

Всесоюзная ордена Ленина  
и ордена Трудового Красного Знамени  
Академия сельскохозяйственных наук  
имени В. И. Ленина

# ЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ ПРИ КОНТУРНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

Выпуск I (93)

Под редакцией И. Г. Зыкова

ВОЛГОГРАД 1988

В сборнике изложены результаты исследований эффективности различных приемов противоэрозионной лесомелиорации при контурной организации территории, рассматриваются научные основы применения противоэрозионных мероприятий, приводятся и анализируются экспериментальные материалы с поэзией ландшафтных, системных, многофакторных связей.

Сборник рассчитан на научных работников и специалистов лесомелиораторов, агрономов, почвоведов и др.

Печатается по решению ученого совета Всесоюзного научно-исследовательского института агролесомелиорации от 20 апреля 1987 г., протокол № 13.

Председатель ученого совета — академик ВАСХНИЛ Е. С. Павловский.

#### Редакционная коллегия:

Гл. редактор — доктор сельскохозяйственных наук И. Г. Зыков

Зам. гл. редактора — кандидат сельскохозяйственных наук А. Т. Барабанов

Члены — кандидат сельскохозяйственных наук Е. А. Гаршинев, кандидат сельскохозяйственных наук К. И. Зайченко, Ю. М. Сукачев

## ВВЕДЕНИЕ

Одной из важнейших социально-экономических задач, поставленных перед страной, является выполнение Продовольственной программы на основе интенсификации сельского хозяйства. Однако интенсивные способы ведения земледелия могут привести к усилению эрозии почв и снижению их плодородия. Решать эту сложную комплексную проблему нужно на основе знаний закономерностей эрозионных процессов, влияния на них природных и антропогенных факторов. В системе мер борьбы с эрозией одной из важнейших является противоэрозионная лесомелиорация и особенно стокорегулирующие лесные полосы.

Вопросы размещения лесных полос всегда находятся в центре внимания агролесомелиораторов. При противоэрозионной организации территории размещение стокорегулирующих лесных полос осуществляется с учетом рельефа в соответствии с требованиями борьбы с водной эрозией почв. В последнее время все большее развитие получает способ размещения лесных полос строго вдоль горизонталей (по контуру) или близко к ним. При этом максимально проявляется их стокорегулирующее и противоэрозионное действие.

Роль лесомелиоративных приемов значительно повышается при сочетании их с организационными, агротехническими, гидротехническими и лугомелиоративными. Они способствуют сохранению и накоплению снега на полях, повышению влажности почв и снижению ее промерзания, увеличению водопоглощения, регулированию гидрологических процессов, резкому сокращению и предотвращению эрозии, подъему плодородия почв.

Настоящий сборник посвящен вопросам повышения стокорегулирующей и противоэрозионной эффективности лесомелиоративных, агротехнических, лугомелиоративных и гидротехнических мероприятий при

контурной организации территории. В нем публикуются результаты теоретических и экспериментальных исследований по выявлению роли размещения стокорегулирующих лесных полос в связи с особенностями рельефа местности, почв, геологического строения, характера воздействия природных и антропогенных факторов на снегоотложение, влажность и промерзание почв, эрозионно-гидрологические процессы; рассматриваются роль и место их в системе водоносборов, вопросы проектирования лесных полос при контурной организации территории, приводится формально-генетический анализ рельефа местности в связи с контурным размещением противоэрэзионных насаждений. Ряд статей посвящен вопросам борьбы с эрозией почв лесомелиоративными методами в Западной Сибири, на Северном Кавказе, в Поволжье, на Среднем Дону, в Центрально-Черноземной области и других регионах.

В сборнике приводятся новые способы борьбы с эрозией почв, дается оценка технологий создания контурных лесных полос и пути совершенствования противоэрэзионных лесомелиоративных мероприятий.

Кандидат  
сельскохозяйственных наук

А. Т. БАРАБАНОВ

## ВЗАИМОУВЯЗАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНТУРНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЛОС И КОНТУРНОЙ ОБРАБОТКИ НА СКЛОНАХ

М. И. ЛОПЫРЕВ,  
профессор,  
П. Б. КАЛЮГИН

Система лесных полос является ведущим структурным звеном сельскохозяйственных ландшафтов. Лесные полосы играют большую роль в формировании определенной микрозональной структуры склонов. Выполняя основную функцию защиты почв от эрозии и борьбы с засухой, они должны быть базисными рубежами, определяющими направление обработки почвы и посевов сельскохозяйственных культур, размещение рабочих участков, полосных посевов и буферных полос, а также многих других элементов устройства территории. Другими словами, через систему лесных полос осуществляется органическая связь между формированием ландшафтов, технологией обработки почвы и системой земледелия в целом.

Размещение лесных полос на склонах бывает прямолинейное и контурное. Проектирование прямолинейных лесных полос и соответствующего направления обработки не представляет большой трудности. Однако проектирование контурных лесных полос в увязке с контурной обработкой и другими противоэрэзионными мероприятиями значительно сложнее и имеет ряд особенностей и правил, которые недостаточно освещены в специальной литературе.

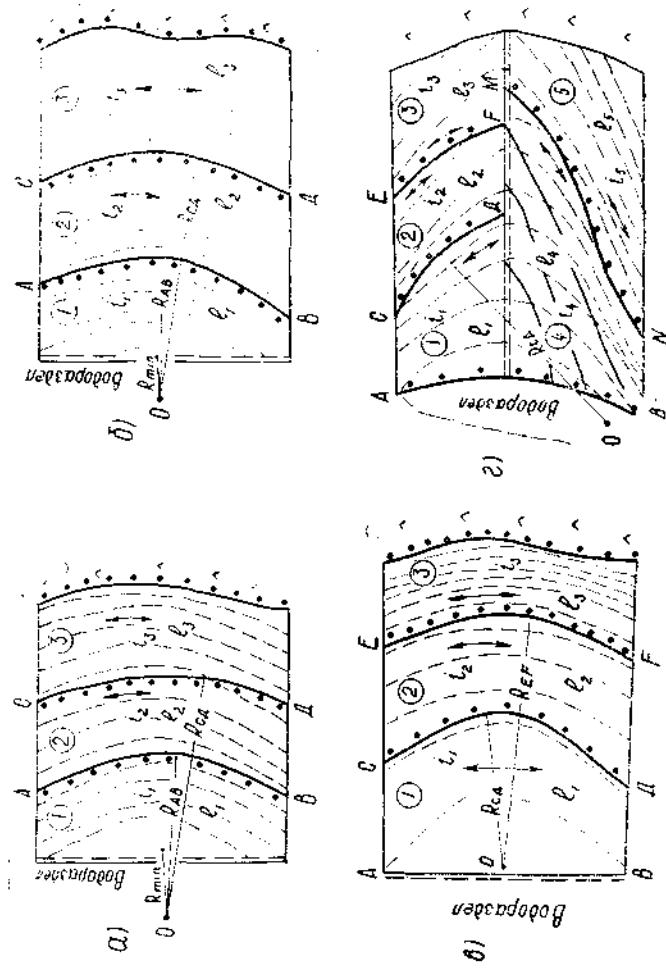
Рассмотрим эти особенности в разрезе основных типов склонов, представленных в виде принципиальных схем графических моделей.

На простых склонах (поперечно-прямого профиля со всеми видами продольного профиля — прямого, вогнутого и выпуклого) лесные полосы и направление обработки поперек склона проектируются прямоли-

нейно. Порядок проектирования на таких склонах хорошо изложен в действующих инструкциях и указаниях. Следует лишь подчеркнуть необходимость обязательного учета продольного профиля. В местах с разреженными горизонталями лесные полосы размещаются реже, со сгущающимися горизонталями — чаще. Расстояние между лесными полосами 1 принимается в соответствии с инструктивными указаниями или на основе расчетов. Проектировать полосы и обработку с минимальным уклоном 1 или близким к нулю на таких склонах сравнительно легко.

Сложные склоны (поперечно-выпуклые и поперечно-вогнутые профили) подразделяются на два подтипа: с параллельными и непараллельными горизонталями. На этих склонах часто возникает необходимость контурной организации территории. Контурные лесные полосы проектируются в тесной увязке с технологией обработки и всеми линейными мероприятиями противоэрозионной мелиорации. Задача заключается в том, чтобы, размещая лесные полосы, являющиеся базисными рубежами, программировали на всем склоне обработку и размещение всех линейных противоэрозионных мероприятий по горизонталям и с допустимой контурностью (кривизной), т. е. с допустимым радиусом  $R$ .

Размещение лесных полос на поперечно-выпуклых склонах с параллельными горизонталями по всем видам продольного профиля показано на рис. 1а, б, в. На склоне с продольно-прямым профилем (рис. 1а) на всех рабочих участках (1—3) как лесные полосы, так и обработка будут контурными. Лесные полосы, будучи параллельными, представляют собой дуги концентрических окружностей. Следовательно, они имеют разные радиусы. С разными радиусами будет и направление обработки на рабочих участках. Лесные полосы нужно разместить с такой кривизной, чтобы обработка на межполосных участках была с радиусами кривизны не менее 60—70 м. Это может быть достигнуто, когда геометрические центры контурных лесных полос, а следовательно, и обработки, будут выходить за пределы межполосных участков. Минимальный радиус направления обработки на первом рабочем участке  $R_{min}$  определяемый лесной полосой АВ, составляет 220 м (табл. 1), т. е. значительно больше минимально допустимого (60—70 м).



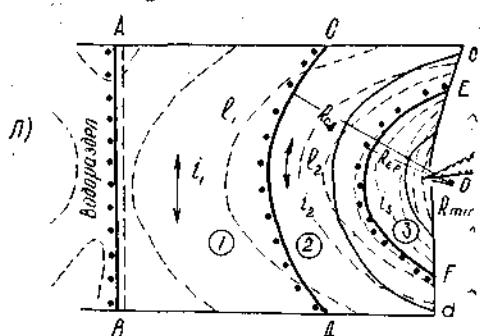
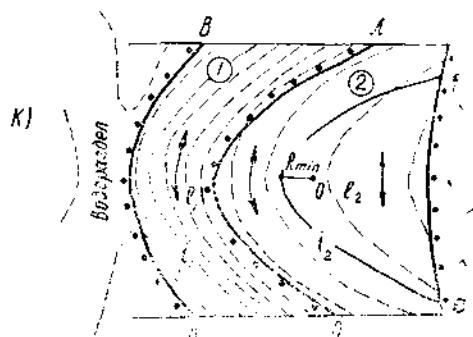
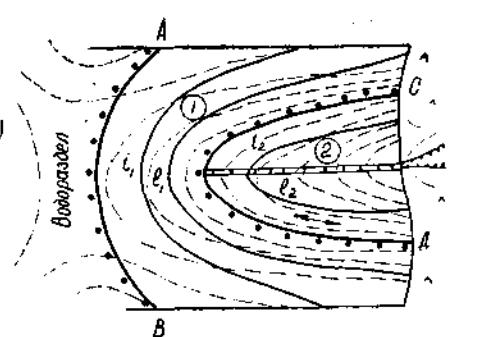
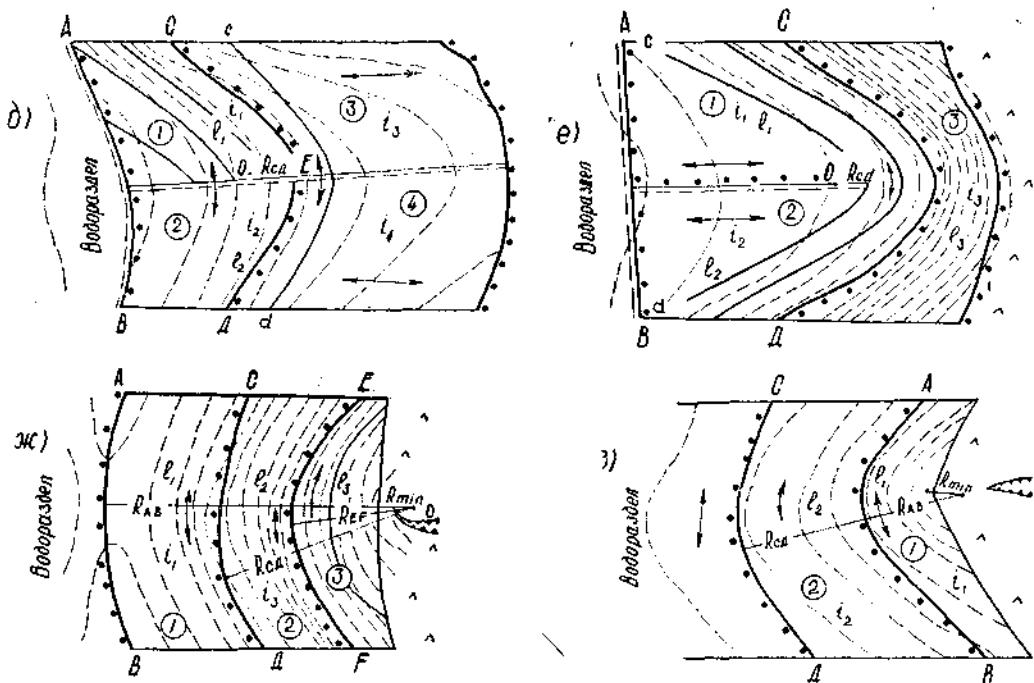


Рис. 1. Схема размещения лесных полос на склонах разной формы

Таблица 1

## Характеристика устройства территории склонов разной формы

Номера рабочих участков	Площадь, га	Уклон местности средний, $i_0$	Уклон рабочей средней, $i$	Расстояние между лесными полосами, $l$ , м	Радиусы лесных полос, $R$ , м	Радиусы обработки минимальные, $R_{min}$ , м
-------------------------	-------------	--------------------------------	----------------------------	--	-------------------------------	--

Поперечно-выпуклый, продольно-прямой профиль склона с параллельными горизонтальными

1	22	2,5	0	250	$R_{AB} = 520$	220
2	21	2,5	0	250	$R_{CD} = 770$	520
3	21	2,5	0	250	—	770

Поперечно-выпуклый, продольно-вогнутый профиль склона с параллельными горизонтальными

1	23	3	0	250	$R_{AB} = 460$	120
2	25	2	0	300	$R_{CD} = 760$	460
3	30	0,6	0	400	—	—

Поперечно-продольно-выпуклый профиль склона с параллельными горизонтальными

1	40	0,5	0	500	$R_{CD} = 520$	0
2	23	2	0	300	$R_{EF} = 820$	520
3	17	3—7	0	200	—	820

Поперечно-выпуклый, продольно-прямой профиль склона с непараллельными горизонтальными

1	14	1,5	0	$R_{CD} = 700$	340
2	11	1,5	0	$R_{EF} = 950$	700
3	12	1,5	<0,5	250	950
4	26	2	<0,5	$R_{NM} = 520$	340
5	22	3	<0,5	100—300	520

Поперечно-выпуклый, продольно-вогнутый профиль склона с непараллельными горизонтальными

1	21	2,5	<0,5	300	$R_{CD} = 160$	70
2	17	1,5	<0,5	300	—	70
3	31	1	<0,5			160
4	30	1	<0,5			160

Поперечно-продольно-выпуклый профиль склона с непараллельными горизонтальными

1	38	1,8	<0,5	300—500	$R_{CD} = 280$	$R_{ef} = 80$
2	34	1,8	<0,5	300—500	—	—
3	25	5	0	200—250		280

Если же минимальный радиус окажется меньше 60—70 м (геометрический центр лесных полос в пределах межполосных участков), то при обработке образуются клинья, а сама обработка будет некачественной. В этом случае размещение лесных полос следует вести путем расчленения склона на обособленные части.

Проектирование лесных полос и обработки на склонах с продольно-вогнутым профилем (рис. 1б) имеет много общего с предшествующим случаем. Однако в нижней части таких склонов крутизна уменьшается вплоть до нуля. Поэтому далеко не всегда (как, например, на третьем рабочем участке с уклоном местности 0,6°) требуется контурная обработка образующихся у основания склонов рабочих участков (см. табл. 1).

На склонах с продольно-выпуклым профилем (рис. 1в) наименьшая крутизна в приводораздельной части, и здесь необязательна контурная обработка. В связи с этим при проектировании лесных полос не следует стремиться к тому, чтобы радиусы направления обработки в этой части были не меньше заданной величины. Геометрический центр лесных полос и контурных проходов агрегатов должен находиться на территории первого рабочего участка. Обработка на этом участке прямолинейная (см. табл. 1).

Главной особенностью поперечно-выпуклых склонов с непараллельными горизонтальными (со сближающимися концами горизонталей, рис. 1г, д, е) является то, что в связи с большими изгибами горизонталей на них, как правило, не удается запроектировать контурные лесные полосы с радиусами, приемлемыми для контурной обработки. Поэтому склоны по водоразделу в местах наибольшего изгиба горизонталей требуются расчленять надвое с самостоятельной организацией территории каждой части. Это может быть дорога, лесная полоса, граница поля или рабочего участка. В связи с непараллельностью горизонталей и необходимостью параллельного размещения лесных полос во избежание клиньев при обработке лесные полосы проектируются с некоторым допустимым (неразмывающим) уклоном. Аналогичным, относительно горизонталей, будет и направление обработки. При этом следует стремиться к лучшему учету горизонта-

Продолжение табл. 1

Номера рабочих участков	Площадь, га	Уклон местности средний, ‰	Уклон рабочий, средний, ‰	Расстояние между лесными полосами, л, м	Радиусы лесных полос, R, м	Радиусы обработки минимальные, R <sub>min</sub> , м
-------------------------	-------------	----------------------------	---------------------------	---	----------------------------	---

Поперечно-вогнутый, продольно-прямой профиль склона с параллельными горизонталями

1	27	2	0	350	R <sub>AB</sub> =980	640
2	21	3	0	260	R <sub>CD</sub> =640	380
3	16	3	0		R <sub>EF</sub> =380	150

Поперечно-вогнутый, продольно-выпуклый профиль склона с параллельными горизонталями

1	16	3	0,5	200	R <sub>AB</sub> =280	70
2	40	1,5	0,3	400	R <sub>CD</sub> =700	280

Поперечно-вогнутый, продольно-прямой профиль склона с непараллельными горизонталями

1	52	2	<0,5	350	R <sub>AB</sub> =460	100
2	21	2,5	<0,5	200	R <sub>CD</sub> =100	100

Поперечно-продольно-вогнутый профиль склона с непараллельными горизонталями

1	25	3	0	300	R <sub>AB</sub> =580	280
2	50	1,5	0,5	300—600	R <sub>CD</sub> =280	R <sub>EF</sub> =80

Поперечно-вогнутый, продольно-выпуклый профиль склона с непараллельными горизонталями

1	46	<1	0	500	R <sub>CD</sub> =580	—
2	26	1—3	0,5	300	R <sub>EF</sub> =280	280
3	9	2,5—5	0,5	—	—	70

лей, прежде всего в нижних, наиболее эрозионно опасных частях склонов. Отклонение от горизонталей из-за их непараллельности допустимо в приводораздельной части, так как здесь обычно малый уклон, малая водосборная площадь, следовательно, и не будет концентрации разрушительных потоков воды.

Заметим также, что проектирование, например, дороги, по водоразделу более целесообразно и по хозяйственным соображениям, нежели размещение ее по бровке балки, где она нежелательна по требованиям защиты почв.

Продольное расчленение поперечно-выпуклого склона может быть неполное, чаще всего на 1/2—2/3 его продольной длины, и полное — по всей длине от основного водораздела до основания склона.

Расчленение склона всегда связано с уменьшением длины гона. Поэтому, анализируя направление обработки и размещение лесных полос снизу вверх, прежде всего необходимо выделить часть склона, на которой может быть обеспечена «сквозная» обработка в поперечном направлении без расчленения. Верхним пределом такого выделения части склона является минимальный радиус кривизны направления обработки, который на выпуклых склонах уменьшается снизу вверх по склону.

После определения места, от которого обработка будет выполняться с радиусом меньше недопустимого, склон вверх до водораздела расчленяется (рис. 1е). Следует стремиться к неполному расчленению. Полное расчленениеineизбежно при больших изгибах горизонталей по всей длине склона, не позволяющих обеспечить обработку с должным радиусом кривизны, а также при необходимости размещения полевой дороги по водоразделу для связи со всем пахотным массивом (рис. 1г, д).

Для склонов данной группы характерна различная крутизна на отдельных частях: она уменьшается к водоразделу и возрастает к основанию. Поэтому совмещение лесных полос и направления обработки с горизонталями на всем склоне (без корректирующих полос) невозможно. Здесь следует полнее учитывать рельеф в нижних, наиболее эрозионно опасных частях склонов, а отклонения от горизонталей допускать у водоразделов, где эрозионная опасность значительно меньше.

Особенности размещения лесных полос по видам продольного профиля заключаются в том, что на нижних частях продольно-вогнутых склонов нередко может быть допущен больший угол отклонения проектируемых лесных полос от горизонталей, чем на продольно-прямых и продольно-выпуклых. Это обусловливается тем, что в прогибах продольно-вогнутых склонов смыт почвы резко сокращается и нередко наблюдается даже обратный процесс — аккумуляция твердого стока с образованием шлейфов.

На склоне с прямым продольным профилем

(рис. 1г) по водоразделу с запада на восток крутизна возрастает (сближаются концы горизонталей) к северу и югу, на поперечных скатах — к звеньям гидрографической сети. В связи с невозможностью выполнения контурной обработки по горизонтаям с допустимыми радиусами (склон расчленен на две части дорогой по водоразделу) запроектирована система лесных полос, которая вместе с дорогой определила общий вид организации территории склона. Создано пять рабочих участков с допустимыми радиусами направления обработки и однородными экологическими условиями в каждом из них. Имеет место отклонение от горизонталей лесных полос и загонов обработки (на рисунке сплошные линии, параллельные лесным полосам). Но отклонение возможно главными образом в приводораздельной части склона в допустимых пределах (см. табл. 1).

На рис. 1д приведен склон продольно-вогнутого профиля, на котором другой характер организации территории. Лесная полоса СД размещена на перегибе местности, выделяя два рабочих участка с большей крутизной и два с меньшей. Радиус кривизны лесной полосы  $R_{cd}$  составляет 160 м (см. табл. 1), и центр кривой 0 находится в пределах 1-го и 2-го рабочих участков. Следовательно, сквозная контурная обработка без клиньев на обоих участках от лесной полосы СД с допустимыми радиусами не выполнима. Поэтому склон расчленен на две части. Восточнее лесной полосы СД на пологой части склона, где крутизна преимущественно до 1°, лесные полосы и обработка могут быть прямолинейными в любом направлении. Базисной (направляющей) линией является лесная полоса EF. На перегибе склона около лесной полосы СД может быть значительная крутизна. В связи с этим на территории 3-го и 4-го рабочих участков часть площади (от линии cd) обрабатывается контурно.

На рис. 1е приведен склон с продольно-выпуклым профилем с запада на восток к балке. Общий вид организации территории идентичен предшествующему. Однако выпуклый профиль определил другое устройство верхней и нижней частей склона. Контурная лесная полоса СД размещена на перегибе местности от меньшей к большей крутизне. На нижней, более крутой, части в связи с возрастающим радиусом на-

правления обработки (от 280 м и более) нет необходимости расчленять склон; третий рабочий участок имеет сквозную контурную обработку вдоль лесной полосы СД. Рабочий уклон близок к нулю (см. табл. 1).

Западнее лесной полосы, в направлении к главному водоразделу, крутизна склона колеблется от 0 до 3°. Обработка предусматривается прямолинейная и контурная. Контурная выполняется вверх по склону на такое расстояние, насколько позволяет радиус кривизны лесной полосы СД. В нашем случае при движении агрегатов к центру от лесной полосы на 200 м, т. е. до линии cd, радиус кривизны которой 80 м. От линии cd на 1-м и 2-м рабочих участках, где крутизна не превышает 0,5°, обработка предусматривается прямолинейная. Базисным рубежом служит лесная полоса с дорогой, которые необходимы здесь по мелиоративным и хозяйственным соображениям.

Поперечно-вогнутые склоны так же, как и поперечно-выпуклые, бывают с параллельными и непараллельными горизонтаями (с уменьшающейся крутизной поперечных скатов от водоразделов к основаниям) всех видов продольного профиля. При проектировании лесных полос и направления обработки по горизонтаям следует иметь в виду, что если на поперечно-выпуклых склонах радиусы их кривизны к основаниям склонов возрастают, то на поперечно-вогнутых они уменьшаются. Соответственно усложняется и обработка у оснований склонов. И если расчленение поперечно-выпуклых склонов чаще возникает в верхних частях, то поперечно-вогнутых — в нижних, у оснований склонов.

Проектирование лесных полос и контурной обработки на склонах с параллельными горизонтаями (по видам продольного профиля) иллюстрируется рис. 1ж, з. На рис. 1ж представлен склон с прямым продольным профилем, а следовательно, и одинаковой крутизной. На всех межполосных рабочих участках лесные полосы и обработка контурные. Крутизна горизонталей и лесных полос позволяет выполнять сквозную обработку на всех участках без их расчленения. Минимальный радиус 150 м (см. табл. 1).

