятий (комплексами). Поэтому предлагается следующий наиболее рациональный алгоритм выбора и размещения противоэрозионных мероприятий (Сухановский, Бахирев, 1995; Сухановский, Бахирев, Здоровцов, 2004). Сначала на склонах размещаются водорегулирующие лесные полосы (усиленные канавой и валом), которые регулируют сток и снижают эрозионные процессы до некоторого уровня. Далее для каждого межполосного пространства подбираются агротехнические мероприятия (севообороты, способы обработки почвы), которые снижают потери почвы до допустимых значений.

### *Размещение водорегулирующих линейных рубежей*

Критерием размещения является граница перехода слабоэродированных почв в среднеэродированные, где за исторически длительный период проявления ускоренной антропогенной эрозии потери гумусового слоя составляют 25%. Например, для почв с гумусовым горизонтом 80 см и для периода 200 лет (ЦЧЗ) средняя скорость эрозии равняется 1 мм/год. Следовательно, даже при прежнем уровне земледелия такое размещение линейных рубежей снизит потери почвы до уровня 1 мм/год, который, в свою очередь, выше допустимого (см. табл. 1).

Размещение проводится поэтапно.

Этап 1: выявление закономерностей расположения границ смытых в различной степени почв на склонах за исторически длительный (150 – 200 лет) период использования территории под пашней. Для этого используются карты почвенно-эрозионного обследования территории масштаба 1: 10 000 с горизонтальным сечением через 2,5 м и менее. На ней по линиям наибольшего уклона выделяются элементарные водосборы (ложбинные, лощинные, балочные, долинные). От водораздела к тальвегу (временному, постоянному водотоку) по направлению перпендикулярному горизонталям

наносятся линии стока. Если водораздел представляет собой слабосточную равнину, на которой трудно провести границу в виде линии, то линии стока проводятся от первой горизонтали, где крутизна склона превышает 1 градус. По линии стока извлекается информация: протяженность от водораздела до границы смытой в определенной степени почвы (начало поясов слабосмытых, среднесмытых и сильносмытых почв на склонах); крутизна склона на границе; экспозиция склона; тип почвы и механический состав. С помощью методов математической статистики определяются границы для разных степеней смытости почвы. В качестве примера в табл. 2 приводятся критерии для размещения лесных полос для Центрально-Черноземной зоны.

Этап 2: расчёт базовых отметок проектируемых стокорегулирующих линейных рубежей. На план землепользования с горизонталями наносятся линии стока от водораздела до тальвегов временных водотоков и границы пашни. Профили кодируются и нумеруются горизонталями сверху вниз. Количество профилей линий стока определяется сложностью рельефа территории. Важно, чтобы они охватывали все особенности и разнородности форм рельефа. В результате рассчитываются координаты линейных рубежей (базовые отметки).

Таблица 2. Критерии размещения лесных полос для ЦЧЗ (границы перехода слабо – в средне эродированные) (Бахирев, 1981)

Угол, град.	Чернозёмы		Серые лесные	
	Экспозиция		Экспозиция	
	Северная	Южная	Северная	Южная
	Расстояние, м			
1	1200	700	950	650
2	700	450	600	350
3	450	300	400	250
4	300	250	300	160
5	230	200	200	120
6	170	170	120	70



Этап 3: нанесение на план землепользования базовых отметок линейных рубежей. На план землепользования по профилям откладываются рассчитанные расстояния для линейных рубежей и фиксируются точками.

Этап 4: нанесение на план землепользования стокорегулирующих линейных рубежей. Расчётные базовые точки соединяются линией, приближенно параллельной горизонталям, а при необходимости перехода к более низким по высотности отметкам под углом, обеспечивающим, к примеру, лесополосой, не только поглощение части поступающего с поля стока, но и отвод его без образования на трассе линейных форм эрозии. Отклонение линейных трасс от горизонталей характеризуется углом стоковой нагрузки ( $\alpha_{ст.}$ ). По данным В.М. Ивонина (1992), допустимые среднегодовые объемы эрозии вдоль рубежей обеспечиваются: на склонах крутизной менее 2 градусов при значениях  $\alpha_{ст.}=30^0 - 90^0$ , на склонах крутизной от 2 до 5 градусов при  $\alpha_{ст.}=50^0 - 90^0$ , на склонах крутизной от 5 до 8 градусов при  $\alpha_{ст.}=70^0 - 90^0$ .

Этап 5: анализ первичного расположения линейных рубежей и их корректировка. При анализе объектом внимания являются: наличие и ориентация постоянной дорожной сети и других линейных коммуникаций; ориентация границ хозяйства и гидрографической сети; степень расчлененности территории гидрографической сетью и пораженность её линейными формами эрозии; наличие действующих лесополос и других стокорегулирующих объектов; размер и конфигурация межполосных пространств; относительная продуктивность защищаемых земель и приуроченность к буферной зоне ландшафта.