На рис. 1з продольно-выпуклый склон. Лесные полосы размещены с отклонением от горизонталей с таким расчетом, чтобы радиусы их кривизны позволили выполнять контурную обработку без дробления меж-

полосных участков. Центр кривизны 0 выходит за пределы обрабатываемой территории. Однако отклонение от горизонталей принято такое, которое не вызовет эрозионно опасного стока. Рабочий уклон 0,3—0,5° (см. табл. 1).

Общей особенностью поперечно-вогнутых склонов с непараллельными горизонталями, являющихся более эрозионно опасными, так как они представляют собой собирающий тип водообора и встречаются чаще, чем склоны с параллельными горизонталями (рис. И, К, Л), является то, что лесные полосы и определяемое ими направление обработки проектируются одновременно и с допустимыми уклонами, и с допустимыми радиусами кривизны.

На рис. 1и приведен склон с продольно-прямым профилем, имеющий повышенную эрозионную опасность (см. табл. 1). У его основания сосредоточивается большое количество талых и дождевых вод, образующих линейные размыы — промоины и овраги. Из-за большого изгиба лесных полос и малых радиусов их кривизны часть склона на территории второго рабочего участка по его основанию расчленена постоянным рубежом. Такой рубеж лучше закрепить посевом многолетних трав (залужение водотока). Обработка на всем склоне контурная. На втором участке, хотя он и расчленяется, она будет сквозная. Агрегат с поднятым почвообрабатывающим орудием проходит через рубеж и следует дальше.

Рис. 1к иллюстрирует организацию территории склона с продольно-вогнутым профилем. Поскольку нижняя часть склона восточнее лесной полосы СД имеет крутизну от 1 до  $2^{\circ}$ , то нет необходимости выполнять на всем втором рабочем участке контурную обработку. Это не позволяет и радиус лесной полосы. Контурная обработка предусматривается лишь у самой полосы до линии ef, где крутизна  $2^{\circ}$ . На остальной части рабочего участка с крутизной до  $1^{\circ}$  следует проводить прямолинейную обработку (см. табл. 1).

На рис. 1<sup>л</sup> склон продольно-выпуклый, наиболее эрозионно опасный. Лесными полосами склон разделен на три рабочих участка. В первом, у главного водораздела, где крутизна менее 1°, обработка прямолинейная (см. табл. 1). Базисным рубежом для нее является лесная полоса АВ. Непараллельность горизонталей не позволяет разместить контурные лесные

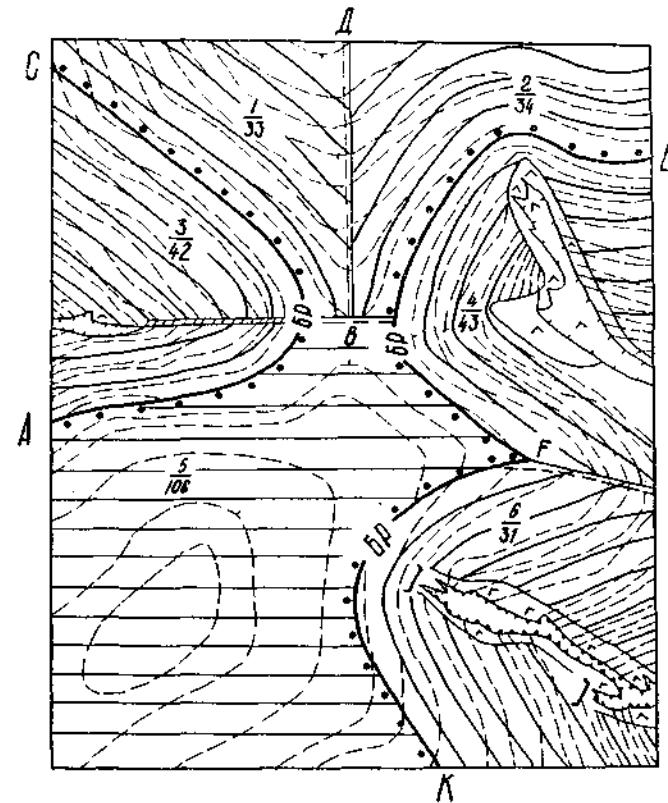


Рис. 2. Размещение контурных лесных полос и направление обработки почвы на территории с сочетанием склонов разной формы

полосы строго по горизонталям. Отклонение от них лесных полос обуславливается еще и необходимостью обеспечить увеличение радиусов для контурной обработки без расчленения склона на третьем рабочем участке. Отклонение от горизонталей допускается лишь настолько, чтобы направление обработки было в пределах допустимых рабочих уклонов. Если это сделать не удается, прибегают к расчленению склона в местах возможной концентрации водного потока. Как отмечалось выше, рубеж расчленения по линии водотока создают из многолетних трав.

Итак, рассмотрены основные случаи размещения лесных полос в увязке с контурной обработкой на элементарных (одиночных) склонах. Но в природе чаще встречаются сочетания склонов разных типов и видов. На примере части территории к-за «Прогресс» Белгородской обл. показан полевой ландшафт с системой лесных полос и обработкой на больших земельных массивах (рис. 2). На примыкающих к вершинам овражно-балочной сети поперечно-вогнутых склонах запроектированы стокорегулирующие лесные полосы. Они определяют направление контурной обработки линейных и противовэрозионных мероприятий постоянного действия. В северной и западной частях поперечно-выпуклые и поперечно-вогнутые склоны расчленяются дорогой и рубежом из многолетних трав (рабочие участки 1, 2, 3). Выделилась площадь с прямолинейной обработкой (рабочий участок 5). На всех склонах земельного массива обеспечены допустимые рабочие уклоны, радиусы кривизны лесных полос и направления контурной обработки.

Таким образом, анализ склонов различных типов и видов позволил разработать типизацию способов размещения лесных полос в зависимости от рельефа.

## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ, ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЭРОЗИОННО-ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И УРОЖАЙ ПРИ КОНТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕРРИТОРИИ

**А. Т. БАРАБАНОВ, А. И. ПЕТЕЛЬКО, В. И. АНТОНОВ,**  
кандидаты сельскохозяйственных наук

Эрозия почв проявляется при сложном взаимодействии природных и антропогенных факторов. Причем под действием последних эрозионные процессы могут усиливаться или ослабляться. С началом интенсивной хозяйственной, особенно земледельческой, деятельности человека резко активизировались эрозионные процессы, которые раньше подавлялись растительностью [1]. Резкого сокращения и даже предотвращения эрозии почв можно достичь путем рационального хозяйствования. С этой целью на основе исследования эффективности отдельных приемов разработан противовэрозионный комплекс, включающий противоэрозионную организацию территории, лесомелиоративные, агротехнические, лугомелиоративные и гидroteхнические мероприятия [2—4].

Сейчас накоплен большой материал по противоэрозионной, стокорегулирующей и агрономической эффективности противовэрозионной организации территории, лесных полос, приемов обработки почвы, севооборотов, гидroteхнических сооружений.

Противовэрозионная организация территории предусматривает выделение севооборотных массивов с учетом крутизны склона и эродированности почв, определение интенсивности их использования, разработку схем севооборотов, определение размеров полей и размещение полей на территории, выбор приемов и технологий обработки почв, правильное размещение лесных полос и других линейных рубежей, выбор и определение места гидroteхнических сооружений и способов улучшения суходольных лугов. Земли на склонах крутизной меньше 3° рекомендуется исполь-

зователь интенсивно в зернопропашных и зернопаропропашных севооборотах с максимальным насыщением пропашными культурами, а круче 3° — в почвозащитных севооборотах с преобладанием многолетних трав. На границах между севооборотами и внутри полей размещаются лесные полосы поперек склона или по контуру горизонталей.

Исследованиями [5, 6 и др.] установлена высокая противоэрзационная эффективность такой организации территории и использования сельскохозяйственных земель. Это создает лучшие условия для применения дифференцированной системы земледелия с учетом биологии культур, степени смытости почв и крутизны склона. Однако она имеет и отрицательные стороны. В районах, где в структуре посевных площадей много пропашных культур и черных паров, обычно земель с крутизной склона меньше 3° бывает недостаточно для их размещения. Кроме того, отказ от размещения многолетних трав на землях приводораздельной части склона, где интенсивно изымаются питательные вещества и ухудшается структура почвы, лишает возможности использовать почвоулучшающие свойства этих культур (структурообразование, накопление органического вещества и т. д.).

Роль агротехнических противоэрзационных приемов довольно подробно освещена в литературе [3, 7—11 и др.]. Доказано, что плоскорезная обработка обладает высоким почвозащитным эффектом, но увеличивает сток талых вод, что может привести к ускорению роста оврагов. Обобщение 208 гоноопытов [11, 12] по оценке роли приемов поверхностного водозадержания путем создания искусственного микрорельефа показало, что более чем в 80% случаев сток уменьшался или увеличивался по сравнению с контролем на величину до 5 мм, средние показатели колеблются около нуля. Положительную противоэрзационную роль играет регулирование снегоотложения. Наибольшее сокращение стока (до 10 мм) обеспечивают приемы, направленные на улучшение водно-физических и химических свойств почв (окультуривание, углубление пахотного слоя, структурообразование и др.).

Получен и обобщен [3] большой материал по влиянию лесных полос на водопоглощение и сток. Г. П. Сурмач установил, что в период снеготаяния в

лесополосах на серых лесных почвах в среднем просачивается около 326 мм (до 425 мм) талой воды, на черноземах около 346 (до 500); на светло-каштановых почвах около 240 (до 430), в поле 40—60 мм (иногда до 130 мм). Таким образом, в лесных полосах просачивается талой воды в почву в 5—6 раз больше, чем в поле. Однако в них может поступать свыше 1000 мм талой воды. Эффективное регулирование стока до 1200—1250 мм и более могут обеспечить лесные полосы в сочетании с гидротехническими сооружениями. Недостатком этого приема является то, что большая часть воды поглощается на небольших участках в самих лесополосах и их шлейфовых частях и меньшая — в поле. При этом значительно сокращается эрозия, но влага с полей теряется. Поэтому необходимо искать пути, с одной стороны, уменьшения стока с межполосного пространства в лесополосу, а с другой — использования задержанной воды в лесополосах для дополнительного увлажнения полей. Этого можно достичь путем совмещения различных мероприятий.

Вопросам комплексного воздействия почвозащитных приемов посвящено мало работ, и в основном они касаются совместного влияния сочетаний двух разных элементов комплекса [13—17]. Полный комплекс противоэрзационных мероприятий изучался недостаточно, и почти не ставилась задача выявить роль каждого элемента во взаимосвязи с другими. В настоящее время такая работа проводится во ВНИИЗиЗПЭ [18], ВНИАЛМИ [19] и в других научных учреждениях. Во ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии разрабатываются эмпирико-статистические модели взаимосвязей элементов системы земледелия на основе проведения многофакторного опыта. ВНИИ агролесомелиорации работа по оценке взаимосвязи элементов противоэрзационного комплекса (антропогенных факторов), влияния их на эрозионно-гидрологические процессы и по разработке регрессионной модели системы противоэрзационной защиты проводится в Западной Сибири, на юге Нечерноземной зоны РСФСР и в Нижнем Поволжье в стационарных многофакторных опытах.

Рассмотрим результаты исследований взаимосвязи стокорегулирующих лесных полос в сочетании с простейшими гидротехническими сооружениями, се-

Таблица 1

## Общая схема многофакторных опытов

Номера вариантов	Факторы			Выходные показатели			
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$W$ , мм	$S$ , мм	$Z$ , т/га	$U$ , ц/га
1	—	—	—	$W_1$	$S_1$	$Z_1$	$U_1$
2	+	—	—	$W_2$	$S_2$	$Z_2$	$U_2$
3	—	+	—	$W_3$	$S_3$	$Z_3$	$U_3$
4	+	+	—	$W_4$	$S_4$	$Z_4$	$U_4$
5	—	—	+	$W_5$	$S_5$	$Z_5$	$U_5$
6	+	—	+	$W_6$	$S_6$	$Z_6$	$U_6$
7	—	+	+	$W_7$	$S_7$	$Z_7$	$U_7$
8	+	+	+	$W_8$	$S_8$	$Z_8$	$U_8$

вооборотов (их размещение по склону), приемов обработки почвы и влияния их на водопоглощение  $W$ , сток  $S$ , смыв почвы  $Z$  и урожай  $U$  в европейской части РСФСР. Исследования проводились в трех многофакторных опытах на Новосильской ЗАГЛОС, Камышинском опорном пункте и в ОПХ ВНИАЛМИ (г. Волгоград) по схеме  $2^3$  (три фактора на двух уровнях), приведенной в табл. 1. В 1985 г. на Новосильской ЗАГЛОС и в 1986 г. на Камышинском опорном пункте опыт проводился по схеме  $2^2$ .

В опытах изучались следующие факторы и уровни: размещение полевых и почвозащитных севооборотов  $x_1$ , где минус означает дифференцированное размещение севооборотов (в верхней части склона полевой, в нижней почвозащитный), а плюс — полевой по всему склону; обработка почвы  $x_2$ , плюс — отвальная вспашка, минус — плоскорезная обработка; стокорегулирующие лесные полосы в сочетании с гидротехникой  $x_3$ , плюс означает наличие фактора, минус — отсутствие.

Для оценки взаимосвязи факторов на качественных уровнях применяли алгоритм Иетса. Неполная кубическая модель, позволяющая оценить общее среднее  $b_0$ , главные эффекты  $b_1$ ,  $b_2$ ,  $b_3$  и всевозможные эффекты первого и второго порядка  $b_{12}$ ,  $b_{13}$ ,  $b_{23}$ ,  $b_{123}$ , в общем виде выражается уравнением вида:

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_{12} x_1 x_2 + b_{13} x_1 x_3 + b_{23} x_2 x_3 + b_{123} x_1 x_2 x_3.$$

Эрозионно-гидрологическую оценку влияния факторов осуществляли на стоковых площадках. Для

интегральной оценки устраивали стоковые площадки с охватом всех элементов склона и противоэрзационного комплекса (половая часть с разной обработкой почвы и севооборотами, лесные полосы с канавой и валом), а для выявления генезиса эрозионно-гидрологических процессов дифференцированно учитывали показатели на разных элементах склона при различных видах севооборотов и обработки почвы, а также в разных сочетаниях их с лесными полосами.

На Новосильской ЗАГЛОС исследования проводились в 1985—1987 гг. на склоне юго-западной экспозиции крутизной 2—5°, длиной 200 м. Почва серая лесная. Изучалась отвальная и плоскорезная зяблевая обработка почвы в сочетании с тремя стокорегулирующими контурными лесополосами из дуба черешчатого, две из которых (нижние) с канавами и валами по нижней опушке, а также на контроле без лесополос. Чередование культур в полевом севообороте: 1) зернобобовые, 2) озимые, 3) кукуруза, 4) яровые зерновые; в почвозащитном: 1) яровые зерновые+многолетние травы, 2) многолетние травы 1-го года, 3) многолетние травы 2-го года, 4) озимые.

Гидрометеорологические условия осенне-зимне-весеннего периода 1984/85 г. были неблагоприятными для формирования стока, и в открытом поле (озимые) по визуальной оценке он составлял 20—30 мм, на вариантах с противоэрзационным комплексом при всех сочетаниях его элементов на зяби сток не формировался, а на многолетних травах не превышал 2 мм (табл. 2). Смыча почвы совсем не было. В 1985—1987 гг. гидрометеорологические условия способствовали формированию умеренного стока. Почва с осени хорошо увлажнялась, зимой были оттепели, в результате чего она дополнительно получила влагу, а в 1986 г. местами образовывалась притергая ледяная корка. Весны были затяжными, особенно в 1987 г.

Анализ полученных материалов (см. табл. 2) показал, что влияние каждого фактора в отдельности и их взаимосвязей характеризуется следующими выражениями:

в 1985 г.

$$W = 117 - 2,8 x_1 + 3,8 x_2 - 0,7 x_1 x_2,$$

$$U = 15,6 - x_1 + 2,6 x_2 + 0,02 x_1 x_2;$$

Таблица 2

**Показатели влияния факторов и их взаимодействий на урожай сельскохозяйственных культур**

Номера вариантов	Факторы			W, мм			S, м <sup>3</sup>
	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	1985	1986	1987	1985
1	—	—	—	Не опр.	46	107	Не опр.
2	+	—	—	—»	39	120	—»
3	—	+	—	—»	54	128	—»
4	+	+	—	—»	43	122	—»
5	—	—	+	115	81	156	1
6	+	—	+	111	75	166	0
7	—	+	+	124	94	167	0
8	+	+	+	117	92	174	0

в 1986 г.

$$W = 65 - 3,2x_1 + 5,2x_2 + 20x_3 + 1,2x_1x_3 + 2,2x_2x_3 + x_1x_2x_3,$$

$$S = 23,7 + x_1 - 1,2x_2 - 8,2x_3 - 1,5x_1x_2 - 1,5x_1x_3 - 0,7x_2x_3 - 0,5x_1x_2x_3,$$

$$U = 170 - 1,8x_1 + 13x_2 - 4,2x_3 + 0,8x_1x_2 - 1,5x_1x_3 - 4,2x_2x_3 - 2x_1x_2x_3;$$

в 1987 г.

$$W = 142 + 3x_1 + 5,2x_2 + 23,2x_3 - 2,8x_1x_2 + 1,2x_1x_3 - 0,5x_2x_3 + 2x_1x_2x_3,$$

$$Z_{S^1} = 16,4 - 1,4x_1 - 2,4x_2 - 16,4x_3 + 0,9x_1x_2 + 1,4x_1x_3 + 2,4x_2x_3 + 0,9x_1x_2x_3,$$

$$Z = 0,02 - 0,003x_1 + 0,02x_2 - 0,02x_3 - 0,005x_1x_2 - 0,002x_1x_3 - 0,02x_2x_3 + 0,005x_1x_2x_3,$$

$$U = 32,7 + 0,12x_1 + 1,5x_2 + 0,9x_3 - 0,25x_1x_2 + 0,5x_1x_3 + 0,6x_2x_3 + 0,12x_1x_2x_3.$$

Из этих уравнений видно, что наибольшее влияние на эрозионно-гидрологические показатели и урожай оказывают лесные полосы в сочетании с гидротехникой. В отдельные годы большее воздействие на урожай оказывали обработки почвы. Роль взаимодействия факторов  $x_1x_2$ ,  $x_1x_3$ ,  $x_2x_3$ ,  $x_1x_2x_3$  была незначительной.

На Камышинском опорном пункте исследования проводились в 1986—1987 гг. на склоне северо-восточной экспозиции (землепользование к-за «Красный Октябрь») крутизной 2—6°, длиной 380—400 м. Почва каштановая, среднесуглинистая. Изучалась отвальная и плоскорезная зяблевая обработка почвы в сочетании с двумя контурными лесными полосами

водопоглощение, сток талых вод, смыв почвы на Новосильской ЗАГЛОС

1986	1987	Z, т/га			U, ц/га		
		1985	1986	1987	1985	1986	1987
29	42	Не опр.	0	0	Не опр.	156	31,4
36	33	—»	0	0,01	—»	158	30,7
30	29	—»	0	0,08	—»	193	33,0
33	27	—»	0	0,05	—»	190	32,3
16	0	0	0	0	14,0	163	31,2
19	0	0	0	0	12,0	151	31,9
16	0	0	0	0	19,1	175	34,9
11	0	0	0	0	17,2	174	36,6

с канавой и валом в одной из них, а также на контроле без лесных полос. Первая лесная полоса расположена в 230 м от водораздела, вторая на 150—170 м ниже первой.

Чередование культур в полевом севообороте: 1) пар, 2) озимые, 3) яровая пшеница, 4) просо, 5) ячмень; в почвозащитном: 1) озимые с подсевом многолетних трав, 2—4) многолетние травы, 5) яровые зерновые.

Гидрометеорологические условия формирования стока в 1985/86 г. характеризовались хорошим увлажнением почвы осенью и во время зимних оттепелей, глубоким ее промерзанием и относительно большим количеством снега. Весенние и летние месяцы были засушливыми, что сильно сказалось на формировании урожая сельскохозяйственных культур. Осень 1986 г. была сухая, зимой глубоких оттепелей не было, и почва дополнительного увлажнения не получила. Выпало много снега, который предохранял ее от промерзания. Сток на зяби в 1987 г. не сформировался, а на многолетних травах был незначительный.

Регрессионный анализ полученных материалов (табл. 3) позволил выявить влияние каждого фактора и их взаимодействия на эрозионно-гидрологические показатели и урожай. Оно аппроксимируется следующими выражениями:

в 1986 г.

$$W = 51 + 4,2x_2 + 33,8x_3 - 0,8x_2x_3,$$

$$S = 24,5 - 3,5x_2 - 16,5x_3 + 0,5x_2x_3,$$

$$U = 26,1 - 0,02x_2 + 3,2x_3 - 0,5x_2x_3,$$

Таблица 3

Показатели влияния факторов и их взаимодействий на водопоглощение, сток талых вод, смык почвы и урожайность сельскохозяйственных культур на Камышинском опорном пункте

Варианты	Факторы			W, мм			S, мм			Z, т/га			U, т/га
	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	1986	1987	1986	1987	1986	1987	1986	1987	1986	1987
1	—	—	—	Не опр.	151	Не опр.	7	Не опр.	0	0	0	0	Не опр.
2	+	—	—	14	148	45	0	5,7	0	98	0	0	22,4
3	—	+	—	Не опр.	146	Не опр.	10	Не опр.	0	92	0	0	Не опр.
4	—	+	+	2,1	141	37	0	7,8	0	91	0	0	23,5
5	—	+	+	—	Не опр.	184	Не опр.	0	Не опр.	0	99	0	0
6	—	+	+	+	80	91	11	0	0	153	0	0	Не опр.
7	—	+	+	+	Не опр.	180	Не опр.	0	Не опр.	0	181	0	0
8	—	+	+	+	90	188	5	0	0	171	0	0	29,8
										196	0	0	28,8

Показатели влияния факторов и их взаимодействий на водопоглощение, сток и смык почвы в ОПХ ВНИАЛМИ (г. Волгоград) в 1987 г.

Варианты	Факторы			W, мм	S, мм	Z, т/га
	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>			
1	—	—	—	—	—	—
2	+	—	—	+	—	—
3	—	+	—	+	+	—
4	—	+	+	—	+	—
5	—	+	+	—	+	—
6	—	+	+	—	+	—
7	—	+	+	—	+	—
8	—	+	+	+	+	—

в 1987 г.

$$W = 164 + 3x_1 - 2,8x_2 + 21,8x_3 + 0,25x_1x_2 + 0,8x_1x_3 + x_2x_3,$$

$$S = 2,1 - 2,1x_1 + 0,4x_2 - 2,1x_3 - 0,4x_1x_2 - 2,1x_1x_3 - 0,4x_2x_3 + 0,4x_1x_2x_3.$$

В Волгоградском ОПХ ВНИАЛМИ исследования проводились в 1987 г. на склоне восточной экспозиции крутизной 2—5°, длиной до 200 м. Почва светлокаштановая легко- и среднесуглинистая. Изучалась отвальная и плоскорезная зяблевая обработка почвы в сочетании с 4-рядной стокорегулирующей контурной лесной полосой из ясения зеленого (3 ряда) и сирени золотой (1 ряд) с канавой в нижнем междурядье и валом на опушке, а также в открытом поле. Чередование культур в полевом севообороте: 1) пар, 2) озимые, 3) яровая пшеница, 4) ячмень; в почвозащитном: 1) яровые с подсевом многолетних трав, 2—4) многолетние травы, 5) озимые.

Гидрометеорологические условия 1986/87 г. были благоприятными для полного впитывания талой воды в почву. Осень очень сухая, зима многоснежная без глубоких оттепелей, почва дополнительно не увлажнялась и была талой или слабозамерзшей сверху до 10—15 см. Стока и смыка совсем не наблюдалось, а величина водопоглощения (табл. 4) зависела от снегонакопительной роли приемов, т. е. там, где накапливалось больше снега, водопоглощение увеличивалось.

Анализ этих материалов показал, что наиболее мощное воздействие на водонаглощение оказали лесные полосы, о чем свидетельствует коэффициент уравнения регрессии при  $x_3$ :

$$W = 136 + 7,5 x_1 + 3,5 x_2 + 39,5 x_3 + 0,7 x_1 x_2 + 5,8 x_1 x_3 + \\ + 4,8 x_2 x_3 - 1,5 x_1 x_2 x_3.$$

Таким образом, материалы исследований за 1985—1987 гг. по различным природным зонам свидетельствуют о наибольшем воздействии на эрозионно-гидрологические процессы стокорегулирующих лесных полос, совмещенных с гидротехникой. Роль взаимодействия факторов почти не проявлялась. Регрессионный анализ позволил дать количественную оценку роли факторов и их взаимодействия через коэффициенты регрессии.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Сурмач Г. П. Рельефообразование в современные процессы почвенной эрозии в Степном Поволжье // Тр. ВНИАЛМИ.— 1970.— Вып. 1 (61).— С. 18—138.
2. Козменко А. С. Основы противоэррозионной мелиорации.— М.: Сельхозгиз, 1954.— 423 с.
3. Сурмач Г. П. Водная эрозия и борьба с ней.— Л.: Гидрометеониздат, 1976.— 253 с.
4. Программа и методика проведения научно-производственного эксперимента по изучению комплексов противоэррозионных мероприятий на бассейнах малых рек Курской области / Под ред. Д. Е. Ванина.— Курск, 1980.— 56 с.
5. Сурмач Г. П., Барабанов А. Т. О противоэррозионной роли почвозащитного севооборота на серых лесных почвах в лесостепи // Эрозия почв и почвозащитное земледелие.— М.: Колос, 1975.— С. 173—176.
6. Барабанов А. Т., Тубольцев Е. Я., Ломакин М. М. Эффективность почвозащитных севооборотов на присетевых землях // Науч.-техн. бюл. по проблеме «Защита почв от эрозии».— Курск, 1980.— Вып. 1 (24).— 80.— С. 12—18.
7. Кузник И. А. Агролесомелиоративные мероприятия, весенний сток и эрозия почв.— Л.: Гидрометеониздат, 1962.— 220 с.
8. Львович М. И. Человек и воды.— М.: Географгиз, 1963.— 567 с.
9. Скородумов А. С. Земледелие на склонах.— Киев: Урожай, 1970.— 428 с.
10. Заславский М. Н. Эрозия почв.— М.: Мысль, 1979.— 246 с.
11. Барабанов А. Т., Гаршинев Е. А. Эффективность созданных на зяби микронеровностей // Земледелие.— 1983.— № 8.— С. 12—14.
12. Барабанов А. Т. Научные основы разработки противоэррозионных комплексов в Нечерноземной зоне // Повышение

плодородия эродированных почв в Нечерноземной зоне: Тр. УралНИИСХ.— Свердловск, 1986.— Т. 46.— С. 44—54.

13. Панов В. И. Воднобалансовые исследования на опытных водосборах с различными ландшафтами в степной зоне Поволжья // Эрозия почв, защитное лесоразведение и урожай.— Куйбышев, 1978.— Вып. 9.— С. 25—30.

14. Гаршинев Е. А., Зарудная Т. Я. Оценка приемов ускоренного повышения водопоглощения в молодых лесополосах ЦЧО // Лесомелиорация склонов: Науч. тр. ВНИАЛМИ.— Волгоград, 1985.— Вып. 3 (86).— С. 62—73.

15. Абдулманов Ф. А., Барабанов А. Т. Влияние защитных лесных полос и обработки почвы на сток, эрозию и урожай в Куйбышевском Заволжье // Науч.-техн. бюл. ВНИИЗПЭ по проблеме «Защита почв от эрозии».— Курск, 1975.— Вып. 4 (11).— С. 15—18.

16. Иванов В. М. Агролесомелиорация разрушенных оврагами склонов.— М.: Колос, 1983.— 174 с.

17. Демидов В. В. Комплексное влияние лесных полос в агротехнических приемах на эрозию почв и урожайность сельскохозяйственных культур на черноземах Курской области: Автореф. дис... канд. с.-х. наук: 06.03.04.— Волгоград, 1983.— 25 с.

18. Методические подходы к построению эмпирико-статистических моделей взаимосвязей элементов системы земледелия / М. К. Пружин, А. П. Волобуев, С. С. Машенко, А. Е. Кривчиков // Науч.-техн. бюл. ВНИИЗПЭ.— Курск, 1986.— Вып. 3 (50).— 86.— С. 11—14.

19. Барабанов А. Т., Гаршинев Е. А. Методика изучения способов сочетания лесомелиорации с другими элементами систем земледелия при контурной организации территории.— Волгоград, 1987.— 46 с.

## ВЫБОР СПОСОБА РАЗМЕЩЕНИЯ ЛЕСОПОЛОС НА ВОДОСБОРАХ С УЧЕТОМ НАПРАВЛЕНИЯ ВРЕДОНОСНЫХ ВЕТРОВ\*

Е. А. ГАРШИНЕВ,  
кандидат сельскохозяйственных наук

Вопрос о размещении лесополос на местности является одним из важнейших в лесной мелиорации. От правильности размещения лесополос зависит наиболее полное использование их мелиоративных функций и, следовательно, максимальная защита территории от вредоносных явлений.

В районах с проявлением одного вредоносного явления — засухи, дефляции или эрозии он, по существу, сводится к размещению лесополос с максимально полным использованием их ветроломных или противозернистых функций.

На территориях с совместным проявлением эрозии и вредоносных ветров при несовпадении направления падения склона с преобладающим направлением вредоносного ветра возникает альтернатива: чему отдать предпочтение — ветроломным или противозернистым функциям лесополос. В настоящее время этот вопрос решается на основе принципа предельной крутизны склона. Сущность его заключается в том, что на склонах малой крутизны (обычно менее 1, 2 или 3°) предписывается размещать лесополосы поперек преобладающего направления вредоносного (суховейного, метельного, досфлирующего) ветра, а при большей крутизне склона — поперек него. При этом, очевидно, предполагается, что значительное отклонение лесополос от преобладающего направления ветра существенно уменьшает их ветроломную эффективность. Предполагается также, что на склонах

крутизной менее 1—3° величина поверхностного стока намного меньше, чем на более крутых склонах, поэтому задача задержания стока на относительно пологих склонах представляется менее актуальной, чем защита территории от вредоносных ветров. Однако известно [1], что крутизна склона мало влияет на слой стока. Существенное сокращение слоя стока имеет место лишь при крутизне склонов менее 0,05° для талого стока и менее 0,25° — для дождевого [2]. Следовательно, ожидать ощутимого сокращения слоя стока необходимо на территориях с преобладанием склонов крутизной менее 0,05—0,25°. Такими территориями являются почти идеальные равнины южного Заволжья, Западной Сибири и т. п. с западинным рельефом и слабовыработанной гидрографической сетью. На большей же части земледельческой территории страны преобладают склоны крутизной обычно более 0,5—1°, на которых формируется значительный сток. Об этом свидетельствует, в частности, тот факт, что в ряде районов Среднерусской возвышенности и Донецкого кряжа смывные почвы занимают около 70—80% водосборной площади, а остальные 20—30% приходятся на вышележащие склоны крутизной менее 1°. Очевидно, в таких случаях размещать лесополосы следует поперек склона независимо от крутизны. При этом возникает вопрос, насколько существенным может быть уменьшение ветроломной эффективности лесополос.

Изложенное побудило провести анализ эффективности лесополос при их отклонении от преобладающего направления ветра. В основу анализа была положена экспериментально установленная Я. Д. Панфиловым [3] и подтвержденная обстоятельными исследованиями Я. А. Смалько [4] зависимость дальности ветроломного влияния лесополосы  $L$  от угла  $\alpha$  между направлением ветра и перпендикуляром к лесополосе:

$$L/L_{\max} = \cos \alpha, \quad (I)$$

где  $L_{\max}$  — максимальная дальность влияния лесополосы при перпендикулярном к ней направлении ветра ( $\alpha=0^\circ$ ).

Расчеты показывают, что при увеличении  $\alpha$  от 0 до 90°  $L/L_{\max}$  уменьшается от 1,0 до 0 (в действи-

\* Основные положения статьи, по мнению редколлегии сборника, дискуссионны.

тельности за счет боковой шероховатости лесополос величина  $L/L_{\max}$  отличается от 0):

$\alpha$	0°	10°	20°	30°	40°	45°	50°	60°	70°
$L/L_{\max}$	1,00	0,98	0,94	0,87	0,77	0,71	0,64	0,50	0,34
	80°	90°							
	0,17	0,00							

Таким образом, отклонение лесополосы от перпендикуляра к направлению ветра на углы до 30—40° уменьшает дальность ее влияния на 13—23%\*. Это уменьшение следует признать несущественным, поскольку точность учета направления ветра на метеостанциях при 16-румбовой градации направления достигает 11°15', т. е. около 10°. Очевидно, это обстоятельство и послужило основанием считать допустимыми углы отклонения до 30—40° (и даже 45°) от перпендикулярного к преобладающему направлению ветра, что нашло отражение во всех инструкциях по проектированию и размещению ветроломных лесополос.

Применение выражения (1) для обоснования размещения ветроломных лесополос является необходимым, но недостаточным условием. Чтобы правильно решить этот вопрос, требуется определить преобладающее направление ветра. Часто за него принимается румб с наибольшей повторяемостью ветра  $n$  (%). Однако более правильно ориентировать лесополосы с учетом суммы повторяемости ветров по парным противоположным направлениям (осям). Выбрав такую ось и разместив перпендикулярно к ней лесополосу, можно быть уверенными, что найден лучший вариант размещения. Однако при этом вопрос о количественной характеристике такого размещения в сравнении с другими возможными остается открытым. Такую характеристику можно получить, рассчитав так называемую суммарную дальность ветроломного влияния лесополосы  $R$ , которая математически определяется как сумма проекций дальности влияния лесополосы для каждой из возможных осей направлений с учетом повторяемости ветра по румбам (рис. 1):

\* С учетом уменьшения ветропроницаемости лесополос при отклонении направления ветра от перпендикулярного к лесополосе дальность влияния уменьшается сильнее: по данным Ю. И. Васильева, на 20—30 и 25—55% при ветропроницаемости соответственно 31 и 13%.

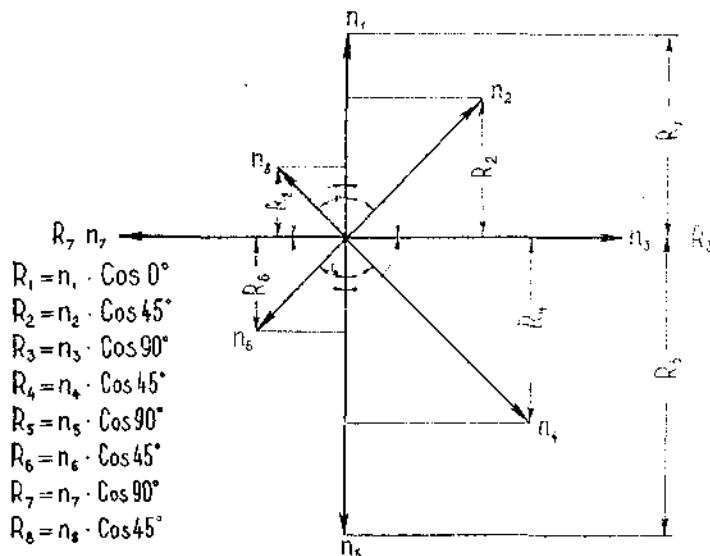


Рис. 1. Схема расчета проекций дальности влияния лесополос  $R$  с учетом повторяемости в ветров по румбам

для 16-румбовой градации направлений ветра

$$R = K \sum_{j=1,9}^8 n_j + K \cdot \sum_{j=2,8,16} n_j + K \cdot \sum_{j=3,7,11,15} n_j + K \cdot \sum_{j=4,8,12,14} n_j + K \cdot \sum_{j=5,13} n_j, \quad (2)$$

для 8-румбовой

$$R = K \cdot \sum_{j=1,5} n_j + K \cdot \sum_{j=2,4,6,8} n_j + K \cdot \sum_{j=3,7} n_j \quad (3)$$

Индексы  $j$  означают соответствующие румбы при счете их по часовой стрелке от румба, перпендикулярно которому располагается лесополоса. Коэффициент

$$K_{0..4} = \frac{L_{0..4}}{L_{\max}} = \cos(0^\circ; 22^\circ; 5^\circ; 45^\circ; 67^\circ; 5^\circ; 90^\circ) = 1,0; 0,92; 0,71; 0,38; 0,00,$$

Аналогичный подход к расчету  $R$  предложен ранее Г. И. Гороховым.

В физическом смысле величина  $R$  означает суммарную дальность ветроломного влияния лесополосы как доли (%) от максимально возможной ( $R_{\max} =$

Таблица

**Шкала степени преобладания направлений ветра  
(для 8-румбовой градации направлений)**

Степень преобладания ветра	Для румбов		Для осей	
	n, %	K <sub>n</sub>	R, %	K <sub>R</sub>
Не выражена	≤12	≤1	≤60	≤1
Слабая	13—25	1,1—2,1	61—70	1,02—1,17
Средняя	26—38	2,2—3,2	71—80	1,18—1,33
Сильная	39—50	3,3—4,2	81—90	1,34—1,50
Очень сильная	>50	>4,2	91—100	>1,50

=  $L/L_{\max} = 100\%$ ), т. е. по сравнению со случаем перпендикулярности направления всех ветров лесополосе.

Величина R является интегральной характеристикой ветроломной эффективности лесополосы, поскольку при ее расчете учитывается повторяемость ветров по всем сторонам горизонта. Существенно важно, что определение R позволяет на количественной, объективной основе с учетом физической сущности аэродинамического действия лесополос давать оценку их ветроломной эффективности и решать вопрос о правильном их размещении с максимально возможной реализацией этих функций.

Шкала для оценки степени преобладания направлений ветра в зависимости от его повторяемости по румбам и величины R по осям приведена в таблице.

Коэффициенты K<sub>n</sub> и K<sub>R</sub> определены как отношения  $n/\bar{n}$  и  $R/\bar{R}$ , где  $\bar{n}$  и  $\bar{R}$  — средние значения при «идеальных» розах ветров, т. е. при равновероятной повторяемости по всем направлениям при 8-румбовой их градации ( $\bar{n}=12,5\% \cong 13\%$ ,  $\bar{R}=60\%$ ).

По выражению (3) на ЭВМ ЕС-1033 выполнены расчеты R почти по 2000 метеостанций европейской и азиатской частей СССР в пределах основных земледельческих районов. На этой основе составлена карта изолиний наибольшего значения величины суммарной ветроломной эффективности лесополос для осей всех направлений ветра в каждом пункте территории R<sub>n</sub>. Выделены также районы с преобладанием той или иной оси направлений (рис. 2). Эта карта

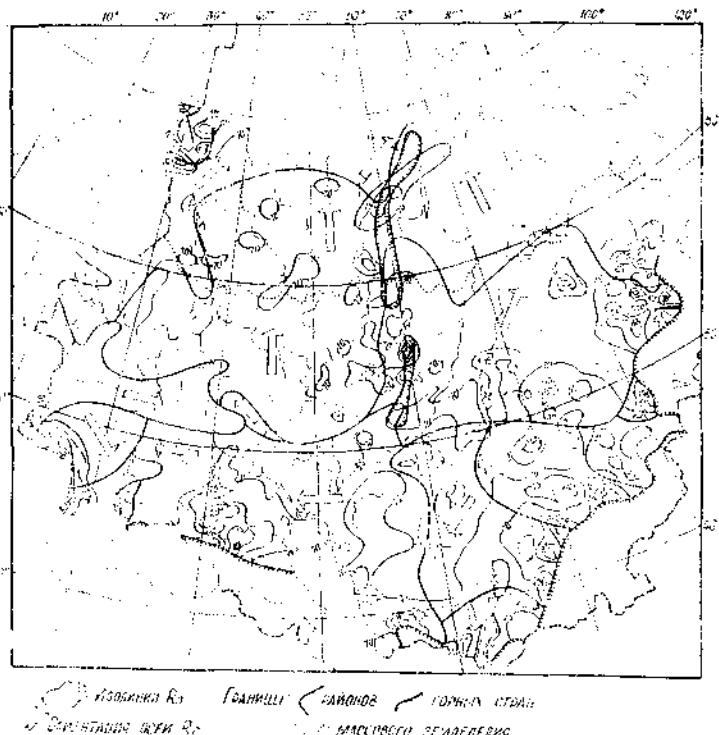


Рис. 2. Карта изолиний величины R<sub>n</sub> и районов по ориентации осей преобладающих направлений ветра

характеризует все («общие») ветры, без подразделения их по вредоносному влиянию (суховейные, дефлирующие, метельные). Правомерность такого подхода обусловлена довольно тесной корреляцией направлений вредоносных и общих ветров [5, 6].

Нами, по данным М. Я. Глебовой [5] о розах метельных ветров для ЕТС СССР и Н. Ф. Самохвалова [6] о розах суховеев для Казахстана, количественно оценена корреляция величин R для общих и метельных, общих и суховейных ветров (рис. 3). Судя по данным М. И. Долгилевича и др. [7], такая же корреляция прослеживается для общих и дефлирующих ветров. Таким образом, можно считать вполне установленным, что закономерности, определяющие повторяемость общих и вредоносных ветров, одинако-

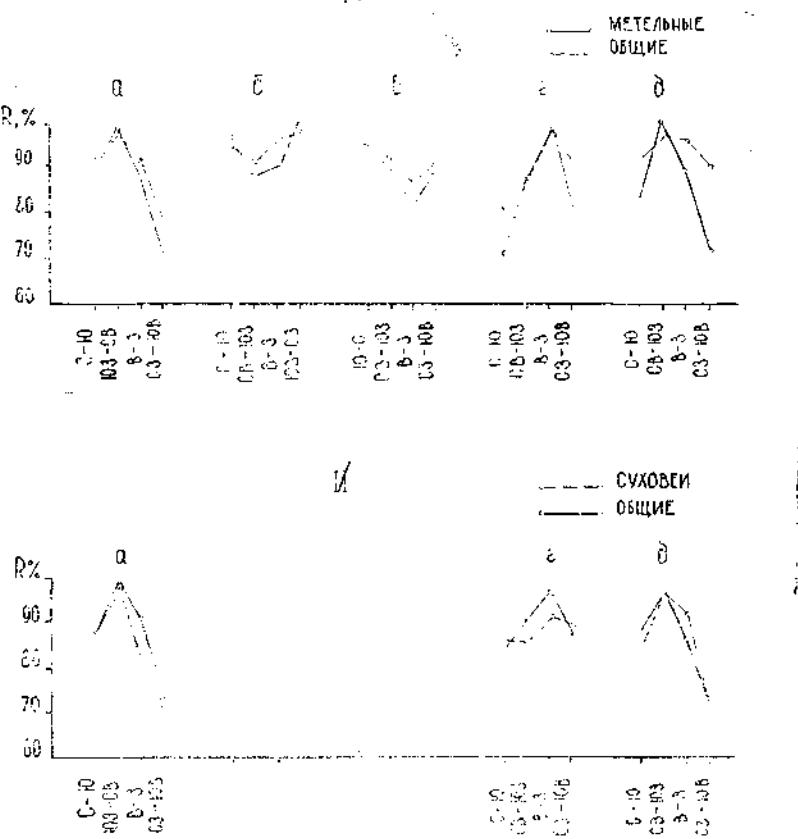


Рис. 3. Соотношение средних величин  $R$  для общих и метельных (I — ЕТС), общих и суховейных (II — Казахстан) ветров в районах с ориентацией преобладающей оси  $R_n$ : ЮЗ — СВ (а), ЮВ — СЗ (б), Ю — С (в), В — З (г), СВ — ЮЗ (д)

вы и показатели  $R_n$  для общих ветров надежны при решении вопроса о размещении ветроломных лесополос.

Анализ карты позволяет сделать следующие основные выводы для рассматриваемой территории:

1. Наибольшую площадь занимают районы, в которых преобладающие направления осей  $R_n$  имеют чаще всего широтную и меридиональную ориентацию с соответствующим переносом воздушных масс в за-

падном и северном направлениях. На районы с доминированием других (промежуточных) осей приходится существенно меньшая территория; для них характерен преимущественно перенос ЮЗ — СВ и СВ — ЮЗ. Интересно, что перенос воздушных масс в направлении с ЮВ на СЗ, считавшийся ранее характерным для юго-восточных районов европейской территории страны с проявлением засух и суховеев, практически нигде в пределах рассматриваемой территории не проявляется.

2. Степень выраженности преобладания осей направлений ветров, характеризуемая абсолютной величиной  $R_n$ , нарастает в полосе, примыкающей к горным странам, а направление осей преобладающих ветров в этой полосе субпараллельно границам горных стран. В азиатской части районы с ярко выраженной степенью преобладания направлений более обширны по площади, чем в европейской, что, скорее всего, обусловлено высотой гор.

На большей части территории выделенных районов (по крайней мере более  $2/3$  ее)  $70\% > R_n > 60\%$ . Если учесть, что  $R=60\%$  при «идеальной» розе ветров, т. е. когда все оси по повторяемости ветров одинаковы, равнозначны, то этот факт свидетельствует о слабой выраженности преобладающих направлений осей ветров на подавляющей части рассматриваемой территории. Важно отметить, что в этих районах и по другим осям, смежным с преобладающей, величины  $R$  находятся в большинстве случаев в диапазоне  $70\% > R > 60\%$ . Что же касается значений  $R_n \geq 75\ldots 80\%$ , то они встречаются на относительно небольших по площади участках, как правило, в непосредственной близости к горным странам (и в их пределах).

Из анализа этих фактов вытекает исключительно важное следствие: на значительной части земельной территории страны (там, где величина суммарной ветроломной эффективности лесополос для преобладающих осей направлений ветра  $R_n$  не превышает 70%) отклонение размещения лесополос от перпендикуляра к оси преобладающих направлений ветра на угол 45° и даже 90° не приводит к существенному уменьшению их ветроломной эффективности.

Этот вывод имеет первостепенное значение при решении вопроса о размещении лесополос в районах

совместного проявления эрозии и вредоносных ветров (главным образом Нечерноземье, ЦЧО, север Украины, Среднее Поволжье). Иными словами, в таких районах лесополосы можно и необходимо размещать, сообразуясь с рельефом местности.

3. Тот факт, что  $R_u$  существенно меньше 100% и редко превышает 80—85%, составляя чаще всего менее 70%, означает, что для реальных, правильно построенных систем ветроломных лесополос (т. е. при расположении основных лесополос строго перпендикулярно оси преобладающих направлений ветров) потенциально возможная их ветроломная эффективность и максимальная дальность влияния ( $R_{max} = 100\%$ ,  $L_{max} = 1$ ) реализуются чаще всего лишь на 60—70%. Это обусловлено не недостатками лесополос как ветроломного средства, а объективными законами распределения направлений ветров по сторонам горизонта, «разбросом» направлений по разным румбам. В силу этого нельзя добиться повышения ветроломной эффективности лесополос совершенствованием только способов их размещения. Поскольку даже при правильной ориентации лесополос относительно преобладающих осей высока вероятность отклонения направления ветра от перпендикуляра к лесополосам на большие углы (45 и даже 90°, т. е. параллельно лесополосе), особое значение приобретает применение в межполосном пространстве других (в первую очередь, агротехнических) средств защиты от вредоносных ветров.

Совокупность изложенных материалов позволяет заключить, что в большинстве земледельческих районов, подверженных совместному проявлению эрозии и вредоносных ветров, при размещении лесополос предпочтение следует отдавать рельефу, т. е. ориентироваться, в первую очередь, на использование стокорегулирующих и противоэрзационных функций лесополос. При этом в подавляющем большинстве случаев обеспечивается и наиболее эффективное ветроломное действие лесополос.