При конструировании противозерозионной инфраструктуры необходимо максимально использовать возможности проектирования параллельных линейных рубежей без опасности концентрации поверхностного стока, способного вызвать овражную эрозию. При высокой расчленён-

сти территории ложбинами такие возможности ограничены и, в связи с этим, приходится часть пашни отводить под залужённые водотоки (для безопасного стока воды в гидрографическую сеть) или изменять целевую функцию и режим использования территории. При высокой распаханности земельных угодий решение принимается в пользу изменения целевой функции малопродуктивных эродированных земель (перевод в другую категорию использования).

Возможны случаи, когда расчетные стокорегулирующие линейные рубежи близко располагаются к профилированным дорогам, служащим мощным барьером на пути стока. В данной ситуации следует заложить новый профиль линии стока от рассматриваемого рубежа и повторить процедуру расчёта базовых проектных точек. Также возможны случаи, когда линейные рубежи должны располагаться на близком расстоянии друг от друга (нижняя часть крутых склонов). В таком случае можно удалить некоторые рубежи и предусмотреть новый набор агротехнических мероприятий, обеспечивающих смыв почвы ниже допустимого. На рис. 1 показан пример размещения лесных полос на водосборе.

Таким образом, на плане землепользования определяется положение каждой лесной полосы. В нижней части лесной полосы создается канава (канал) и земляной вал для задержания стекающей воды. Для отвода концентрированных потоков воды проектируются постоянные залуженные водотоки (предотвращение линейных размывов и оврагообразования).

Для водосборов со слабым проявлением эрозионных процессов в качестве критерия может быть принята граница перехода неэродированных почв в слабо эродированные. В таком случае на выбор севооборотов будут накладываться менее жесткие ограничения.

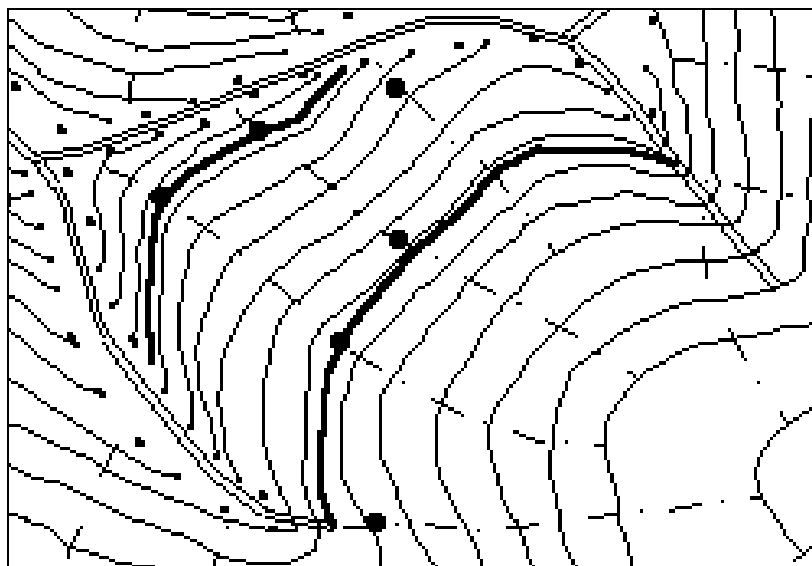


Рис. 1. Пример размещения линейных рубжей:

—	горизонталь:	●	расчетная точка рубежа:
....	граница пашни:	—	линейный рубеж:
- - -	линия тока:	==	волоток.

### *Выбор агротехнических мероприятий*

После размещения лесных полос рассматриваются участки между ними. Для этих межполосных участков выбираются севообороты (из заданного набора возможных севооборотов) и обработка почвы, которые снижают потери почвы до допустимого уровня. Для расчета потерь почвы используются эрозионные модели, которые описывают потери почвы вдоль склона, например, (Ванин, Сурмач, 1985; Иванов, 1985; Ларионов, 1993; Герасименко, Кумани, 2000; Сухановский, Пискунов, 2006, 2007). Для проведения массовых расчетов на основе эрозионных моделей необходимо создание специализированных компьютерных программ, например, (Сухановский, Бахирев, Здоровцов, 2004).

### **Пример эколого-экономической эффективности комплекса противоэрозионных мероприятий**

В таблице 3 приводится оценка эколого-экономической эффективности почвозащитной системы земледелия по данным наблюдений на опытных водосборах контурно-мелиоративного земледелия ОППХ ВНИИ-ЗиЗПЭ.