Переходя к вопросу о способе размещения противоэрзационных (главным образом стокорегулирующих) лесополос, следует сказать, что в гидрологическом и противоэрзационном отношении наилучшим является контурное (горизонтальное) расположение. Такое их размещение обеспечивает благоприятные условия для

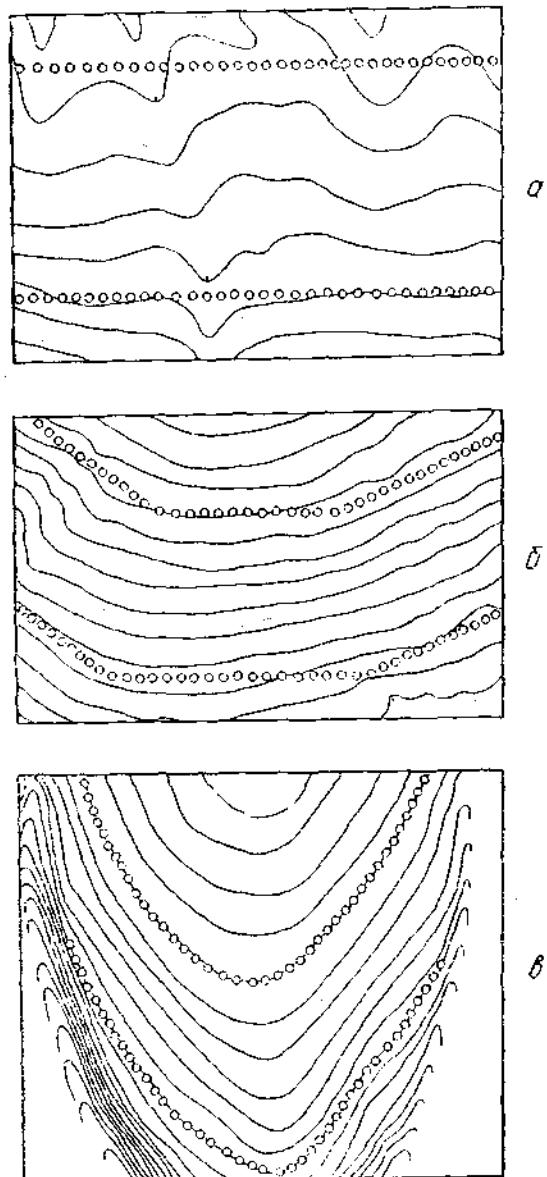
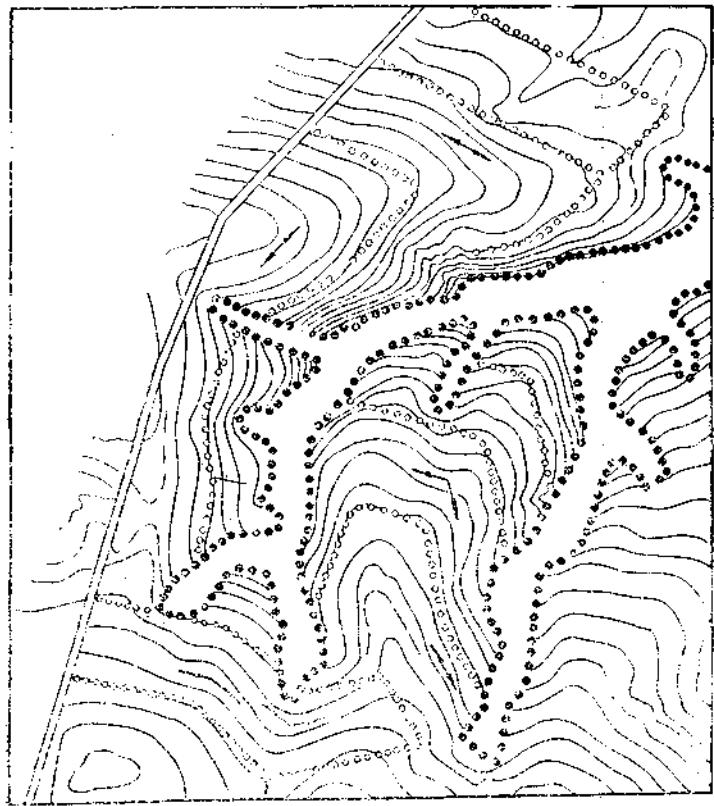


Рис. 4. Способы трассирования стокорегулирующих лесополос: а — прямолинейный параллельный на односторонних склонах с субпараллельными горизонтальными; б — контурно-прямолинейный параллельный на рассевающих и собирающих склонах с субпараллельными горизонтальными; в — контурный непараллельный на рассевающих и собирающих склонах с непараллельными горизонтальными



Лесополосы: ····· Прямолинейные  
— Гидрорегулирующие  
— Междурядьевые дitches → Направление работы  
сельскохозяйственной техники ↗ Гидрографическая сеть

Рис. 5. Схема контурно-прямолинейного параллельного размещения стокорегулирующих лесополос на водосборе

ввода поверхностного стока в лесополосы, равномерного распределения воды по поверхности почвы в лесополосе и максимального ее поглощения.

Однако горизонтальное размещение лесополос создает существенные трудности организационного порядка при возделывании сельскохозяйственных культур, особенно пропашных, из-за криволинейности и

непараллельности границ обрабатываемых участков. Следовательно, налицо объективное противоречие между требованиями обеспечения максимального мелиоративного эффекта лесополос и практикой сельскохозяйственного производства. Это противоречие наиболее рационально может быть разрешено путем спрямления трасс лесополос (рис. 4).

Как показал наш опыт конкретного проектирования систем лесополос в хозяйствах Курской обл. на площади более 100 тыс. га, примерно на 60—70% пашни возможно контурно-прямолинейное размещение лесополос с минимальным отклонением их трасс от горизонталей и соблюдением параллельности границ обрабатываемых участков. Один из возможных вариантов такого размещения лесополос на водосборе иллюстрируется рис. 5.

При контурно-прямолинейном размещении лесополос их мелиоративная эффективность уменьшается незначительно, даже без проведения специальных приемов по вводу стока в лесополосу, а условия обработки полей существенно улучшаются в сравнении с вариантом контурного размещения лесополос. Если же применять специальные приемы ввода в лесополосы типа временных [8] или долгодействующих напашных [9] распылителей стока, то реальным становится размещение стокорегулирующих лесополос прямолинейно (как на рис. 4а), поперек основного направления падения склона. Системы таких лесополос, усиленных гидротехническими средствами увеличения водопоглощения, способны регулировать до 30—40 мм и более талых вод [10], обеспечат не только высокий противоэрозионный эффект, но и будут наиболее приемлемы в условиях современного сельскохозяйственного производства.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Львович М. И. Человек и воды.—М.: Географгиз, 1963.
2. Гаршинев Е. А. О влиянии уклона на поверхностный сток // Водная эрозия почв и борьба с ней: Науч. тр. ВАСХНИЛ.—М., 1977.—С. 56—65.
3. Панфилов Я. Д. К вопросу о влиянии защитных полос на скорость и направление ветра // Полезащитные полосы.—М., 1936.—Вып. 6.
4. Смалько Я. А. Ветрозащитные особенности лесных полос разных конструкций.—Киев: Госсельхозиздат УССР, 1963.—192 с.

5. Глебова М. Я. Направление местевых ветров на европейской территории СССР // Тр. ГГО.—Л., 1958.—Вып. 85.—С. 73—80.
6. Самохвалов Н. Ф. Климатические условия суховеев // Вестник АН Казахской ССР.—1950.—№ 7 (64).—С. 84—94.
7. Долгилевич М. И., Васильев Ю. И., Сажин А. Н. Системы лесных полос и ветровая эрозия.—М.: Лесн. пром-сть, 1981.—160 с.
8. Козменко А. С. Эрозия почв и борьба с ней // Агролесомелиорация.—М., 1948.—С. 187—329.
9. А. с. 810099 СССР, МКИ А 01 В 13/16. Способ борьбы с эрозией почв из прибалочных склонах / В. Н. Дьяков, А. Г. Рожков (СССР).—2775066/30—15; Заявлено 16.04.79; Опубл. 07.03.81 г., Бюл. № 9 // Открытия. Изобретения.—1979.—№ 9.—С. 5.
10. Сурман Г. П. Водорегулирующая и противоэрэзионная роль насаждений.—М.: Лесн. пром-сть, 1971.—112 с.

## ПРОТИВОЭРЗИОННАЯ ЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ СЫРТОВОГО ЗАВОЛЖЬЯ И ПОВЫШЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ОБЫКНОВЕННЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ

К. И. ЗАЙЧЕНКО,  
кандидат сельскохозяйственных наук,  
И. Г. ЗЫКОВ,  
доктор сельскохозяйственных наук

Территория ОПХ Поволжской агролесомелиорационной станции, где в 1981—1984 гг. проводились исследования, в геоморфологическом отношении относится к высокому Сыртовому Заволжью и занимает часть водосборного бассейна между притоками Волги Самарой и Чапаевкой.

Формирование рельефа района тесно связано с широтным развитием долины р. Волги, история которой прослеживается здесь с плиоценом. В раннем и среднем плиоцене русло палео-Волги, находившееся в 75—100 км восточнее современного, из-за резкого понижения уровня Каспия врезается в коренные породы до абсолютных отметок минус 250 м. Это в десятки раз превышает глубину современного вреза р. Волги. Последующее развитие рельефа являлось следствием длительных взаимосвязанных процессов постепенного смещения на запад прарусел Волги и заполнения их терригенным материалом [1]. На границе палеоцена—плейстоцена в условиях semiаридного морфолитогенеза образовалась толща сыртовых отложений, венчающая седиментационный цикл заполнения долины палео-Волги. В верхней части их литологического разреза залегают красно- и коричнево-бурые глины мощностью 40—45 м. Они слабослойистые карбонатные, включают обуглившиеся растительные остатки, на разных глубинах имеют несколько погребенных гумусовых горизонтов. Красно-бурые глины перекрыты однородными желто-бурыми лессо-

видными глинями и суглинками мощностью 5—15 м и более, являющимися почвообразующей породой.

Геологическая молодость рельефа и специфические свойства покровных сырьевых отложений (тяжелый гранулометрический состав, низкая инфильтрационная способность, доминирование монтмориллонитового компонента и др.) обусловили своеобразие почвообразовательных и эрозионных процессов [2, 3].

В современном облике рельефа преобладают слабовыпуклые волнисто-увалистые водоразделы с длинными пологими склонами (1500—3000 м), крутизной 2,0—3,5°. Превышение водоразделов над местными базисами эрозии составляет 60—75 м.

Гидрографическая сеть, в которой доминирует лощинно-потяжинное звено, имеет древовидный рисунок. Расчененность рельефа не превышает 1,5 км/км<sup>2</sup>. Грунтовые воды пресные, залегают на глубине 8—17 м. Влияния на почвообразовательный процесс они не оказывают, за исключением тех мест, где система защитных лесонасаждений вызывает в вегетационный период подъем вод и капиллярная кайма достигает нижних горизонтов почвенных профилей.

На Поволжской АГЛОС система стокорегулирующих и приовражных лесонасаждений была создана в начале 50-х годов. Основными породами являются клен остролистный, ясень ланцетный, лиственица сибирская, береза бородавчатая. Защитная высота древостоя 12—14 м, сомкнутость крон 0,9—1,0, конструкция ажурно-продуваемая, ширина 10—20 м. Общая лесистость пашни 4,6, всей территории 12%. Под защитой лесных насаждений находится 71,5% посевной площади.

Многолетние противоэрзионные лесонасаждения вследствие присущих им снегораспределительных и стокорегулирующих функций значительно уменьшают транзитную миграцию вещества на склонах. Гумусово-минеральные компоненты твердого стока частично аккумулируются в зоне снежных шлейфов и под пологом лесных полос. Происходит их постепенное накопление на поверхности исходных смывных почв, что вызывает рост мощностей гумусовых горизонтов. Одновременно из-за трансформации микроклиматического, водно-балансового и пищевого режимов почвы интенсифицируются элементарные почвенные процессы (гумификация биомассы, гумонакопление,

полимеризация, выщелачивание и др.). Все это происходит в единой системе взаимодействующих генетических горизонтов почвенных профилей разнонаправленными потоками почвенных и суспензионных растворов, реакциями обмена, гидролиза, замещения и др.

Частные и эпизодические изменения в свойствах почв приобретают характер регулярных качественно иных процессов с новыми количественными параметрами. Это приводит к постепенному изменению показателей химических, морфологических и водно-физических признаков. Так, под пологом стокорегулирующих лесных полос почвы содержат больше водопрочных агрегатов, они лучше оструктурены, заметно возрастает мощность генетических горизонтов, особенно верхних (табл. 1).

Однако вблизи лесонасаждений (до 2Н) мощности данных горизонтов уменьшаются. Тщательная морфолого-аналитическая диагностика профиля данных почв выявила на глубине 30—70 см повышенное уплотнение, низкую общую порозность и порозность аэрации при естественной влажности, вертикальную трещиноватость, слабый холодный оттенок и низкую инфильтрационную способность илювиального горизонта В<sub>1</sub>. Сумма названных признаков нередко появляется при орошении черноземов и свидетельствует о начальном этапе их вторичной слитизации [4]. Очевидно, аналогичная ситуация сложилась в зоне обычных черноземов вблизи лесных полос, обусловленная продолжительной фазой весеннего анаэробиоза, вызванного почти ежегодным избыточным водонасыщением почв после таяния обильных запасов снега в шлейфовых зонах. В создавшихся условиях снижается продуктивность растительной биомассы, сокращается цикл ее гумификации, уменьшается мощность генетических горизонтов.

В поясе удаленности 2—4Н от лесных полос мощность гумусовых горизонтов и почвенных профилей вновь возрастает и достигает наибольших величин для межполосного пространства. Причем максимальные мощности верхних горизонтов составляют 64—65 см. По мере движения от полезащитных рубежей мощностные характеристики генетических горизонтов уменьшаются и на расстоянии 6—10Н стабилизируются на уровне контрольных значений. В зоне влияния лесных полос заметно понизилась глубина вски-

Таблица 1

Изменение морфологических признаков обыкновенных черноземов в зоне влияния стокорегулирующих лесных полос

Зона	Глубина нижней границы генетических горизонтов, см						Глубина, см								
	A+B <sub>1</sub>			B <sub>2</sub>			BC			вскапывания от НСI					
	M±m	V	p	M±m	V	p	M±m	V	p	M±m	V	p			
Лесные полосы (ЛП)	60±1	5,5	2,2	78±2	5,8	2,6	100±1	2,9	1,3	64±4	12,3	6,2	96±4	10,4	4,6
В поясе удаленности от ЛП:															
до 1Н	47±1	8,4	2,4	66±2	7,8	2,4	86±1	4,1	1,3	53±2	9,9	3,1	82±2	5,7	2,3
от 1 до 2Н	51±2	13,8	4,9	67±3	13,9	4,9	90±4	11,1	3,9	55±2	12,0	4,2	88±4	9,7	4,8
от 2 до 3Н	57±2	11,7	3,9	75±3	11,4	3,6	93±2	7,0	2,3	59±2	8,6	3,0	88±3	7,1	3,2
от 3 до 4Н	59±2	8,1	3,3	76±3	9,2	3,8	95±2	6,1	2,3	60±3	12,9	5,3	86±2	5,2	2,1
от 4 до 5Н	54±2	6,6	2,7	72±2	9,3	3,8	94±3	6,4	2,6	55±3	13,3	5,4	84±2	6,0	2,3
более 5Н	52±2	8,3	3,9	70±3	7,9	3,3	92±4	9,2	4,1	53±2	7,7	3,3	83±3	7,5	3,1

Примечание: Н — 12 м, V — коэффициент варьирования, p — точность определения.

ятия и выделения видимых карбонатов. Выявленные изменения морфологического облика обыкновенных черноземов под влиянием противовоздушной лесомелиорации в общих чертах присущи также черноземам Велико-Анадоля, Каменной степи, Тимашевского южного пункта ВНИАЛМИ и других объектов, испытавших долговременное влияние искусственных лесонасаждений [5—8]. Однако свойственная почвам зоны влияния лесных полос Поволжской АГЛОС дифференциация мощностей генетических горизонтов в сосновых районах ранее не отмечалась.

Обеспечивая систематическое и повышенное увлажнение почв, активное биохимическое воздействие на них и интенсифицируя почвообразовательные процессы, стокорегулирующие лесные полосы постепенно становятся центром формирования стабильных почв с дифференцированными химическими свойствами (табл. 2).

В почвах под пологом лесных полос за лесомелиоративный период сложились благоприятные условия для биогенной аккумуляции гумуса, валового азота, элементов питания. Благодаря выщелачиванию заметно сократилось содержание карбонатов в метровой толще.

В непосредственной близости от лесонасаждений названные процессы существенно ослабевают, и в поясах удаленности 1—2Н наблюдается первый минимум в содержании продуктов биогенной аккумуляции. Это обусловлено избыточным и длительным весенним увлажнением черноземов за счет дополнительного снегонакопления. В новых гидротермических условиях процессы минерализации гумуса доминируют над гумификацией растительных остатков, содержание гумуса снижается. Старый гумус в не свойственной для его генезиса обстановке оказывается неустойчивым, а большие объемы инфильтрирующих вод регулярно удаляют из почвенного профиля значительную часть низкомолекулярных водорастворимых органических веществ начальных стадий гумусообразования [9]. Содержание гумуса в почвах снижается.

Дифференциация почвообразовательных условий в зоне влияния лесонасаждений оказалась настолько сильной, что уже в следующем поясу удаленности гумус, валовые азот и фосфор, подвижная  $P_2O_5$  пред-

Таблица 2

Изменение химических свойств обычновенных черноземов Куйбышевского Заволжья  
под влиянием противоэррозионной лесомелиорации

Зона	Генетические горизонты	Глубина отбора проб, см	рН водной вытяжки	Гумус, %	C:N	Поглощенные основания, мг·экв./100 г			Валовые формы, %		Подвижная Р <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/100 г	СО <sub>2</sub> карбонатов, %
						Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	сумма	N	P		
Под пологом ЛП	A	0—10	7,0	8,8	11,3	31,91	6,39	38,30	0,45	0,16	8,4	0,1
	»	11—30	7,0	7,3	11,7	29,41	6,08	35,49	0,36	0,15	6,2	0,1
	B <sub>1</sub>	31—58	7,4	5,4	12,5	28,12	5,51	33,63	0,25	0,14	5,4	0,3
	B <sub>2</sub>	59—75	8,5	2,3	8,9	—	—	—	0,15	0,12	3,3	1,9
	BC	76—100	8,8	1,2	6,9	—	—	—	0,10	0,08	—	4,1
В поясе удаленности от ЛП: на 1Н	A	0—10	7,4	6,4	11,6	30,08	5,11	35,19	0,32	0,14	7,7	0,1
	»	11—30	7,4	5,7	10,0	30,42	4,50	34,92	0,33	0,14	5,0	0,1
	B <sub>1</sub>	31—48	8,1	4,3	9,7	26,92	5,46	32,38	0,25	0,14	4,4	0,9
	B <sub>2</sub>	49—68	8,6	2,3	9,5	24,56	2,06	26,62	0,14	0,13	3,0	2,2
	BC	69—100	8,8	1,0	7,2	—	—	—	0,08	0,10	—	6,1
1—2Н	A	0—10	7,7	6,0	10,2	30,13	6,76	36,89	0,34	0,14	6,2	0,1
	»	11—32	7,7	5,8	9,9	28,33	5,74	34,07	0,34	0,13	5,6	0,2
	B <sub>1</sub>	33—56	8,1	3,9	10,7	25,82	2,73	28,55	0,21	0,13	4,9	0,9
	B <sub>2</sub>	57—76	8,6	2,3	12,1	—	—	—	0,11	0,12	2,7	3,5
	BC	77—100	8,8	1,1	8,0	—	—	—	0,08	0,08	1,0	6,6
2—3Н	A	0—10	7,3	6,8	9,8	32,80	7,13	39,93	0,40	0,16	9,1	0,1
	»	11—33	7,3	6,3	9,8	30,89	8,18	39,07	0,37	0,16	6,5	0,1
	B <sub>1</sub>	34—63	8,1	4,2	9,1	27,85	4,26	32,11	0,26	0,14	4,1	0,4
3—4Н	B <sub>2</sub>	64—82	8,6	2,3	7,8	—	—	—	—	—	—	5,5
	BC	83—100	8,7	1,1	6,4	—	—	—	0,10	0,12	1,5	0,9
	A	0—10	7,4	6,3	9,1	31,45	5,99	37,44	0,40	0,16	7,0	0,1
	»	11—30	7,4	5,9	8,8	30,15	8,00	38,15	0,39	0,14	5,6	0,1
	B <sub>1</sub>	31—58	7,9	4,3	8,9	28,84	4,10	31,94	0,28	0,15	4,1	0,3
4—5Н	B <sub>2</sub>	59—77	8,5	2,2	7,5	—	—	—	0,17	0,14	2,7	2,8
	BC	78—100	8,8	0,9	5,2	—	—	—	0,10	0,10	1,3	6,0
	A	0—10	7,7	6,0	10,9	32,75	2,74	35,49	0,32	0,15	8,4	0,1
	»	11—32	7,6	5,4	10,4	31,50	2,51	34,01	0,30	0,14	6,7	0,1
	B <sub>1</sub>	33—54	8,0	3,9	10,0	28,16	3,89	32,05	0,22	0,14	4,8	0,4
более 5Н	B <sub>2</sub>	55—74	8,5	2,0	8,9	—	—	—	0,13	0,13	3,0	3,3
	BC	75—100	8,8	0,9	7,4	—	—	—	0,07	0,10	1,5	6,8
	A	0—10	7,6	5,9	12,2	29,77	5,55	35,33	0,28	0,14	6,2	0,2
	»	11—31	7,6	5,5	12,2	29,25	5,08	34,33	0,26	0,13	5,3	0,3
	B <sub>1</sub>	32—52	8,0	3,9	—	27,88	4,98	32,87	0,20	0,12	5,0	0,9
B <sub>2</sub>	53—70	8,5	2,1	—	—	—	—	0,15	0,10	3,2	4,2	
	BC	71—100	8,7	0,8	—	—	—	—	0,08	0,08	0,9	7,8

Таблица 3

Изменение содержания гумуса и азота  
в лесомелиорированных обычновенных черноземах  
Поволжской АГЛОС за период 1953—1983 гг.

Местоположение	Гумус, %			Валовой азот, %		
	0—30 см	30—50 см	0—50 см	0—30 см	30—50 см	0—50 см

Состояние на 1953 г., по данным Г. П. Сурмача [2]

Водораздельные склоны

1,5—2,5°	6,4	4,0	5,5	0,32	0,21	0,27
----------	-----	-----	-----	------	------	------

Состояние на 1983 г.

Водораздельные склоны:

1,5—2,5° под пологом ЛП	7,8 +1,4	5,4 +1,4	6,8 +1,3	0,39 +0,07	0,25 +0,04	0,33 +0,06
-------------------------	-------------	-------------	-------------	---------------	---------------	---------------

в пояссе удаленности от ЛП до 5Н	6,0 -0,4	4,2 +0,2	5,4 -0,1	0,35 +0,03	0,25 +0,04	0,33 +0,04
----------------------------------	-------------	-------------	-------------	---------------	---------------	---------------

за пределами 5Н	5,6 -0,8	3,9 -0,1	4,9 -0,6	0,27 -0,05	0,20 -0,01	0,24 -0,03
-----------------	-------------	-------------	-------------	---------------	---------------	---------------

Примечание. Числитель — средневзвешенные значения, знаменатель — баланс значений за период 1953—1983 гг.

мерно 5,5%, что очень близко количеству гумуса в обычновенных черноземах Поволжской АГЛОС за пределами зоны влияния на них лесонасаждений.

Данные Г. П. Сурмача, с которыми сравниваются результаты исследований 1983 г., относятся к началу массового заложения на станции лесных насаждений и интенсивного использования земель в сельскохозяйственном производстве, что позволило использовать их в качестве исходного состояния химических свойств черноземов.

Генетико-временная интерпретация данных табл. 3 свидетельствует о положительной роли противоэрзационных лесонасаждений в обогащении почв азотом. Однако, как показала многолетняя практика, межполосные пространства Поволжской АГЛОС далеко не равнозначны по условиям снегонакопления, срокам весеннего поспевания почвы, эффективности удобрений и др. Проведенные в связи с этим исследования позволили обосновать принцип разделения

ставлены максимальными значениями. Сложившиеся здесь тепловой, водно-воздушный, микробиологический режимы способствуют повышенной гумификации растительных остатков и закреплению в почвах вновь синтезируемых гумусовых веществ.

С удалением от лесонасаждений ослабевает их влияние на черноземы, в них постепенно снижается содержание гумуса и элементов питания растений. За пределами 5-кратной высоты лесонасаждений (60 м) почвы приобретают стабильные для них уровни содержания гумуса, других элементов, а также карбонатные профили, свойственные нелесомелиорированым территориям середины межполосных полей.

В поясе повышенной гумусности почв величина отношения С:N свидетельствует о средней и высокой степени обогащенности гумуса азотом. За пределами зоны влияния противоэрзационных лесонасаждений на черноземы степень обогащенности низкая.

Содержание обменных катионов в пахотном слое почв обнаруживает ясную положительную связь с их гумусным состоянием. Наибольшая амплитуда колебаний свойственна поглощенному магнию, причем там, где его больше, содержание гумуса выше.

Сравнительная оценка содержания гумуса и азота в обычновенных черноземах Поволжской АГЛОС в 1953 и 1983 гг. (табл. 3) показала, что в слое 0—50 см за 30-летний период под пологом лесных полос положительный баланс веществ составил соответственно 25 и 22%. В зоне влияния лесонасаждений на почвы (до 5Н) заметный дефицит гумуса сложился в пахотном слое, но в полуметровом слое он практически отсутствует, так как в иллювиальном горизонте В<sub>1</sub> имеет место его небольшая аккумуляция. По валовому азоту наблюдается положительный баланс, достигающий 15% от уровня его содержания в почвах в 1953 г. Вне зоны влияния лесных полос на почвы (более 5Н) баланс по гумусу и азоту отрицательный и составляет 11%.

Известно, что черноземы Восточноевропейской провинции за 60—100 лет систематического использования под пашню из-за усиленной минерализации гумусового фонда и уменьшения поступления в почву растительных осадков потеряли около одной трети первоначального содержания гумуса [10—12]. В пахотном слое его содержится в настоящее время при-

пространств на зоны под снежными шлейфами и между ними и разработать применительно к ним дифференцированную агротехнику возделывания сельскохозяйственных культур [13, 14]. Внесение в почвы шлейфовых зон повышенных доз минеральных удобрений, особенно азота, использование различных культурных агроценозов, оптимизация норм высева и другие приемы увеличивают прибавку урожая зерновых до 6—8 ц/га.