Таблица 3. Усредненная оценка эколого-экономической эффективности почвозащитной системы земледелия по данным наблюдений на опытных водосборах КМЗ ОППХ ВНИИЗиЗПЭ за период 1986 – 2000 г.г. (Здоровцов, 2002)

Показатели	Водосбор № 3 (контроль)	Водосбор № 5 (2-х рядные лесные по- лосы с канавами через 216 м)
Запасы воды в снеге + осадки, мм	78,3	92,7
Поверхностный сток, мм	27,2	11,1
Водопоглощение, мм	51,1	81,6
Смыв почвы, т/га	2,76	1,35
Вынос биогенных ве- ществ с жидким стоком, кг/га	1,69	1,02
Продуктивность пашни в севообороте, ц к.ед./га	48,1	52,2
Выход продукции за 1972-1985 г.г. (до заклад- ки опытов), ц к. ед./га	44,9	42,0
Прибавка по водосборам, ц к. ед./га	3,2	10,2
Окупаемость капиталь- ных вложений, лет	-	2,9

Расчеты показывают (Здоровцов, 2002), что внедрение почвозащитных систем земледелия в ЦЧЗ на площади 3,68 млн. га позволит ежегодно получать дополнительно с-х продукции около 2,0 млн. т, суммарный эко-

лого-экономический эффект составит 1,83 млрд. руб. (в ценах 2002 г.), а окупаемость капитальных вложений составит 3,2 – 3,7 лет.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Снижение эрозии до допустимого уровня (с целью охраны почвенных ресурсов) ограничивает возможности использования пахотных земель и приводит, как правило, к дополнительным затратам. Хотя выбор противоэрозионных мероприятий не имеет однозначного решения, тем не менее, можно найти решение, которое приведёт к повышению продуктивности земель и к довольно быстрой окупаемости дополнительных капитальных вложений.

## **Литература**

1. Адерихин П.Г. Изменение черноземных почв ЦЧО при их использовании в сельском хозяйстве./ Черноземы ЦЧО и их плодородие. М., Наука, 1964. С. 61-69.
2. Афанасьева Е.А. Черноземы Средне-Русской возвышенности. М., Наука, 1966. 224 с.
3. Бахирев Г.И. Закономерности проявления и интенсивность средне-многолетней эрозии почв на пашне в Курской области //Закономерности проявления эрозионных и русловых процессов в различных природных условиях. М.: Изд-во МГУ. 1981. С. 22-24.
4. Ванин Д.Е., Сурмач Г.П. (ред.) Методические рекомендации по проектированию комплексов противоэрозионных мероприятий на расчетной основе Курск. ВНИИЗиЗПЭ. 1985. 167 с.

5. Герасименко В.П., Кумани М.В. Рекомендации по регулированию почвенно-гидрологических процессов на пахотных землях/Под ред. В.М. Володина. Курск: Изд. центр “ЮМЭКС”. 2000. 108 с.

6. Здоровцов И.П. Почвоводоохранная организация территории агроландшафтов – основа эффективности систем земледелия XXI века. // Современные проблемы земледелия и экологии. Сб. докл. Международной научно-практической конференции 10-12 сентября 2002 г., Курск. С.63-69.

7. Иванов В.Д. Прогнозирование водной эрозии // Почвоведение. 1985. № 12. С. 87-97.

8. Ивонин В.М. Противоэрозионные мелиорации водосборов в районах оврагообразования. М. 1992. 153 с.

9. Каштанов А.Н., Шишов Л.Л., Кузнецов М.С. Развитие исследования по эрозии и охране почв// Сб. докл. конф. “Экологическая оптимизация земледелия”, 14-16 сентября 2004 г., Курск. С.11-20.

10. Ларионов Г.А. Эрозия и дефляция почв. М.: Изд-во МГУ. 1993. 220 с.

11. Лисецкий Ф.Н. Пространственно-временная организация агроландшафтов. Белгород: Изд-во Белгор. гос. ун-та. 2000. 304 с.

12. Санжарова С.И., Сухановский Ю.П., Прущик А.В. Влияние степени эродированности почвы на урожайность сельскохозяйственных культур/ Сб. докл. Международной научно-практ. конфр. “Интенсификация, ресурсосбережение и охрана почв в адаптивно-ландшафтных системах земледелия”. г. Курск, 10-12 сентября 2008 г. Курск: ГНУ ВНИИЗиЗПЭ РАСХН. 2008. С. 607-609.

13. Сухановский Ю.П. Методы моделирования в защите почв от эрозии // Земледелие в XXI веке. Проблемы и пути их решения. Курск. 2001. С. 101-109.

14. Сухановский Ю.П., Бахирев Г.И. Выбор противоэрозионных мероприятий на пашне //Земледелие. 1995. № 5. С. 4-6.

15. Сухановский Ю.П., Бахирев Г.И. Оценка допустимых эрозионных потерь почвы // Докл. РАСХН. 1998. № 1. С. 27-28.

16. Сухановский Ю.П., Бахирев Г.И., Здоровцов И.П. Модель управления эрозионными процессами в агроландшафтах. Курск. ВНИИЗиЗПЭ РАСХН, 2004. 36 с.

17. Сухановский Ю.П., Пискунов А.Н. Стохастическая модель с программным обеспечением для прогнозирования смыва почвы с пахотных земель (при весеннем снеготаянии). Курск. ВНИИЗиЗПЭ РАСХН, 2006. 16 с.

18. Сухановский Ю.П., Пискунов А.Н. Модель с программным обеспечением для прогнозирования дождевой эрозии почв для пахотных земель. Курск. ВНИИЗиЗПЭ РАСХН, 2007. 24 с.