Наряду с указанными приемами, в целях более полной реализации почвообразующего биоэкологического потенциала противоэрозионных лесонасаждений, оптимизации гумусного состояния почв необходима, в первую очередь, коренная и принципиальная переоценка утверждавшегося в противоэрозионной практике правила о зарегулировании на склонах любыми средствами (валы, канавы, щели, шурфы и т. д.) поверхностного стока 10%-ной вероятности превышения.

Усиленные приемами гидротехники 20—30-летние стокорегулирующие лесные полосы на обычновенных черноземах Поволжской АГЛОС поглощают за весну 800—1250 мм талых вод, что в 2—3 раза превышает годовую норму осадков. Такой объем инфильтрующихся вод вызывает в почвах явление слитогенеза, восстановительные условия, минерализацию гумуса и др. Для нейтрализации негативных процессов, кроме лесоводственных мер (конструкция, рядность, породный состав), необходимо применение навоза как наиболее материального и энергоемкого источника гумусообразования, введение в севообороты многолетних злаково-бобовых травосмесей, регулирование объемов водозадержания, внесение искусственных структурообразователей.

В системе противоэрозионных лесонасаждений заметно проявилось опосредованное лесомелиорацией дифференцирующее влияние свойств черноземов обычновенных на водопроницаемость\*. Прослеживается ее тесная положительная связь с мощностью гумусовых горизонтов почв на различном удалении от лесных полос. Так, максимальным значениям мощностей  $A+B_1$  под пологом лесных полос и в точках 3 и 4Н (58—62 см) соответствует высокое водопоглоще-

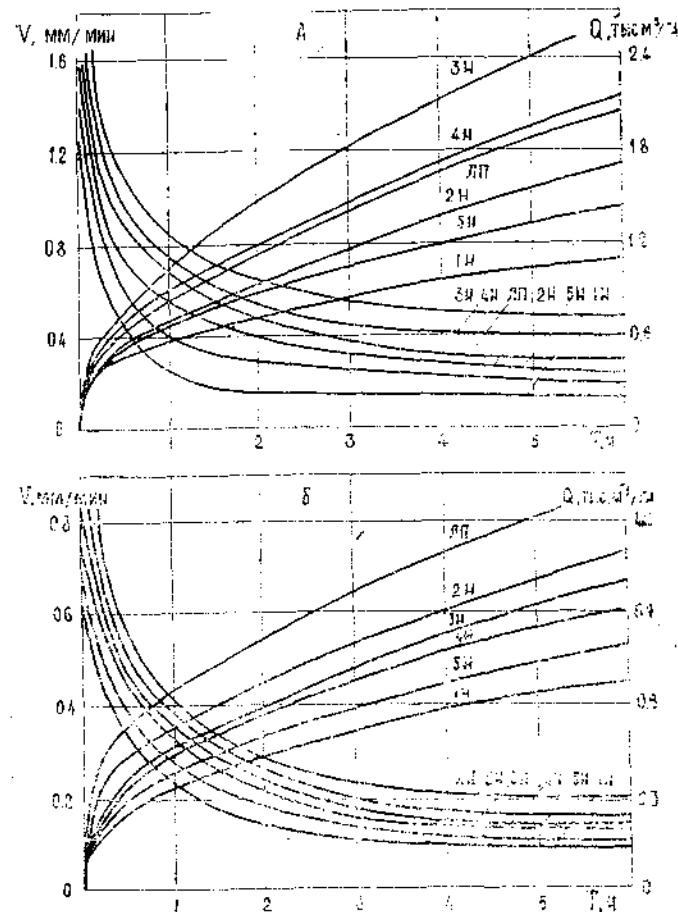


Рис. 1. Скорость инфильтрации  $V$  и суммарного расхода воды  $Q$  в обычновенных черноземах зоны влияния стокорегулирующих лесных полос Куйбышевского Заволжья при поливе напуском с поверхности (А) и глубины 0,5 м (Б) на различном удалении

ние — 0,3—0,5 мм/мин; в точке 1Н, где мощность горизонтов всего 48 см, а почва более уплотнена, скорость инфильтрации снижается до 0,14 мм/мин (рис. 1).

Показатели впитывания и фильтрации с кровли иллювиальных карбонатных горизонтов почти в два

\* В исследованиях по данному вопросу принимал участие кандидат сельскохозяйственных наук А. П. Кузнецов.

Таблица 4

Водопроницаемость фитомелиорированных черноземов  
обыкновенных смытых, мм/мин

Положение прибора	Средняя за час						Суммарное водопоглощение, тыс. м <sup>3</sup> /га
	1	2	3	4	5	6	
<b>Естественный травостой террасированного склона</b>							
1	1,6	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	3,6
2	1,2	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	1,8
<b>Стокорегулирующая лесная полоса</b>							
1	1,2	0,6	0,5	0,45	0,4	0,4	2,1
2	1,0	0,35	0,3	0,25	0,25	0,25	1,4
<b>Прибалочная лесная полоса</b>							
1	1,0	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	1,6
2	0,8	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	1,1
<b>Полотно террасы с лиственицей</b>							
1	0,7	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	1,1
2	0,6	0,2	0,15	0,15	0,15	0,15	0,8
<b>Сеяные многолетние травы</b>							
1	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5
2	0,3	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,3

Примечание. 1—с поверхности, 2—с глубины 0,5 м.

раза ниже, а отмеченный порядок их изменений несколько (по сравнению с водопоглощением с поверхности почв) нарушается тем, что пояс максимальной инфильтрации переместился под полог лесных полос. Далее с почти равномерно понижающимися ее величинами следуют пояса удаленности 2, 3, 4Н. Самые низкие значения водопоглощения, как и при поливе с поверхности, наблюдаются на расстояниях 5 и 1Н от лесонасаждений (рис. 2).

Изучены также инфильтрационные свойства черноземов обыкновенных смытых одной из овражно-балочных систем Куйбышевского Заволжья, где 10 лет назад был внедрен противоэрозионный гидролесоугольный комплекс (табл. 4). Почвы террасированных склонов с улучшенным естественным травостоем имеют самые высокие показатели впитывания и фильтра-

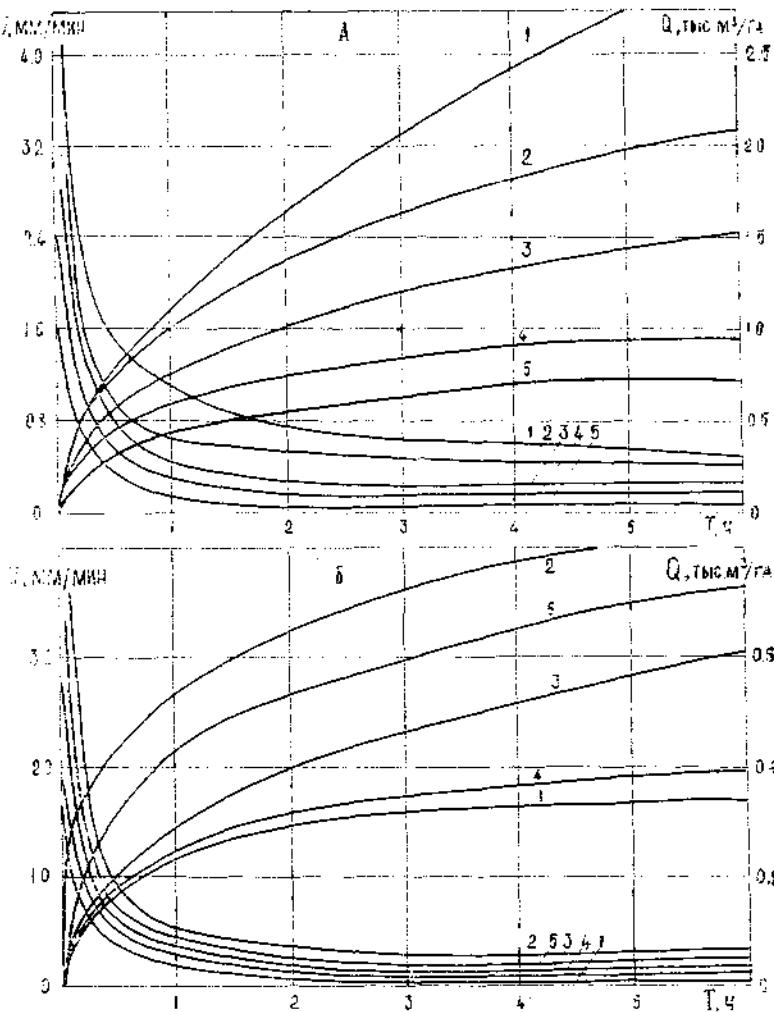


Рис. 2. Скорость инфильтрации  $V$  и суммарного расхода воды  $Q$  в обычных черноземах овражно-балочной системы Куйбышевского Заволжья при поливе напуском с поверхности (А) и глубины 0,5 м (Б):

1 — естественные травы террасированного склона; 2 — стокорегулирующая лесная полоса; 3 — прибалочная лесная полоса; 4 — террасы с лиственицей; 5 — сеяные многолетние травы

ции с поверхности и самые низкие — с глубины уплотненных иллювиальных карбонатных горизонтов.

В лучших по инфильтрации условиях находятся также почвы под пологом стокорегулирующей лесной полосы. Из-за высокой смыгости почв под пологом молодой прибалочной лесной полосы и отсутствия на полотне террасы верхних гумусовых горизонтов водопроницаемость здесь низкая.

Сеяные многолетние травы на склонах создают инверсию плотностей в почвенном профиле, при которой верхний дерновинный горизонт оказывается более плотным, чем нижележащий. Это сказалось и на инфильтрационных свойствах почв, которые здесь весьма неблагоприятные.

Система противоэрзационных лесонасаждений в сочетании с гидроизоляциями, агротехническими и агрохимическими приемами защиты обыкновенных черноземов от водной эрозии обеспечила сокращение поверхностного стока на 25—40 мм, увеличение общей увлажненности территории на 45—90 мм, запасов продуктивной влаги в слое 0—2 м на 40—135 мм.

Улучшение гидрологического режима территории вызвало активную положительную трансформацию пространственной структуры почвенного покрова. Площадь черноземов среднемощных и слабосмытых возросла на 15,4%, уменьшилась площадь маломощных почв на 5,6, средне- и сильносмытых на 9,9%. Общая площадь улучшенного почвенного покрова составила 15,8% (514 га), или 1/6 территории хозяйства.

Улучшение состояния почвенного покрова Поволжской АГЛОС при помощи созданных здесь и длительно функционирующих защитных систем обеспечило получение стабильных и высоких урожаев сельскохозяйственных культур. Средняя урожайность зерновых за XI пятилетку составила 26,7, в соседних хозяйствах 18—22 ц/га. Объем дополнительной растениеводческой продукции равен 20—25% валового сбора, ежегодная чистая прибыль — около 0,5 млн руб.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Спиридонов А. И. Геоморфология европейской части РСФСР.—М.: Выш. шк., 1978.—336 с.
2. Сурмач Г. П. Рельефообразование и современные процессы почвенной эрозии в Степном Поволжье // Тр. ВНИАЛМИ.—Волгоград, 1970.—Вып. 1 (61).—С. 18—138.

3. Сурмач Г. П. К изучению водной эрозии в Куйбышевском Заволжье // Почвоведение.—1962.—№ 2.—С. 84—93.

4. Козловский Ф. И., Шевелев В. Д., Мартыненко А. Г. Эволюция структуры почвенного покрова при орошении садов на южных черноземах высших равнин // Структура почвенного покрова и организация территории.—М.: Наука, 1983.—С. 99—106.

5. Адерихин П. Г. Изменение почв под влиянием лесных полос в Каменной степи // Преобразование природы в Каменной степи.—М.: Россельхозиздат, 1970.—С. 78—88.

6. Горшенин К. П. Влияние лесных посадок на химико-морфологическое строение черноземов // Почвоведение.—1984.—№ 3—4.—С. 34—41.

7. Келлерба Т. Н. Почвообразующее воздействие лесных насаждений в зоне ризосфера на обыкновенные черноземы Центральной степи УССР (на примере Велико-Анадольского лесного массива): Автореф. дис.. канд. с.-х. наук: 06.03.04.—Харьков, 1969.—24 с.

8. Соловьев П. С. Влияние лесных насаждений на почвообразовательный процесс и плодородие степных почв.—М.: Изд-во МГУ, 1961.—290 с.

9. Орлов Д. С., Аниканова Е. М., Маркин В. А. Особенности органического вещества орошаемых земель // Проблемы ирригации почв юга черноземной зоны.—М.: Наука, 1980.—С. 79—91.

10. Афанасьева Е. Н. Черноземы Среднерусской возвышенности.—М.: Наука, 1966.—224 с.

11. Лактионов Н. И. Влияние оккультуривания на коллоидные свойства гумуса черноземов // Труды X Международного конгресса почвоведов. Плодородие почв.—М.: Наука, 1974.—Т. IV.—С. 70—75.

12. Пономарева В. В., Плотникова Т. А. Гумус и почвообразование (Методы и результаты изучения).—Л.: Наука, 1980.—220 с.

13. Захаров В. В. Принципы дифференциации межполосного пространства на зоны // Бюл. ВНИАЛМИ.—Волгоград, 1971.—Вып. 11 (65).—С. 3—6.

14. Захаров В. В., Кретинин В. М. Повышение плодородия почв и урожая сельскохозяйственных культур на межполосных полях // Пути повышения эффективности полезащитного лесоразведения: Тр. ВАСХНИЛ.—М.: Колос, 1979.—С. 71—90.

## РОЛЬ И МЕСТО ЛЕСНЫХ ПОЛОС В ПРОТИВОЭРОЗИОННОЙ СИСТЕМЕ ВОДОСБОРА

В. М. ИВОНИН,  
доктор сельскохозяйственных наук,  
Л. В. ВЛАСОВА

В условиях усиливающегося антропогенного воздействия на природную среду защитная роль лесных насаждений резко возрастает. Поэтому среди других сельскохозяйственных дисциплин агролесомелиорация все больше выделяется как наука комплексных проблем, связанных с охраной почв, вод и преодолением отрицательных последствий взаимодействия человека с природой при сельскохозяйственном производстве.

Искусственные лесные насаждения выступают инструментом с сотворчества человека с природой, под которым В. Б. Сочава [1] понимал систему мероприятий, направленную на развитие потенциальных сил природы, активизацию природных процессов, увеличение продуктивности геосистем.

Среди искусственных лесных насаждений водохранилищ степной и лесостепной зон наиболее распространены лесные полосы, которым отводится роль одного из элементов противоэрозионного комплекса [2 и др.]

Основываясь на неизменности местоположений лесных полос, их систему рассматривают как каркас, в который укладываются и с которым увязываются другие элементы противоэрозионного комплекса [3 и др.]. Эта идея заложена и в суждениях о «системности» [4], или «десмогенности» [5], систем лесных полос. Сущность этих аналогичных положений заключена в том, что степень десмогенности (системности) определяется отношением суммы площадей полей, защищенных лесополосами, к общей площади, на которой находится система лесных полос. Степень

десмогенности (после достижения лесными полосами максимальной высоты) является постоянной величиной, т. е. лесные полосы образуют жесткий каркас противоэрозионного комплекса.

Однако по мере развития системного подхода в агролесомелиорации [6, 7 и др.] перестал оспариваться смысловой нюанс между «комплексом» и «системой», и соответственно представления о жесткофиксированной структуре противоэрозионного комплекса (каркас, постоянная десмогенность) были заменены понятиями об эластичной, или пластичной, структуре противоэрозионной инженерно-биологической системы (ПИБС) с определенным инвариантом и гомеостазом [7, 8].

Стало понятным, что даже сильнодесмогенные системы лесных полос при резком изменении направления вредоносного ветра временно могут трансформироваться в слабодесмогенные. В благоприятных условиях, когда сельскохозяйственные культуры на межполосных полях не нуждаются в защите, положения системности теряют смысл. Поэтому возникла необходимость уточнения роли и места лесных полос в противоэрозионных инженерно-биологических системах водохранилищ при нахождении компромисса между взаимоисключающими требованиями к размещению лесных полос на водохранилище с учетом горизонталей местности и преимущественного направления вредоносных ветров.

Считается, что даже на пологих склонах отклонение трасс полезащитных лесных полос от горизонталей способствует возникновению приопушечной эрозии [9 и др.]. Поэтому стала обосновываться идеальная горизонтально-полосная организация территории с соответствующим размещением лесных полос. Однако размещение лесных полос точно по горизонтальным местности практически неосуществимо и во многих случаях нецелесообразно, так как всегда существует необходимость безопасного отвода излишков стока под пологом лесных полос, для этих целей усиленных по нижним опушкам водонаправляющими земляными сооружениями. Поэтому в большинстве случаев на склонах с существующими противоэрзационными системами лесные полосы достаточно усиливать по нижним опушкам водонаправляющими валами или валами-канавами, обеспечивающими под-

лесным пологом безопасный отвод излишков стока с неразмывающими скоростями.

Одной из основных характеристик таких (водонаправляющих) лесных полос считают углы их стоковой нагрузки [10] — между трассой лесных полос и линией общего падения склона. Эти углы изменяются от нуля (трасса насаждения сечет горизонтали под прямым углом) до 90° (трасса соответствует горизонтали).

Картина связи удельных объемов притрассовой эрозии с углами стоковой нагрузки дает пределы допустимого варьирования последних в различных регионах страны [10, 11]:

для условий восточных отрогов Донецкого кряжа в пределах Ростовской обл. ( $\eta = 0,897 \pm 0,046$ )

$$W = 1.96 - 0.02 d_{ct} - 0.000007 d_{ct}^2; \quad (1)$$

для условий Приволжской возвышенности в пределах Волгоградской обл. ( $\tau = -0,85 \pm 0,07$ )

$$W = 1556000 / d_{ct}^{4.33}; \quad (2)$$

для условий Приобского плато в пределах Алтайского края ( $\tau = -0,78 \pm 0,12$ )

$$W = 1002 / d_{ct}^{1.76}$$

Здесь  $W = \omega l / n$  — среднегодовой объем притрассовой эрозии, приведенный к базисной длине лесной полосы,  $m^3$ ;

$\omega$  — средняя суммарная поперечная площадь водородин по опушкам и под пологом лесной полосы,  $m^2$ ;

$l = 100$  — базисная длина лесной полосы, м;

$n$  — возраст лесной полосы, лет;

$d_{ct}$  — угол стоковой нагрузки лесной полосы, град.;

$\tau$  — коэффициент корреляции;

$\eta$  — корреляционное отношение.

Анализ уравнений (1) — (3) свидетельствует о качественном единстве картин эрозии по трассам лесных полос в различных регионах страны.

При множественном регрессионном анализе данных по Ростовской обл. получили зависимость (множественный коэффициент корреляции  $R = 0,823 \pm 0,076$ ).

$$W = 1.17 + 0.2 i_{ck} - 0.02 d_{ct} \quad (4)$$

по Волгоградской обл.

$$W = \begin{cases} 161300 i_{ck}^{2.33} d_{ct}^{4.18} & 25^\circ < d_{ct} < 90^\circ, \\ 5.095 + 2.205 i_{ck} - 4.876 \lg d_{ct} & 0^\circ < d_{ct} < 25^\circ \end{cases} \quad (5)$$

где  $i_{ck}$  — крутизна склона, град.

По уравнениям (4) и (5) можно определить углы стоковой нагрузки лесных полос на склонах различной крутизны при заданных среднегодовых объемах притрассовой эрозии. Так, на склонах до 6° предупреждение притрассовой эрозии у водонаправляющих лесных полос обеспечивают углы стоковой нагрузки более 50°. Это помогает правильному определению места лесных полос в противоэррозионных системах с учетом направления стока и вредоносных ветров. Негативное влияние полевых дорог по сосредоточению стока можно исключить, размещая их ниже водонаправляющих валов, по стокозащищенным опушкам лесных полос.

При обосновании размещения лесных полос водонаправляющего вида необходимо исследование динамики физико-механических свойств верхних горизонтов почв под лесным пологом. Как показали такие исследования (табл. 1), с возрастом лесных полос утяжеляется гранулометрический состав почв, что связано с явлением кольматации и аккумуляции. При этом упрочняется макроструктура и возрастает отношение цементирующих и не участвующих в цементации фракций, усиливаются динамическая и статическая водопрочность почвенных агрегатов и их механическая прочность.

Эти данные подтверждаются экспериментальной проверкой противоэррозионной стойкости обыкновенных черноземов при искусственном дождевании под пологом разновозрастных насаждений из робинии —

Таблица 1

Физико-механические и противоэрозионные характеристики слоя 0—20 см слабосмытых обыкновенных черноземов  
(ПИБС бассейна р. Кундрючей, Донецкий прж.)

Характеристики	Единица измерения	Лесная полоса в возрасте, лет			Сенокосный участок степи	Пашня
		5	28	55,28 10,9 97,8		
Сумма фракций гранулометрического состава менее 0,01 мм	%	52,42 13,2 99,6	55,28 10,9 97,8	64,29 16,6 95,3	46,96 19,6 89,6	
Фактор дисперсности по Н. А. Качинскому	%					
Показатель структурности по А. Ф. Вадюниной	%					
Количество водопрочных агрегатов более 1 мм в диаметре по И. М. Бакшееву	%	54,1	57,2	70,5	47,0	
Водопрочность агрегатов по П. И. Андрианову, Н. А. Качинскому	%	38,5 1,52 32,50 20,93 11,57 2,54 0,301 7,6	45,0 1,68 34,53 21,22 13,31 2,58 0,344 7,4	72,7 2,13 39,67 26,76 12,91 2,50 0,344 7,1	40,0 1,43 35,93 24,98 10,95 2,53 0,344 7,1	
Средняя разрушающая нагрузка на агрегат	kg					
Предел пластичности: верхний	%					
Число пластичности	г/см <sup>3</sup>					
Удельная масса	%					
Содержание $\text{CaCO}_3$						
pH						

наиболее распространенной породы лесных полос ПИБС бассейна р. Кундрючей (табл. 2).

Обработка данных эксперимента в относительных показателях привела к соотношениям вида

$$S = 0,1 n^2 - 6,2 n + 90,6 \text{ при } \eta = 0,98 \pm 0,016; \quad (6)$$

$$Q = 0,27 n^2 - 12,04 n + 114,54 \text{ при } \eta = 0,99 \pm 0,08, \quad (7)$$

где  $S$ ,  $Q$  — соответственно сток и смык, % к контролю (пашня).

Анализ уравнений (6) и (7) показал, что при отводе излишков стока под пологом лесных полос из робинии предотвращение эрозии обеспечивается после достижения древостоем возраста 15 лет, а зарегулирование стока — после 25 лет.

Эти возрастные пределы можно использовать при субоптимизации ПИБС и усилении водонаправляющими валами лесных полос (их преобразование из транзитных в водонаправляющие или комбинированные), т. е. земляные валы по стокозащищенным опушкам насаждений старше 15 лет можно проводить при названных углах стоковой нагрузки, а в возрасте более 25 лет отпадает необходимость в устройстве распыляющих сооружений на концевых участках лесных полос. Лесные полосы моложе 15 лет усиливают земляными сооружениями с учетом углов стоковой нагрузки в пределах 70—90°, обеспечивающих отвод стока с неразмывающими скоростями.

Уточнение роли лесных полос бассейна р. Кундрючей проводилось на территории ключевого хозяйства (к-з «Рассвет» Усть-Донецкого р-на, черноземы обыкновенные). Эрозию исследовали методом искусственного дождевания на склонах по экологическим профилям, пересекающим поля (черный пар и всходы кукурузы), стокорегулирующие и прибалочные лесные полосы. При этом рядом с пунктами дождевания из слоя 0—20 см отбирались образцы почв в соответствии с ГОСТом 12071—72 [12] с последующим определением показателей состава и свойств по общепринятым методикам [13 и др.].

Анализ показателей противоэрозионной стойкости слоя почв 0—20 см по экологическим профилям выявил (табл. 3) отчетливое положительное влияние лесных полос на показатели степени агрегированности по Бэвер и Роадесу, гранулометрические показа-

Таблица 2

Показатели искусственного дождевания почв лесных полос  
(интенсивность дождя 2 мм/мин, время 40 мин, крутизна склонов 1,5—3°, июнь 1986 г.)

Вариант	Влажность слоя 0—10 см, %	Слой, мм		Коэффициент стока	Средняя мутность стока, г/л	Модуль стока взвешенных наносов за период дождя, т/га
		инфилтрация	стока			
Пашня (черный пар)	20,68	38,4	41,6	0,520	146,44	60,919
Насаждение возрастом 5 лет с обработанными междуурядьями	16,68	39,5	40,5	0,506	141,36	57,250
Насаждение возрастом 11 лет с подстилкой в пристволовых кругах	8,25	67,5	12,5	0,156	0,56	0,070
То же с подстилкой слаборазвитой в междуурядьях	20,06	79,1	0,9	0,011	0,24	0,002
Насаждение возрастом 17 лет с подстилкой в междуурядьях	14,82	79,8	0,2	0,002	0	0
То же возрастом 31 год	10,56	80,0	0	0	0	0

Таблица 3

Противоэрзационная стойкость слоя почв 0—20 см по экологическим профилям ПИБС бассейна р. Кундрючьюй

Номер пробы	Место отбора образца	Фактор, %		Гранулометрический показатель структурности по А. Ф. Балдиной, %	Показатель степени агрегации по Бэверу, Риджуэру, %	Средняя разрушительная нагрузка на агрегат, кг	Водопрочность агрегатов по Н. М. Бакшееву (количество более 1 мм), %	по Д. Г. Виленскому, мл	по П. И. Андрианову, Н. А. Качинскому, %
		дисперсность по Н. А. Качинскому	структуренность по Фагелеру						

Профиль I. Поле с одиночной лесной полосой 10Ак(б), 25 лет  
H=10,9 м, ширина 18 м

Вниз по склону от лесной полосы:	10,6	89,4	82,8	77,3	1,55	35,8	1,72	15,84	
2Н									
2	5Н	5,6	94,4	78,1	80,4	1,34	22,5	1,61	10,12
3	10Н	9,0	91,0	86,4	76,5	1,53	24,3	1,51	22,88
4	15Н	12,0	87,9	81,2	70,2	2,20	51,0	1,84	27,76
5	30Н	9,3	90,7	79,2	72,1	1,76	31,4	1,50	20,74

Профиль II. Лесная полоса 10Ак(б); 21 год, H=10 м, ширина 18 м—поле—прибалочная лесная полоса 5Яс(3) 3Ак(б) 2ГЛ(тк). 21 год, H=10 м, ширина 10 м

8 Стокорегулирующая лесополоса	9,1	90,9	93,8	59,5	1,99	62,8	5,58	77,11
Вниз по склону от стокорегулирующей полосы:	2Н	7,4	92,6	83,6	61,8	2,36	45,6	1,79
10 5Н	6,8	93,2	97,7	70,8	2,78	50,8	1,96	11,54
12 10Н	15,5	84,4	96,6	53,8	3,39	59,7	2,26	17,72
13 30Н (середина поля)	4,4	95,6	78,0	62,6	1,96	25,5	1,51	17,72

Продолжение табл. 3

Номер пробы	Место отбора образца	Фактор, %	Водопроницаемость агрегатов					
			no H. M. Бактерии состава почвы на 1 мг/л	no H. T. Бактерии состава почвы на 1 мг/л	no H. K. Бактерии состава почвы на 1 мг/л	no H. K-a. Бактерии состава почвы на 1 мг/л	no H. K-b. Бактерии состава почвы на 1 мг/л	no H. K-c. Бактерии состава почвы на 1 мг/л
Вверх по склону от прибалочной полосы:								
14	10Н	6,5	93,5	90,3	40,0	2,05	28,8	1,53
15	5Н	10,3	89,7	83,8	38,1	2,06	42,9	1,73
16	2Н	6,0	94,0	87,4	75,1	1,34	22,9	2,17
9	Прибалочная лесополоса	11,4	88,5	81,7	66,5	1,95	70,8	18,91
Профиль III. Поле без влияния лесных полос								
23	Водораздел	10,1	89,8	101,4	69,1	1,60	25,2	2,99
24	Вниз по склону, м: 100	9,4	90,6	92,9	82,7	2,10	49,2	5,95
25	200	8,4	91,6	89,8	72,0	1,92	26,8	1,87
26	300	8,0	92,0	89,8	71,6	1,40	37,0	2,18
27	400	6,5	93,5	91,8	67,8	1,90	56,7	2,01
28	около 500	13,3	86,7	85,2	59,9	1,57	36,5	2,35

тели структурности по Вадюниной, водонепроницаемость агрегатов по Бакшееву и Виленскому.

Физико-механические характеристики верхних слоев почвы на экологических профилях (табл. 4) свидетельствуют об увеличении верхних пределов чисел пластичности, объемной массы и времени размокания почвы на полях ПИБС, т. е. о повышенной устойчивости лесоаграрных ландшафтов по сравнению с аграрными.

Одновременно по мере удаления от лесных полос вверх или вниз по склону в верхних слоях почв снижается содержание гумуса при несущественных изменениях в составе водной вытяжки (табл. 5).

Результаты наблюдений за стоком и смытом при искусственном дождевании почв на экологических профилях (табл. 6) дают основание для суждения о ведущем значении лесных полос в формировании устойчивой структуры ПИБС. По экологическому профилю I на участке 2Н (проба 1) начало капельного стока зафиксировано через 8 мин 45 с после начала дождевания, ручейкового — через 9 мин 10 с. Время добегания воды после прекращения дождя на этой позиции составило 29 с.

В пункте 5Н (проба 2) капельный сток появился через 10 мин 10 с от начала дождя, ручейковый — через 12 мин 11 с при времени добегания воды 30 с.

В пунктах дождевания 10, 15 и 30Н (пробы 3, 4 и 5) ручейковый сток возникал соответственно через 4 мин 10 с, 5 мин 31 с и 5 мин 25 с от начала опытов. Время добегания при этом соответственно равнялось 24, 23 и 25 с.

Формирование стока на площадках происходило по мере разрушения комковатой поверхности под ударным воздействием дождевых капель. При этом в различных местах площадок возникали микропрудки, прорыв которых приводил к образованию двух русел, приуроченных к центру и периферии площадок. Центральное русло перед водосливом разбивалось на сеть рукавов, что способствовало процессам аккумуляции в нижних частях площадок (пробы 3 и 4), или сливалось с периферийным руслом, что усиливала эрозию (проба 5).

На экологическом профиле II на полевых площадках дождевания был выражен нанорельеф в виде гребней (следы культиватора), в которых при дожде-

Таблица 4  
Физико-механические свойства слоя почв 0—20 см по экологическим профилям ПИБС бассейна р. Кундрючей

Номер пробы	Место отбора образца	Естественная влажность, %	Влажность на гранище, %		Число пластичности	Масса, г/см <sup>3</sup>		Время размокания 50%-ного объема монолита, с
			раска- тывания	текучести		удо- льная	объем- ная	

Профиль I. Поле с одиночной лесной полосой

Вниз по склону от лесной полосы:

1	2Н	19,79	20,97	40,79	19,82	2,40	0,88	610
2	5Н	19,45	25,26	41,37	16,11	2,48	0,99	337
3	10Н	19,71	25,91	41,70	15,79	2,51	0,97	353
4	15Н	23,55	25,48	42,03	16,55	2,42	1,27	605
5	30Н	23,23	20,25	41,76	21,51	2,36	1,24	437

Профиль II. Стокорегулирующая лесная полоса — поле — прибалочная лесополоса

8	Стокорегулирующая лесополоса	22,45	29,46	46,42	16,96	2,43	0,83	560
Вниз по склону:								
10	2Н	22,34	29,46	43,21	13,75	2,36	1,20	350
11	5Н	24,50	22,21	43,86	21,65	2,41	1,02	410
12	10Н	24,35	21,54	43,34	21,80	2,46	1,11	600
13	30Н (середина поля)	21,24	23,61	38,40	14,79	2,52	1,17	317

Вверх по склону от прибалочной лесополосы

14	10Н	17,89	20,84	35,42	14,58	2,35	1,28	210
15	5Н	20,86	22,96	37,30	14,34	2,45	1,14	240
16	2Н	23,63	24,02	38,83	14,81	2,42	1,14	250
9	Прибалочная лесополоса	15,84	26,33	42,51	16,18	2,35	1,09	500

Профиль III. Поле без влияния лесных полос

23	Водораздел	24,01	27,19	43,68	16,49	2,41	1,10	270
Вниз по склону, м:								
24	100	22,35	27,99	45,79	17,80	2,40	1,07	260
25	200	24,55	27,01	44,63	17,62	2,40	1,10	263
26	300	23,16	27,65	42,75	15,10	2,40	1,03	303
27	400	25,51	27,31	44,89	17,58	2,39	1,03	137
28	около 500	23,90	27,34	43,70	16,36	2,41	1,07	220

Таблица 5

по экологическим профилям (1 — мг.экв; 2 — %)

Номер пробы	Место отбора образца	Химические свойства слоя почв 0—20 см							
		Гумус, %	pH	Сухой остаток, %	$\text{HCO}_3^-$		$\text{Cl}^-$		
					1	2	1	2	

## Профиль I (поле с одиночной лесной полосой)

Вниз по склону от лесной полосы:

1	2Н	3,81	8,15	0,070	0,50	0,030	0,32	0,011	
2	5Н	3,74	8,25	0,061	0,42	0,025	0,28	0,010	
3	10Н	3,87	7,95	0,072	0,56	0,034	0,32	0,011	
4	15Н	3,56	7,70	0,075	0,58	0,035	0,35	0,012	
5	30Н	3,56	8,08	0,048	0,26	0,015	0,30	0,010	

$\text{SO}_4^{''}$		$\text{Ca}^{++}$		$\text{Mg}^{++}$		$\text{Na}^+$	
1	2	1	2	1	2	1	2

## Профиль II (стокорегулирующая лесная полоса — поле —

8	Стокорегулирующая лесная полоса	4,40	8,28	0,071	0,50	0,030	0,26	0,009	

прибалочная лесная полоса)

9	Вниз по склону от стокорегулирующей лесной полосы:	4,40	8,28	0,071	0,50	0,030	0,26	0,009	

10	2Н	3,87	7,68	0,071	0,50	0,030	0,30	0,011	
11	5Н	3,76	7,60	0,063	0,26	0,015	0,39	0,014	
12	10Н	3,23	7,53	0,043	0,24	0,014	0,30	0,010	
13	30Н (середина поля)	3,46	7,75	0,064	0,40	0,024	0,37	0,014	

10	2Н	3,87	7,68	0,071	0,50	0,030	0,30	0,011	
11	5Н	3,76	7,60	0,063	0,26	0,015	0,39	0,014	
12	10Н	3,23	7,53	0,043	0,24	0,014	0,30	0,010	
13	30Н (середина поля)	3,46	7,75	0,064	0,40	0,024	0,37	0,014	

14	Вверх по склону от прибалочной лесной полосы:	3,76	8,05	0,058	0,18	0,011	0,39	0,014	
15	5Н	3,13	7,55	0,042	0,14	0,008	0,41	0,014	
16	2Н	3,66	8,00	0,043	0,26	0,016	0,30	0,010	

14	Вверх по склону от прибалочной лесной полосы:	3,76	8,05	0,058	0,18	0,011	0,39	0,014	
15	5Н	3,13	7,55	0,042	0,14	0,008	0,41	0,014	
16	2Н	3,66	8,00	0,043	0,26	0,016	0,30	0,010	

17	Прибалочная лесная полоса	3,87	7,69	0,049	0,34	0,020	0,26	0,009	

17	Прибалочная лесная полоса	3,87	7,69	0,049	0,34	0,020	0,26	0,009	

Номер пробы	Место отбора образца	Гумус, %	рН	Сухой остаток, %	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		Cl <sup>-</sup>	
					1	2	1	2
Профиль III (поле без влияния лесных полос)								
23	Водо-раздел Вниз по склону, м:	3,92	8,05	0,044	0,40	0,026	0,30	0,010
24	100	3,23	8,19	0,073	0,44	0,026	0,35	0,012
25	200	4,61	7,95	0,052	0,24	0,014	0,30	0,010
26	300	3,71	8,07	0,081	0,68	0,041	0,30	0,010
27	400	4,03	8,22	0,080	0,42	0,025	0,32	0,011
28	около 500	3,50	8,16	0,079	0,52	0,031	0,33	0,012

ваниях возникали микропрудки. Под ударным воздействием капель дождя гребни нанорельефа исчезали и на пробе 10 сток был зафиксирован через 12 мин 15 с после начала дождя, с прекращением которого время добегания воды составило 14 с. На позиции 5Н (проба 11) эти показатели соответственно равнялись 10 мин и 13 с, а на позиции 10Н (проба 12) — 11 мин и 15 с.

На середине межполосного поля (контрольная проба 13) условия формирования стока были аналогичными, но ручейковый сток появился через 7 мин 55 с от начала дождя, а время добегания воды равнялось 18 с.

На пробе 14 с удалением вниз по склону от стокорегулирующей и приближением к прибалочной лесной полосе сток на водосливе появился в виде капель через 7 мин 15 с, прерывистых ручейков — через 10 мин, ручейков — через 12 мин после начала дождя.

В пункте 5Н (проба 15) прерывистый сток появился через 9 мин, ручейковый — 11 мин 10 с. Время добегания воды на площадках 14 и 15 равнялось 16—17 с.

В пункте 2Н вверх по склону от прибалочной лесной полосы (проба 16) капельный и прерывистый расходы отсутствовали и ручейковый сток возник через 17 мин после начала дождя, время добегания воды составило 16 с.

SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		Ca <sup>2+</sup>		Mg <sup>2+</sup>		Na <sup>+</sup>	
1	2	1	2	1	2	1	2
0,08	0,004	0,30	0,006	0,40	0,005	0,08	0,002
0,25	0,012	0,60	0,012	0,20	0,002	0,24	0,005
0,21	0,010	0,40	0,010	0,20	0,002	0,15	0,003
0,19	0,009	0,50	0,010	0,20	0,002	0,47	0,011
0,39	0,019	0,60	0,012	0,20	0,002	0,33	0,007
0,27	0,013	0,70	0,014	0,20	0,002	0,22	0,005

На экологическом профиле III искусственный нанорельеф пашни также способствовал образованию микропрудков в первый период дождевания. Однако гребни от обработки уничтожались каплями дождя очень быстро. На приводораздельном участке (проба 23) капельный сток был зафиксирован через 5 мин, ручейковый — через 6 мин 40 с после начала дождя. Время добегания на этой площадке равнялось 23 с.

На пробах 24, 25 и 26 ручейковый сток возник в промежутке 6 мин 5 с — 6 мин 40 с, время добегания воды 18—24 с. Однако на пробе 27 сток сформировался через 4 мин от начала дождевания, а на пробе 28 — через 7 мин. Время добегания соответственно составило 23 и 21 с.

Графический анализ данных по стоку и эрозии на экологических профилях II и III (см. рис. 1) подтвердил вывод о том, что роль лесных полос на склонах заключается не только в поглощении стока под лесным пологом, но и в повышении противоэррозионной стойкости почв, происходящей в результате улучшения водно-физических характеристик и состава верхнего слоя. Повышение противоэррозионной стойкости почв, очевидно, происходит постепенно с возрастом насаждений.

Зоны усиленной противоэррозионной стойкости в начале функционирования системы ограничиваются лесным пологом и площадями полей, непосредствен-

Показатели искусственного дождевания почв (12—15.VI.87 г., слой дождя 60 мм, продолжительность 30 мин, интенсивность 2 мм/мин)

№ профиль	Место дождевания	Влажность 0—20 см слоя почвы, %	Слой, мм		Коэффициент стока	Средняя мутность воды, г/л	Модуль стока взвешенных наносов, т/га
			стока	инфилтрации			
Профиль I (поле с одиночной лесной полосой)							
0	Лесная полоса	—	0	60	0	0	0
Вниз по склону от лесной полосы:							
1	2Н	19,8	14,8	45,2	0,247	32,12	4,75
2	5Н	19,4	12,5	47,5	0,208	20,00	2,50
3	10Н	19,7	21,9	38,1	0,365	29,08	6,37
4	15Н	23,5	24,0	36,0	0,400	86,36	20,73
5	30Н	23,2	24,5	35,5	0,408	61,92	15,17
Профиль II (стокорегулирующая лесная полоса — поле — прибалочная лесополоса)							
8	Стокорегулирующая лесная полоса	22,4	0	60	0	0	0
Вниз по склону от стокорегулирующей лесной полосы:							
10	2Н	22,3	6,3	53,7	0,105	21,32	1,34
Верх по склону от прибалочной лесной полосы:							
11	5Н	24,5	5,8	54,2	0,097	89,88	5,21
12	10Н	24,3	7,6	52,4	0,127	53,28	4,05
13	30Н (середина поля)	21,2	15,3	44,7	0,255	43,80	6,70
Вверх по склону от прибалочной лесной полосы:							
14	10Н	17,9	9,3	50,7	0,155	174,84	16,26
15	5Н	20,9	12,7	47,3	0,212	49,36	6,27
16	2Н	23,6	5,9	54,1	0,099	14,52	0,86
9	Прибалочная лесная полоса	15,8	0	60,0	0	0	0
Профиль III (поле без влияния лесных полос)							
23	Водораздел	24,0	14,7	45,3	0,245	91,88	13,51
Вниз по склону, м:							
24	100	22,3	17,9	42,1	0,298	58,44	10,46
25	200	24,5	15,1	44,9	0,252	141,36	21,34
26	300	23,2	18,5	41,5	0,308	69,48	12,85
27	400	25,5	18,0	42,0	0,300	81,84	14,73
28	около 500	23,9	15,6	44,4	0,260	92,56	14,44

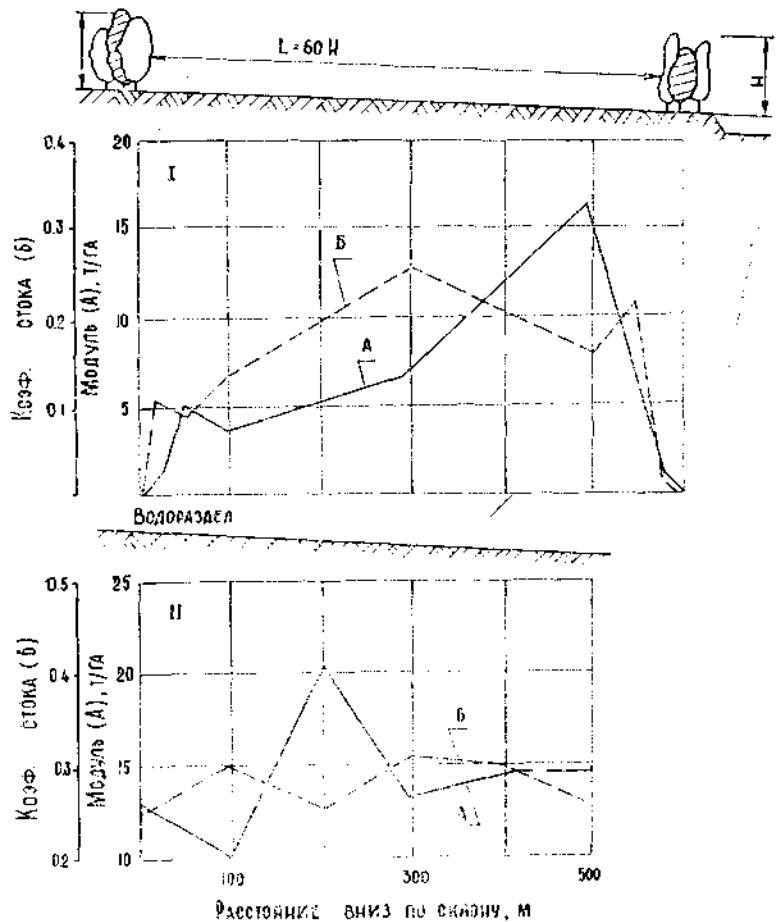


Рис. 1. Распределение модулей стока взвешенных наносов за период дождя (А) и коэффициентов стока (Б) на межполосном поле (I) и поле влияния без лесных полос (II)

но примыкающих к насаждениям, увеличиваясь до 10Н вниз и 5Н вверх по склону к периоду стационарного функционирования ПИБС.

Физический смысл этого явления объясняет, как ПИБС «притирается» к резистентной (жесткой) системе водосборов, что способствует появлению единой структуры с общей высокой мерой устойчивости.

Время рождения такой структуры определяется степенью соответствия ПИБС водосбору и при их плановом совпадении во многом зависит от внутренней организации противоэррозионной системы. Наибольшее соответствие наблюдается у оптимизирующихся ПИБС (лесные полосы и гидросооружения размещены в соответствии с горизонталями местности). Но даже у них в период стационарного функционирования возможно временное снижение продуктивности и устойчивости при чрезвычайных возмущениях окружающей среды. Однако структура ПИБС восстанавливается благодаря способности лесных полос обеспечивать гомеостаз противоэррозионной системы.

## ВЫВОДЫ

- На водосборах степной и лесостепной зон страны лесные полосы составляют основу эластичной (пластичной) структуры иерархических противоэррозионных инженерно-биологических систем, сообщая им инвариант и гомеостаз. Процесс оптимизации (субоптимизации) ПИБС обеспечивают в основном лесные полосы, усиленные гидросооружениями.

- Одной из основных характеристик лесных полос служат углы стоковой нагрузки, изменяющиеся от нуля (трасса полосы сечет горизонтали под прямым углом) до 90° (трасса соответствует горизонтали). Получены количественные характеристики связи этих углов со среднегодовыми объемами притрассовой эрозии в различных регионах страны на склонах разной крутизны. Предупреждение притрассовой эрозии обеспечивают водонаправляющие лесные полосы с углами стоковой нагрузки в пределах 50—90°.

- Усиление устойчивости и продуктивности субоптимизирующихся ПИБС следует проводить путем усиления земляными гидросооружениями существующих лесных полос. Лесные полосы моложе 15 лет необходимо усиливать земляными сооружениями с учетом углов стоковой нагрузки в пределах 70—90° или по длине водонаправляющих валов предусматривать перемычки.

- Под влиянием лесных полос в процессе оптимизации происходит постепенное повышение противоэррозионной стойкости пахотного слоя почв на склоновых полях ПИБС. Зоны повышенной устойчивости

образуются под пологом лесных полос и на прилегающих к ним полевых участках, что проясняет физический смысл рождения единой структуры водосбора и ПИБС с общей высокой мерой устойчивости.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Сочава В. Б. Введение в учение о геосистемах.—Новосибирск: Наука, 1979.—319 с.
2. Соболев С. С. Эрозия почв в СССР и борьба с нею.—М.: МЛТИ, 1973.—97 с.
3. Сурмач Г. П. Водная эрозия и борьба с ней.—Л.: Гидрометеонзат, 1976.—254 с.
4. Вдовин Н. В. Экологическая и агроэкономическая эффективность полезащитных лесных полос разной системности на черноземах Среднего Поволжья: Автореф. дис... канд. с.-х. наук: 06.03.04.—Волгоград, 1985.—18 с.
5. Петров И. Г. О методах ландшафтно-типоведического изучения агролесосистем // Экологическая и экономическая роль защитных лесных насаждений в лесоаграрном степном ландшафте: Сб. науч. тр. ВНИАЛМИ.—Волгоград, 1985.—Вып. 2 (85).—С. 45—56.
6. Долгилевич М. И., Васильев Ю. И., Сажин А. Н. Системы лесных полос и ветровая эрозия.—М.: Лесн. пром-сть, 1981.—160 с.
7. Ивонин В. М. Системный подход в противоэррозионной агролесомелиорации // Лесоведение.—1985.—№ 4.—С. 17—26.
8. Ивонин В. М. Теория агролесомелиорации водоносов // Лесомелиорация склонов: Сб. науч. тр. ВНИАЛМИ.—Волгоград, 1985.—Вып. 3 (86).—С. 14—28.
9. Защита почв от эрозии / Я. И. Потапенко, Н. Р. Толоков, В. И. Манченко, Б. А. Музыченко.—М.: Колос, 1975.—128 с.
10. Ивонин В. М. Линейная эрозия на пологих склонах с полезащитными лесными полосами // Лесн. хоз-во.—1984.—№ 10.—С. 48—51.
11. Ивонин В. М., Суковатов Ю. М. Обоснование водоправляющих лесных полос на склонах // Лесн. хоз-во.—1987.—№ 6.—С. 38—40.
12. ГОСТ 12071—72. Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов.—М.: Страйздат, 1972.—8 с.
13. Воронин А. Д. Основы физики почв.—М.: Изд-во МГУ, 1986.—244 с.

## ФОРМАЛЬНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГОРИЗОНТАЛЕЙ (РЕЛЬЕФА МЕСТНОСТИ) В СВЯЗИ С КОНТУРНЫМ РАЗМЕЩЕНИЕМ ПРОТИВОЭРОЗИОННЫХ ЛЕСОНАСАЖДЕНИЙ

Е. А. ГАРШИНЕВ,  
кандидат сельскохозяйственных наук

Ранее [1] обращалось внимание, что т. н. контурность (синоним горизонтальности) противоэррозионных приемов отнюдь не всегда является обязательной. Вместе с тем очевидно, что правильная система в первую очередь лесомелиоративных и гидротехнических приемов должна быть контурной, т. е. близкой к горизонталям. Степень контурности определяется главным образом причинами мелиоративного характера, а также организационными и технологическими.

Известно также, что эрозионно-гидрологическая нагрузка лесополос сильно зависит от положения их относительно горизонталей. Значительное отклонение снижает стокорегулирующие и почвозащитные функции лесополос [2] и может даже привести к усилению стока и эрозии [3]. Однако, поскольку полное поглощение вод поверхностного стока недостижимо и нецелесообразно, то регулируемый их сброс диктует необходимость отклонения трасс лесополос от горизонталей [3], величина которого нуждается в обосновании [4]. Для совокупного решения всех этих вопросов требуется обстоятельный анализ горизонталей местности на основе генетического подхода к формированию рельефа, внешне выражющегося очертаниями горизонталей.

Генезису форм рельефа в результате эрозионно-аккумулятивного процесса (ЭАП) посвятили свои труды многие отечественные и зарубежные авторы (В. В. Докучаев, А. П. Павлов, А. С. Козменко, И. П. Герасимов, С. С. Соболев, Д. Л. Арманд, А. И. Спиридов, Е. В. Шанцер, Г. П. Сурмач, В. Де-

вис, В. Пенк, Л. Кинг и другие). Ими в той или иной степени раскрыты качественно и количественно основные закономерности ЭАП, предложены схемы пространственно-временной эволюции рельефа и отдельных его «элементов» (промон и оврагов, склонов, террас и т. п.). Они служат основой для классификации склонов по продольному и поперечному их профилю, плановым очертаниям горизонталей, в т. ч. в целях противоэррозионной мелиорации (см., например, работы М. И. Лопырева, И. П. Здоровцева и др. [5–8]). Предпринимаются попытки дать аналитическое описание форм склонов и горизонталей [9, 10 и др.].

В развитие основных идей рельефообразования, обоснованных А. С. Козменко [11] и развитых Г. П. Сурмачем [12], в настоящей статье излагается подход к formalизации горизонталей с позиций их генезиса в результате ЭАП.

Формирование гидографической сети и прилегающих склонов иллюстрируется блок-диаграммой (рис. 1). Наиболее существенно, что в ходе ЭАП исходная почти горизонтальная и плоская поверхность (водосбор типа «раскрытая книга»), поднятая над базисом денудации, приобретает сложную трехмерную конфигурацию, аналитически описываемую универсальным выражением — логистической функцией по падению склонов и тальвегов и проекциям горизонталей.

Исходная относительно простая форма территории в рамках одного эрозионно-аккумулятивного цикла (ЭАЦ) сначала усложняется (появление линейного размыва, обвально-осыпных склонов, моделирование надбровочных склонов смывом, формирование делювиально-пролювиальных и аллювиальных отложений и т. п.), а затем упрощается с переходом в «предельную» денудационно-аккумулятивную «почти равнину» — ленепедиплен, возвращаясь как бы в исходное состояние. При изменении физико-географических условий и положения базиса эрозии рельеф получает новый стимул к развитию и ЭАП возобновляется, т. е. в общих чертах повторяет предшествующий цикл. При этом созданные прежде формы в той или иной степени исчезают или образуются на новых, обычно гипсометрически более низких уровнях. На Русской равнине рельеф несет на себе печать нескольких (3—4 и более) предыдущих ЭАЦ.

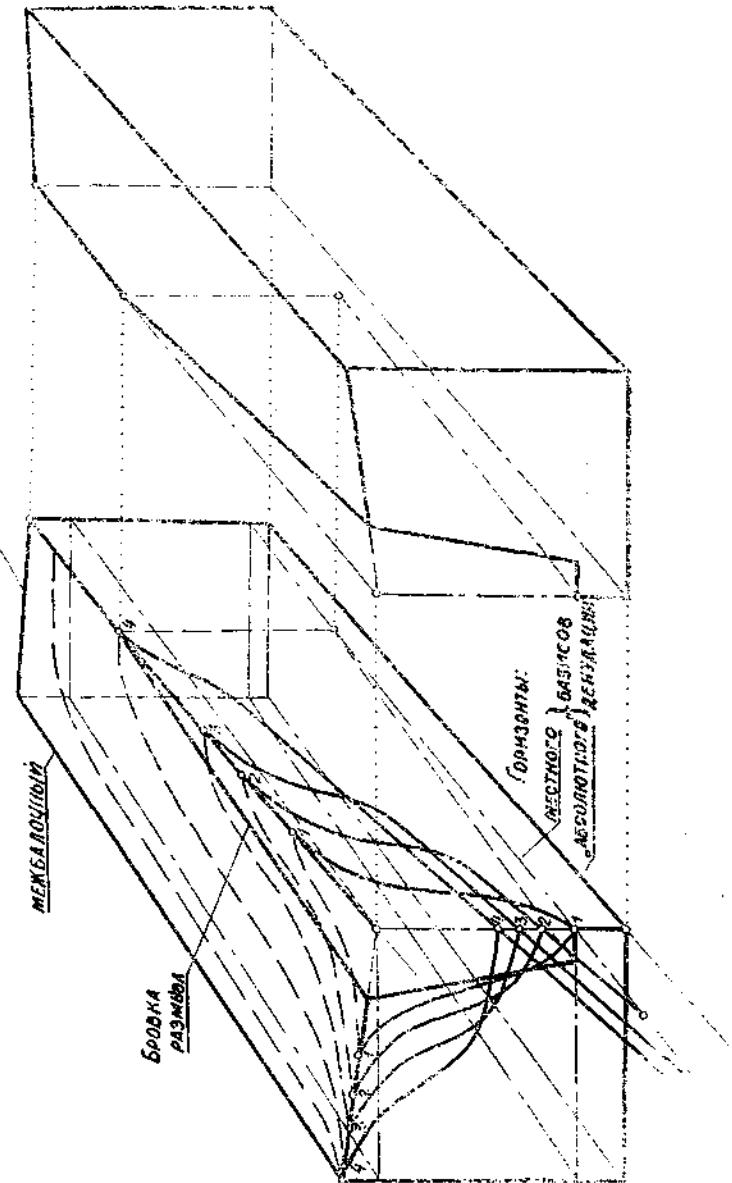


Рис. 1. Принципиальная схема пространственно-временной эволюции форм рельефа: 1..4 — последовательные положения линий тальвега, продольных профилей склонов и горизонталей на разных этапах ЭАП

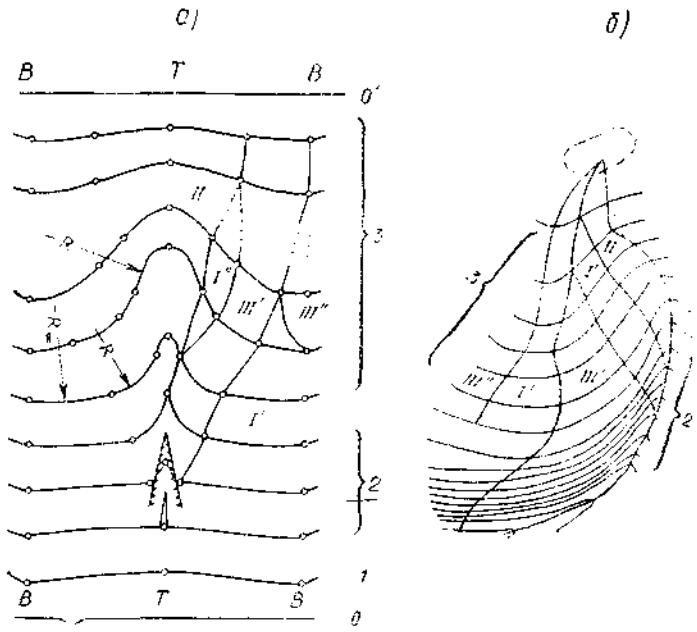


Рис. 2. Схема эволюции формы горизонталей в ходе ЭАП:  
а — идеализированная форма ( $0, 1, 2, 3, 0'$  — временные этапы);  
б — фрагмент лощинного водосбора (ур. Слобода; Среднерусская возвышенность, территория Новосильской ЗАГЛОС Орловской обл.); I — нейтральные, II — собирающие, III — рассеивающие сток контуры склонов

Эволюция формы горизонталей в ходе ЭАЦ представлена предельно упрощенной и абстрагированной («идеальной») схемой (рис. 2а). В действительности дело обстоит намного сложнее за счет приводящих факторов (неоднородность субстрата, отклонение оси размыва от прямой, смещение и разветвление водотоков из-за подмыва и разницы в степени выветривания субстрата, перерывы и инверсии ЭАП и т. п.). Однако эта схема отражает наиболее общую тенденцию, а потому хорошо согласуется с реальными объектами (рис. 2б).

Не вдаваясь в детали, отметим, что любая горизонталь имеет характерные точки — точки экстремумов (минимум соответствует положению межлощинного водораздела В, максимум — тальвегу лощины Т), перегиба и перехода от положительной кривизны к

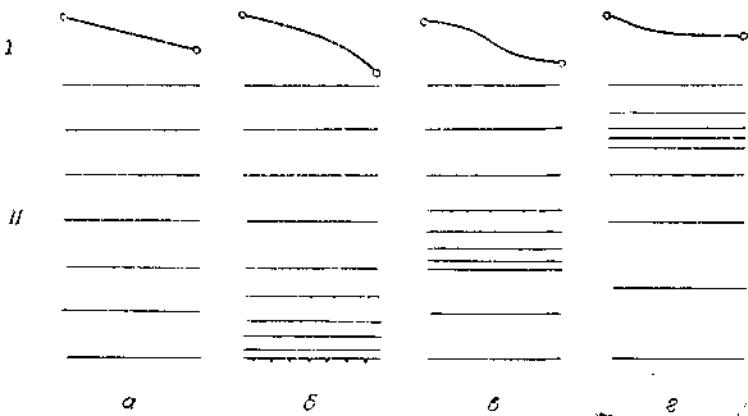


Рис. 3. Пространственно-временная эволюция формы продольного профиля склона (I) и ее изображение на плане горизонталей (II):  
а — прямая, б — выпуклая, в — выпукло-вогнутая, г — вогнутая

отрицательной и к нейтральным склонам нулевой кривизны Р с бесконечно большим радиусом. Установлено, что наличие этих точек тесно связано с физической (гидродинамической) природой ЭАП и их возникновение и исчезновение обусловлено его этапом. В свою очередь, это приводит к строго определенной форме горизонталей, в т. ч. в математическом смысле этого понятия, что облегчает их формализацию и выражение в виде логистической функции [9]. Этот отдельный сложный вопрос здесь не обсуждается.

В соответствии с рис. 1 и 2а продольный профиль склонов эволюционирует от исходно прямого к выпуклому, выпукло-вогнутому, вогнутому (предельный случай выпукло-вогнутого). При этом горизонтали меняют свою форму от почти прямых (с обычно незначительными изломами) линий с равномерным расстоянием между ними к S-образно изогнутым и снова почти прямым. По поверхности склона от бровки размыва субпараллельно оси балки к межбалочному водоразделу (и от бровки долины к междуречью) перемещается волна сгущения горизонталей, соответствующая выпуклой (наиболее крутой) части склона (рис. 3). Выпуклая часть склона формируется эрозией, вогнутая — аккумуляцией.

Таблица 1

## Классификация склонов по форме продольного профиля и кривизне горизонталей

ФОРМА ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ СКЛОНА	КРИВИЗНА ГОРИЗОНТАЛЕЙ С ВЫГУННОСТЬЮ		
	ВЕРХУ (СОБИРАЮЩИЕ СКЛОНЫ)	БЕЗ ВЫПУКЛОСТИ (НЕЙТРАЛЬНЫЕ СКЛОНЫ)	ВНИЗУ (РАССЕИВАЮЩИЕ СКЛОНЫ)
ПРЯМОЙ			
ВЫПУКЛЫЙ			
ВЫГУНКО-ВОГНУТЫЙ			
ВОГНУТЫЙ			

Примечания: Наименование склонов получается из названий на пересечении строк и столбцов (например, прямой собирающий, выпуклый нейтральный и т. д.).

Классификация может быть расширена введением вариантов с испараллельными горизонталями, а также сложных (полициклических) поверхностей. Тогда склоны могут называться: моноциклический прямой выпукло-параллельный; би-, три-, тетрациклический вогнутый нейтрально-непараллельный и т. д.

Схема эволюции формы продольных профилей склонов (см. рис. 3) выполнена при отсутствии ложинных ответвлений от основного балочного ствола (изображенного бровкой), или для единичной неразветвленной балки, впадающей в речную долину. При этом, естественно, отсутствует изгиб горизонталей, и они параллельны между собой. В действительности приречные и межбалочные склоны расчленены вторичной и более высокого порядка суходольной гидро-графической сетью, что и обуславливает изгиб и непараллельность горизонталей в плане. Иными словами, одномерный вариант рис. 3 превращается в многомерный, если мерой полагать порядок ветвления сети. При этом формируется порою чрезвычайно сложная картина рельефа склонов.

Однако, как бы сложна она ни была, в рамках развивающегося подхода всегда представляется возможным выделить на территории (топокарте) генетически однородные по эрозионно-гидрологическим условиям поверхности склонов. Основными типами таких поверхностей в поперечном профиле (субпараллельно основному гидро-графическому стволу или перпендикулярно его ответвлению) являются поверхности (рис. 2, табл. 1): одностороннего падения — нейтральные (рис. 2, I', I'') и разностороннего падения — собирающие (II) и рассеивающие (III', III''). В совокупности они и образуют объекты, охватываемые понятием водосбора\*. Соотношение (доля) поверхностей разного генезиса определяется в первую очередь частотой расчленения территории гидро-графической сетью. Чем чаще она расчленена, тем меньшая доля приходится на нейтральные и большая — на собирающие и рассеивающие (замещаю-

\* Понятие водосбора нераразрывно связано с наличием понижения — гидро-графического ствола, к которому тяготеют прилегающие склоны.

Если «оторвать» склон от ближайшего гидро-графического ствола, то пространство, примыкающее с двух сторон к водоразделу, будет не водосбором, а водорассеивателем, «водоразделителем». В этом проявляется диадиактическое единство и противоположность водоразделов и тальвегов, их генетическая различительность (полярность). В этом смысле вектор линии тока в любой точке на склоне разлагается на две составляющие: «водосборную» (к оси ближайшего гидро-графического ствола) и «водораздельную» (к оси гидро-графического ствола более низкого порядка).

**Классификация размещения стокоприемных опушек лесных насаждений (и других рубежей) относительно горизонталей при разной их кривизне и радиусе  $R$**

Отклонение лесополос (рубежей) относительно горизонталей	Кривизна горизонталей обозначена выпуклостью		
	«Верху-собирающие» склоны (верх $R > 0$ )	без выпуклости - нейтральные склоны ( $R = \pm \infty$ )	«Низу-расселяющие» склоны ( $R < R < -\infty$ )
1. Совпадают с горизонтальми			
2. Не совпадают с горизонтальми:			
2.1. Отклоняются вверх по склону			
2.1.1. Одностороннее отклонение (л-правое, р-левое)			
2.1.2. Двустороннее отклонение			
2.2. Отклоняются вниз по склону			
2.2.1. Одностороннее отклонение (л-правое, р-левое)			
2.2.2. Двустороннее отклонение			
2.3. Секут горизонтали			
2.3.1. Правильнейшо			
2.3.2. Криволинейно			
2.3.3. Произвольно			

**Примечание.** Классификация может быть дополнена вариациями с разным углом  $\alpha$  между горизонтальми и рубежами, непараллельными горизонтальми, разной длиной (площадью) склона до и вдоль рубежа, формализацией сложных (произвольных) отклонений от горизонталей и т. п.

щие исходно нейтральные). Вместе с увеличением частоты расчленения происходит все больший отход горизонталей от исходно параллельных.

Поскольку частота явно выраженного расчленения обычно связана с его глубиной, то на относительно-незменных территориях, как правило, имеет место параллельность горизонталей и их малая кривизна, а на возвышенных — непараллельность и большое искривление. В пределах же геоморфологически, а также геологически и тектонически однородных территорий параллельность и малая кривизна горизонталей чаще всего приурочены к водоразделам и подножиям выпукло-вогнутых склонов (в т. ч. к террасам долин).

Таким образом, изложенные даже в самых общих чертах положения генезиса рельефа в результате ЭАП позволяют получить не только качественные, но и некоторые количественные характеристики склонов разной формы, важные для прикладных целей. Применительно к задачам противоэрозионной мелиорации вообще и лесомелиорации в частности знание генезиса рельефа позволяет обоснованно решать вопрос о назначении и трассировании лесных полос и куртинных насаждений.

Основные способы трассирования лесополос рассмотрены ранее в общем виде [1]. Здесь уместно остановиться на функционировании насаждений в зависимости от эрозионно-гидрологической нагрузки, определяемой формой поверхности склона.

Очевидно, что все разнообразные ситуации, реально встречающиеся в природе (табл. 2), сводятся к сочетанию трех «элементарных» (рис. 4). При одной и той же площади водосбора, примыкающего сверху к опушке насаждений (или иного рубежа), и одинаковых условиях формирования стока на склоне объем и расход воды, поступающей на горизонтальный стокоприемный рубеж, будут одинаковыми. Однако приведенный на единицу длины рубежа расход  $q$  (В) будет разным (рис. 4а). При отклонении рубежа от горизонталей вверх или вниз этот расход трансформируется в зависимости от характера отклонения. Естественно, во всех этих (самых разнообразных) случаях (см. табл. 2) как стокорегулирующая, так и противоэрозионная функции насаждения будут неодинаковыми. Наиболее благоприятные ус-

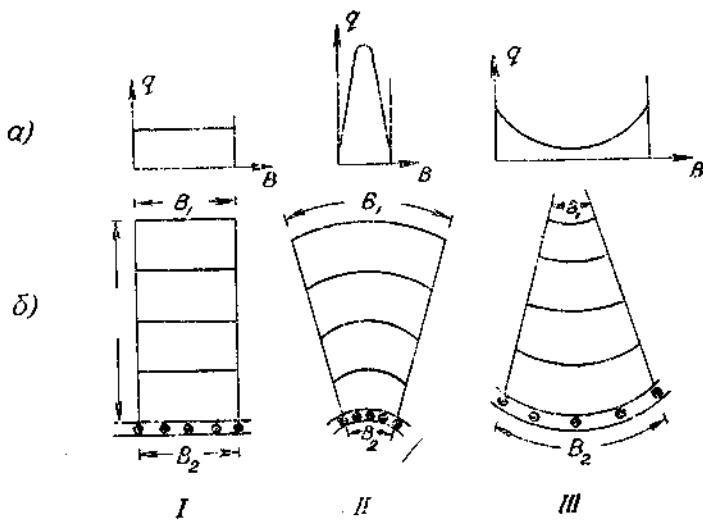


Рис. 4. Трансформация функции расхода  $q$  по длине  $B$  стокоприемного рубежа (а) в зависимости от формы водосбора (б): I — нейтральный, II — собирающий, III — рассеивающий

ловия работы насаждения складываются при максимальной длине рубежа (рис. 4б, III), наихудшие — при минимальной длине (рис. 4б, II) и сильном отклонении его от горизонталей. Особенно в жесткие условия попадает насаждение по тальвегам ложбин и при значительном отклонении рубежа вверх по склону. При этом происходит сосредоточение водного потока на весьма узком участке. Это сводит практически к нулю площадь насаждения, работающую на водопоглощение, а чрезмерная концентрация потока может вызвать сильный размык.

Влияние степени концентрации водных потоков на расход и интенсивность эрозии может быть охарактеризовано количественно. Суть приема, позволяющего дать такую оценку, иллюстрируется рис. 5. Из него следует, что в замыкающем створе  $S$  расход будет тем больше, чем большее площадь водосбора. Она определяется углом раствора горизонталей  $\beta$  и расстоянием  $L$  от водораздела (длиной отрезка  $BS$ ). С ними функционально связаны длины  $L_1, 2, 3, \dots$  линий тока (в точке  $S'$  при прочих равных условиях

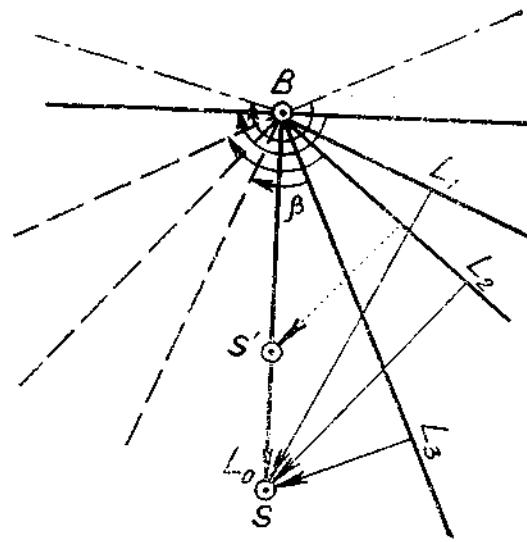


Рис. 5. Схема, поясняющая влияние угла  $\beta$  между горизонталями и расстояния  $L$  от водораздела  $B$  до точки створа  $S$  на степень концентрации расхода воды

концентрация будет меньше). Площадь водосбора  $F$  в створе  $S$  между двумя горизонталами с углом раствора  $\beta$  описывается простым выражением

$$F = BS^1 \cos \beta / 2 \sin \beta / 2.$$

Положив  $BS=1$ , получим результаты, приведенные в табл. 3. Характерно, что максимальная площадь водосбора (и соответственно максимальная степень концентрации стока) имеет место при  $\beta=90^\circ$ . Уменьшение и увеличение угла уменьшает степень концентрации, которая стремится к нулю при стремлении  $\beta$  к нулю и  $180^\circ$ . Это, в частности, означает, что при определенной ситуации (на сильно рассеивающих склонах при  $\beta \rightarrow 180^\circ$  и при отсутствии скопления больших снежных масс в лесополосах и на прилегающих склонах) расположенные строго параллельно линиям тока лесополосы менее опасны в эрозионном отношении, чем секущие склоны, даже при больших значениях угла  $\alpha$  (см. рис. 2). Однако стокорегулирующий эффект таких насаждений отрицательный: они способствуют сбросу больших объемов воды тающего снега, накопленного под их защитой на склонах.

Таблица 3

Изменение площади  $F$  (в долях единицы) между горизонтальными в зависимости от угла их раствора  $\beta$

$\beta^\circ$	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	360
$F$	0	0,26	0,5	0,76	0,86	0,96	1	0,96	0,86	0,76	0,50	0,26	0

Примечание. При  $\beta > 180^\circ$   $F$  имеет отрицательные значения, что трактуется как деконцентрация расхода на рассеивающих склонах.

Из совокупности изложенных соображений следует, что одной из важнейших прикладных задач, которые необходимо решать при проектировании насаждений в районах эрозии, является обеспечение максимальной однородности эрозионно-гидрологических условий их работы. Эта задача решается по-разному: расширением стокоударных опушек, в т. ч. посадкой лесонасаждений по контуру горизонталей на ложбинах [2], устройством распылителей стока по верхним опушкам [11] или использованием напашей в качестве водозадерживающих валов [13], сочетанием лесополос с простейшими земляными гидроизолирующими типом канав и валов [12] и т. п. Однако все эти приемы, в той или иной мере обеспечивающие достижение цели в каждом конкретном случае, не являются универсальными. На наш взгляд, оптимальное решение может быть достигнуто лишь при равномерном распределении эрозионно-гидрологической нагрузки по стокоприемному рубежу. В иной ситуации, когда сосредоточенный сброс неизбежен или необходим, задача сводится к обеспечению максимально возможного стокорегулирующего и (или) почвозащитного эффекта без разрушения мелиоративных функций насаждения, гидротехнического сооружения и т. п. Для решения всего круга вопросов требуются специальные исследования и разработка соответствующих технических приемов и средств. На облегчение поиска в этом направлении и рассчитана настоящая статья.

## ЛИТЕРАТУРА

- Гаршинев Е. А. Размещение противоэрзационных лесонасаждений при контурной организации территории // Проблемы и резервы контурного земледелия.— М.: Колос, 1982.— С. 87—98.
- Холдяк К. Л. Устройство противоэрзационных насаждений.— М.: Лесн. пром.-ст., 1973.— 152 с.
- Сурмач Г. П. Водорегулирующая и противоэрзационная роль насаждений.— М.: Лесн. пром.-ст., 1971.— 111 с.
- Иванин В. М. Обоснование водонаправляющих лесных полос на склонах // Лесн. хоз-во.— 1987.— № 6.— С. 38—40.
- Лопырев М. И. Почвозащитная организация территории склонов.— Воронеж: ЦЧ кн. изд-во, 1977.— 111 с.
- Лопырев М. И., Постолов В. Д. Почвозащитная организация территории склонов: Методические рекомендации и указания для противоэрзационного проектирования (Технология проектирования и типичные схемы организации территории).— Воронеж, 1986.— 47 с.
- Лопырев М. И., Калюгин П. Б. Как размещать контурные лесные полосы на склонах: Методические указания и рекомендации.— Воронеж, 1987.— 29 с.
- Здоровцев Н. П. Почвоводоохранное устройство территории сельхозугодий // Науч.-техн. бюл. ВНИИЗиЗПЭ.— Курск, 1985.— Вып. 1 (44)— 85.— С. 3—18.
- Гаршинев Е. А. Аналитическое описание формы горизонталей // Почвозащитная лесомелиорация.— Волгоград, 1987.— Вып. 2 (51).— С. 55—56.
- Трофимов А. М., Московкин В. М. Математическое моделирование в геоморфологии склонов.— Казань: Изд-во КГУ, 1983.— 218 с.
- Козменко А. С. Основы противоэрзационной мелиорации.— М.: Сельхозгиз, 1954.
- Сурмач Г. П. Рельефообразование и современные процессы почвенной эрозии в степном Поволжье // Тр. ВНИАЛМИ.— Волгоград, 1970.— Вып. 1 (61).— С. 18—139.
- А. с. 810099 (СССР). Способ борьбы с эрозией почв на склонах / В. Н. Дьяков, А. Г. Рожков.— Опубл. 07.03.1981, Бюл. № 9 // Открытия. Изобретения.— 1981.— № 9.

**НОВЫЙ СПОСОБ КРУПНОПОЛОСНОГО  
РАЗМЕЩЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР  
В СИСТЕМЕ ЛЕСНЫХ ПОЛОС  
ПРИ КОНТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕРРИТОРИИ**

**А. Т. БАРАБАНОВ,**  
кандидат сельскохозяйственных наук

В системе мер противовоздионной защиты почв, широко рекомендуемой в настоящее время, предусматривается применение на водосборе лесных полос (стокорегулирующих, прибалочных и др.), почвозащитных севооборотов в нижних частях склонов со средне- и сильносмытыми почвами, полосного размещения сельскохозяйственных культур на пашне, различной обработки почвы и др.

Лесные полосы, задерживая и перераспределяя на водосборе снег, обусловливают повышенное водопоглощение в самих лесных полосах и в зонах отложения снежных шлейфов, что способствует снижению стока и эрозии почв [1—3 и др.]. Однако лесные полосы не обеспечивают равномерного распределения снега [3—5] и, следовательно, равномерного ставания его весной, что обычно приводит к увеличению смыва почвы. Существует следующая закономерность процесса смыва: он начинается, когда в отдельных местах почва освобождается от снега. Если снег сходит постепенно сверху вниз по склону, то талая вода, стекающая по освобожденной от снега поверхности, попадая в снег, еще лежащий в нижней части, теряет энергию и не производит на ней смыва. Таким образом, постепенный сход снега мог бы полностью предотвратить или в значительной степени сократить смыв почвы.

Лесные полосы, накапливая снег в шлейфовых частях, как правило, способствуют уменьшению стока и смыва в них. В то же время в средней части меж-

Почва, область	Средний сток	Вероятность превышения, %			Универсальная насыпь	Универсальная насыпь	Универсальная насыпь
		10	30	50			
Серая лесная, Орловская	44	67	100	130	55	80	35
Темно-серая лесная, Курская	36	66	75	125	45	80	30
Выщелоченный чернозем, Курская	25	63	60	120	30	75	20
Обыкновенный чернозем, Воронежская	15	47	35	90	20	60	10
Южный чернозем, Куйбышевская	10	49	30	90	10	60	4
Южный чернозем, Саратовская	8	36	25	75	8	45	1
Каштановая, Волгоградская	6	27	15	55	6	35	1
Светло-каштановая, Волгоградская	6	19	20	45	5	25	0
Североприазовский чернозем, Ростовская	8	18	25	40	10	25	4

полосного пространства, т. е. в межшлейфовой зоне, где снега накапливается меньше и где почва раньше освобождается от него, смыв может усиливаться. Талая вода поступает от вышерасположенной лесной полосы на межшлейфовую часть, свободную от снега, разрушает почву и выносит смывом мелкозем к нижерасположенной лесной полосе, где он откладывается в снежном шлейфе. Таким образом, лесные полосы полностью не предохраняют почву от смыва. Они могут обеспечить полное предотвращение выноса мелкозема за пределы системы, однако опасность смыва в межполосных участках остается.

Есть другие способы защиты почв от эрозии. Наиболее надежный — создать сплошной почвозащитный фон: многолетние травы, озимые, залежь и др. Так можно полностью предотвратить эрозию, однако в условиях интенсивного земледелия нельзя отказаться от яровых зерновых, пропашных, технических и других культур, требующих многократной интенсивной обработки почвы. Поэтому был разработан и сейчас рекомендуется способ полосного размещения сельскохозяйственных культур на склонах без лесных полос [6—12 и др.]. Он основан на использовании высоких почвозащитных свойств сельскохозяйственных культур (многолетних трав, озимых), а также безотвальных и мульчирующих обработок. Открытая, вспаханная поверхность почвы легко поддается разрушающему действию стекающей со склонов воды. Почвозащитные полосы надежно защищают почву от смыва. Полосное размещение таких почвозащитных агрофонов и посевов яровых зерновых или пропашных культур, под которые обычно требуется зяблевая вспашка, способствует сокращению смыва почвы в сравнении со сплошь вспаханным под зябь склоном. Недостаток этого способа состоит в том, что на почвозащитных полосах весной формируется значительно больший сток, чем на зяби, где он часто совсем не формируется, особенно в условиях засушливого климата (табл. I, а также работы [13, 14]). В силу этого в годы, когда стока с зяби совсем нет или он незначительный, а на многолетних травах, озимых и других мульчирующих фонах большой, полосное размещение сельскохозяйственных культур приводит к увеличению смыва на полосах с отвальной зябью. В годы с умеренным и средним стоком с зяби противоэро-

зионный эффект от полосного размещения культур незначительный или его совсем нет [10]. В многоводные годы разница в стоке с зяби и уплотненной пашней (многолетние травы, озимые, стерня) небольшая, поэтому возможен некоторый противоэрзионный эффект от полосного размещения культур, однако в обоих случаях смыв значительный. По данным В. И. Медведева [10], в 1976 г. смыв почвы на контроле (зябь по всей площадке) составил 0,003 т/га, на озимых по всему склону 0,03, а при полосном размещении озимых и зяби 0,18 т/га. В 1977 г. смыва почвы на всех вариантах не было, а в 1978 г. смыв на контроле составил 0,24 т/га, при сплошном посеве озимых 4,5, а при полосном размещении он колебался от 0,58 до 1,25 т/га в зависимости от ширины полос (27, 54 и 108 м). Повышенный смыв почвы на посевах озимых культур объясняется слабым их развитием с осени. Таким образом, полосное размещение культур на склоне является малоэффективным приемом для защиты почв от смыва талыми водами.

Для борьбы с эрозией почв на присетевых землях крутизной, как правило, свыше 3° также рекомендуются почвозащитные севообороты с большим насыщением многолетними травами и озимыми культурами. Установлена их высокая противоэрзионная эффективность [15—17]. Смыв почвы сокращается в 10—20 раз и более [16]. Однако такое размещение культур нежелательно, потому что под многолетние травы отводится много пашни, которой не хватает для пропашных культур и паров. Не используются также почвоулучшающие свойства многолетних трав (структурообразование, накопление органического вещества и др.) на большей части пашни (на склонах >3°), где интенсивно изымаются питательные вещества и ухудшается структура почвы. При таком размещении почвозащитных севооборотов недостаточно решается задача защиты почв от эрозии на приводораздельной части склонов.

Усовершенствовать способы защиты почв от эрозии можно путем сочетания лесных полос с различным размещением сельскохозяйственных культур на склонах.

Нами (А. Т. Барабанов, Е. А. Гаршинев, А. И. Крупчатников, М. К. Пружин) предложен новый способ защиты почв от эрозии. ВНИИГПЭ при-

нято решение (от 9.04.87 г.) о выдаче авторского свидетельства на изобретение (заявка № 4092884130 — 15(083510)). Целью его является повышение противовоздионной эффективности лесных полос за счет уменьшения смыва почвы в межшлейфовых зонах. Это достигается созданием на водосборе системы приводораздельных, стокорегулирующих, прибалочных лесных полос и полосным размещением сельскохозяйственных культур в прилегающих к ним зонах. При этом вблизи лесных полос, в зонах отложения снежных шлейфов, высевают яровые культуры, под которые требуется вспашка зяби, или размещают чистые пары, а в средней части межполосного пространства — почвозащитные полосы из многолетних трав, озимых, стерневых и других мульчирующих агрофонов.

На рис. 1 изображена схема размещения прибалочных 1, стокорегулирующих 2 и приводораздельных 3 лесных полос, почвозащитных фонов 4 и посевов сельскохозяйственных культур (зяби или черных паров) 5. Такой способ защиты почв от эрозии осуществляется следующим образом. Поперек склона вдоль горизонталей (по контуру) создают систему лесных полос. В зоне преимущественного отложения их снежных шлейфов (на расстояниях, кратных 5—10 высотам лесных полос), на межполосных полях выделяют пояса, предназначенные для размещения посевов яровых, пропашных культур или черных паров. Зона отложения снежных шлейфов зависит от конструкции лесных полос [4]. Около продуваемых она равна 10, около непротивляемых 5 высотам. Промежуточное положение занимают лесополосы ажурной и ажурно-продуваемой конструкции. Вне зоны снежных шлейфов, на расстояниях выше 5—10 высот лесополос, размещают полосы, которые используют под почвозащитные севообороты с большим насыщением многолетними травами, озимыми культурами. На них проводят зяблевую обработку с сохранением стерни или создают специальные замульчированные полосы, устойчивые к смыву.

Механизм эрозии при таком способе размещения сельскохозяйственных культур и агрофонов следующий. В процессе таяния снега в первую очередь освобождается от него средняя часть межполосного пространства (почвозащитная полоса или мульчирующий агрофон). Талая вода, поступая из снежного

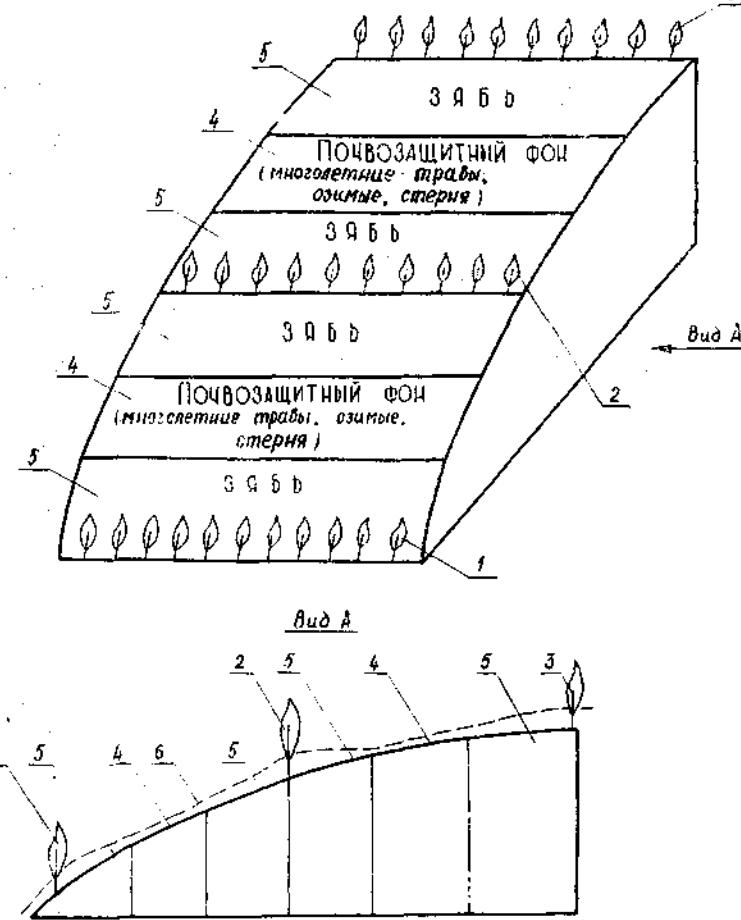


Рис. 1. Схема крупнополосного размещения сельскохозяйственных культур в системе контурных лесных полос

шлейфа, примыкающего к нижней опушке приводораздельной лесополосы 3, на почвозащитную полосу 4, вообще не производит на ней смыва или он резко уменьшается. Здесь даже наблюдается колматаж мелкозема. Пройдя через эту полосу, вода поступает на участок с отвальной зябью 5, в зону снежного шлейфа, образованного нижележащей стокорегулирующей

лесополосой 2. Здесь под снегом она также не производит смыва, а в снеге имеет место кольматаж мелкозема, принесенного сверху. Вода в значительной степени или полностью осветляется. В этой части и в лесной полосе водопоглощение повышенное, что способствует сокращению стока. Аналогичная картина наблюдается и на нижележащей части склона между стокорегулирующей и прибалочной лесополосами.

Полосное размещение сельскохозяйственных культур в системе лесных полос обеспечивает снижение смыва почвы в 2—3 раза, а в отдельных случаях, в зависимости от условий формирования снежного покрова, позволяет предотвратить его полностью.

Таким образом, предложенный способ защиты почв от эрозии основан на сочетании известных приемов, направленных на решение одной задачи — уменьшение эрозии почв. При этом получается синергетический эффект, т. е. положительный эффект этого способа превышает сумму эффектов, получаемых от действия каждого приема в отдельности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Сурмач Г. П. Водорегулирующая и противоэрзационная роль насаждений.—М.: Лесн. пром-сть, 1971.—109 с.
2. Гаршинев Е. А., Зарудная Т. Я. Оценка приемов ускоренного повышения водопоглощения в молодых лесонасаждениях на типичных черноземах ЦЧО // Лесомелиорация склонов: Сб. науч. тр. ВНИАЛМИ.—Волгоград, 1985.—Вып. 3 (86).—С. 62—73.
3. Уваров В. М. Стокорегулирующая и противоэрзационная роль контурных лесных полос в лесостепи Западной Сибири // Лесомелиорация при контурном земледелии: Сб. науч. тр. ВНИАЛМИ.—Волгоград, 1988.—Вып. 1 (93).
4. Захаров В. В. Пути повышения продуктивности земель, мелиорируемых лесными полосами: Автореф. дис... докт. с.-х. наук: 06.01.01.—Горький, 1977.—24 с.
5. Борец В. П. Водорегулирующая и противоэрзационная роль лесных насаждений на серых лесных почвах юга Нечерноземья // Лесомелиорация склонов: Сб. науч. тр. ВНИАЛМИ.—Волгоград, 1985.—Вып. 3 (86).—С. 125—132.
6. Грызлов Е. В. Эффективность полосного земледелия // Сельское хоз-во России.—1977.—№ 8.—С. 27—30.
7. Скородумов А. С. Земледелие на склонах.—Киев: Урожай, 1970.—428 с.
8. Шикула Н. К. Борьба с эрозией и земледелие на склонах.—Донецк: Донбасс, 1968.
9. Зайцев В. Н. Преимущества полосного земледелия // Зерновое хоз-во.—1975.—№ 10.
10. Медведев И. В. Противоэрзационная роль полосного раз-

мешения сельскохозяйственных культур на склонах // Науч.-техн. бюл. по проблеме «Зашита почв от эрозии».—Курск, 1980.—Вып. 1 (24).—80.—С. 21—26.

11. Медведев В. И. Полосные посевы на склонах // Науч.-техн. бюл. по земледелию и защите почв от эрозии.—Курск, 1980.—Вып. 4 (27).—80.—С. 77—82.

12. Заславский М. Н., Ларионов Т. А. Разработка систем противоэрзационных мер // Эрозионные процессы.—М.: Мысль, 1984.—С. 74—84.

13. Барабанов А. Т. Расчет теоретических кривых вероятности превышения поверхностного стока талых вод и характеристика его в Поволжье и на Северном Кавказе // Лесомелиорация склонов: Сб. науч. тр. ВНИАЛМИ.—Волгоград, 1985.—Вып. 3 (86).—С. 74—81.

14. Барабанов А. Т., Гаршинев Е. А. Оценка поверхностного стока в степных и лесостепных районах РСФСР, Украины и Белоруссии // Почвозащитная лесомелиорация: Науч.-техн. бюл. ВНИАЛМИ.—Волгоград, 1987.—Вып. 2 (51).

15. Сурмач Г. П., Барабанов А. Т. О противоэрзационной роли почвозащитного севооборота на серых лесных почвах в лесостепи // Эрозия почв и почвозащитное земледелие: Науч. тр. ВАСХНИЛ.—М.: Колос, 1975.—С. 174—176.

16. Барабанов А. Т., Тубольцев Е. Я., Ломакин М. М. Эффективность почвозащитных севооборотов на присетевых землях // Науч.-техн. бюл. по проблеме «Зашита почв от эрозии».—Курск, 1980.—Вып. 1 (24).—80.—С. 12—18.

17. Трегубов П. С., Брауде И. Д., Жилко В. В. Эрозия почв и борьба с ней в районах с преобладанием стока талых вод // Эрозия почв и борьба с ней / Под ред. В. Д. Панникова.—М.: Колос, 1980.—С. 97—125.

**ПРОТИВОЭРОЗИОННАЯ  
МЕЛИОРАЦИЯ — ЭРОЗИОВЕДЕНИЕ.  
О ПРЕДМЕТЕ НАУКИ**

**Г. П. СУРМАЧ.**

доктор сельскохозяйственных наук

В последнее время вместе с расширением и углублением исследований по эрозионной проблеме повысился интерес исследователей к самому предмету науки об эрозии — противоэрозионной мелиорации, появилось стремление уточнить понятие научной дисциплины, ее содержание. Как известно, для ее наименования как синонимы применялись и еще применяются термины «противоэрозионная мелиорация» [1], «противоэрозионная агролесомелиорация», «эроздия почв», «борьба с эрозией почв», «защита почв от эрозии» и др. Для обозначения эрозионных процессов геологического прошлого А. С. Козменко [2] применял термин «древняя эрозия», понимая под этим процессы рельефо- и лессообразования.

В последние десятилетия был введен термин «эроздиование». Его обоснованию много внимания уделили М. Н. Заславский [3] и Г. И. Швебс [4]. Касаясь предмета эрозиоведения, М. Н. Заславский пишет: «Эрозиование изучает причины и закономерности проявления эрозии почв, методы защиты почв от эрозии и мелиорации эродированных земель» (с. 24). Отсюда следует, что эрозиование занимается изучением тех же вопросов, что и противоэрозионная мелиорация. И хотя новый термин представляется более точным и емким, его применение не означает механического устранения других терминов, да это и невозможно.

М. Н. Заславский не включает в предмет эрозиоведения задачу рассмотрения древней эрозии, т. е. процессов рельефообразования, суживая тем самым содержание научной дисциплины. А. С. Козменко

[2], С. С. Соболев [5] и др., наряду с изучением современной эрозии, разрабатывали также общую теорию рельефообразования. В самом деле, трудно достаточно глубоко изучить и понять современные процессы эрозии, а следовательно, развитие природных ландшафтов, и прогнозировать их на перспективу, не уяснив развития в предшествующие эпохи.

Эрозия почв — это смык (снос) и размыв почв и почвогрунтов формирующимиися временными водными потоками, сопровождающиеся аккумуляцией мелкозёма, т. е. эрозионно-аккумулятивный процесс. Этот процесс имеет два аспекта: настоящий момент и долговременный. Эрозия почв проявляется и воспринимается как разрушительный процесс, происходящий в настоящее время. В историческом восприятии (на длительную ретроспективу и перспективу), как физико-географический процесс, протекающий во времени в изменяющихся биоклиматических и гидрологических условиях разных эпох, он дает другой эффект: результатом эрозионно-аккумулятивного процесса является преобразованный верхний слой литосферы — рыхлые лессовые породы и различные формы эрозионного рельефа, представляющие собой литогенную (гидрогеологическую) и геоморфологическую основу природных ландшафтов [6].

Представляется целесообразным применять для обозначения древней эрозии термин «палеэроздиование» (по аналогии с терминами «палеогеография», «палеоботаника» и др.). Это может в некоторой степени способствовать и преодолению существующей среди значительной части геоморфологов тенденции рассматривать рельефо- и лессообразование без участия склоновых эрозионно-аккумулятивных процессов.

М. Н. Заславский [3] и Г. И. Швебс [4] считают, что «эроздиование находится в стадии становления». Однако с этим трудно согласиться. Ведь наука об эрозии существует давно (лишь под другими наименованиями). Введение нового термина и восстановление (а также уточнение) ряда терминов, которые ранее использовались и применяются в настоящее время в научной литературе, но отсутствуют в официальных документах (значительная работа в этом отношении выполнена М. Н. Заславским), вовсе не означает формирования заново, становления научной дисциплины. Тем более что ни теоретические предпосылки,

ни установленные ранее закономерности в части формирования поверхностного стока и смыва (формирования иносов); ни оценки противоэрозионных приемов, ни основы построения комплексов противоэрозионных мероприятий в последнее время не подверглись ревизии, не претерпели изменений. Но даже в случае достижения новых важных результатов в области противоэрозионной мелиорации или появления новых методов, знаменующих собой более высокий уровень научных исследований, позволяющих значительно повысить эффективность системы противоэрозионной защиты, это не означало бы становления ( заново) данной научной дисциплины, а лишь свидетельствовало о ее дальнейшем развитии.

Г. И. Швебс [4] считает, что эрозиоведение «в 70-е годы XX в. начало формироваться как новое направление..., входящее составной частью в науку об охране природы и рациональном использовании природных ресурсов».

Представляется неправомерным рассматривать эрозиоведение как составную часть еще только формирующейся науки об охране природы — экологии. Как отмечалось, в ходе рельефо- и лессообразования сформировались литогенная (гидрогеологическая) и геоморфологическая основы природных ландшафтов и сами лесостепные и степные ландшафты. Следовательно, эрозиоведение как наука является базисной для экологии, как, впрочем, и почвоведение, ботаника, физика, химия, зоология и др. Экология, будучи «надстроенной» наукой, не может включать в свой состав базисные науки; она лишь опирается на научные положения и выводы этих наук для обоснования своих выводов, заключений.

Остановимся еще на одной интерпретации предмета эрозиоведения — противоэрозионной агролесомелиорации. В. М. Ивонин [7] под предметом противоэрозионной агролесомелиорации понимает «противоэрозионную инженерно-биологическую систему (ПИБС) водосбора, составляющими элементами которой являются защитные лесные насаждения (ЗЛН), противоэрозионные гидroteхнические сооружения (ПГТС), фитоформы травянистой растительности (ФТР) и агротехнические почвозащитные приемы (технологии) возделывания сельскохозяйственных культур (АП)» (с. 14—15) или «систему, устанав-

ливающую целостность множества инженерных и биологических элементов...». При этом главенствующая роль в системе отводится защитным лесным насаждениям при следующем расположении составляющих элементов в порядке их значимости: защитные лесонасаждения, гидroteхнические сооружения, травянистая растительность, почвозащитные агротехнические приемы. Они рассматриваются как неделимые составляющие элементы, из них первые два характеризуются в качестве «основных», а вторые — «резервных». Однако основным качеством всякой системы является иерархичность — ее способность разделяться на подсистемы и, в свою очередь, входить в системы высшего порядка. В действительности вышеуказанные элементы (защитные лесонасаждения, агротехнические приемы и др.) являются подсистемами (системами второго порядка) противоэрозионной (инженерно-биологической) системы. Очевидно, что почвозащитная роль приемов агротехники и севооборотов в данном случае сильно занижена. Сделанный В. М. Ивониным системный анализ нельзя признать удачным.

Что касается теории противоэрозионной агролесомелиорации, то она в данной статье не развивается, за исключением вопроса определения расстояний между лесными полосами (хотя расчетный метод не доведен до состояния, при котором его можно было бы практически использовать). Теория противоэрозионной мелиорации (агролесомелиорации), или эрозиоведения, предполагает научное обоснование закономерностей по основным вопросам этой научной дисциплины: инфильтрационной способности почв склонов в летний и зимне-весенний периоды; формирования стока ливневых и талых вод и смыва почв на различных сельскохозяйственных угодьях; изучения процессов оврагообразования; плодородия эродированных почв; картирования и учета эродированных земель; водорегулирующей и почвозащитной роли различных агротехнических приемов, сельскохозяйственных культур и многолетних трав, особенностей их возделывания на эродированных почвах; ветроломной, снегораспределительной, водорегулирующей, противоэрозионной и общей гидрологической роли лесных полос и других насаждений; места и роли различных гидroteхнических сооружений и уст-

ностей в составе противоэрозионных комплексов; противоэрозионной организации территории и размещения севооборотов; проектирования комплексов противоэрозионных мероприятий на расчетной основе и др.

В рассматриваемой же статье лишь обсуждается вопрос образования противоэрозионной (инженерно-биологической) системы и проводится системный анализ без характеристики мелиоративной эффективности элементов системы.

Но системный подход к исследованию противоэрозионных мероприятий — это лишь метод (методологический принцип), позволяющий достигнуть лучших результатов в познании сложных объектов. Очевидно, что В. М. Ивониным неправильно определен предмет противоэрозионной мелиорации (агролесомелиорации). Нет таких оснований считать, что в упомянутой статье им развита теория этой научной дисциплины.

На основании вышеизложенного можно заключить, что противоэрозионная мелиорация (эрзинование) является самостоятельной научной дисциплиной (а не частью науки об охране природы — экологии), изучающей эрозионные явления, причины и закономерности современных и древних (палеоэрзинование) процессов эрозии и разрабатывающей методы защиты почв от эрозии и мелиорации эродированных земель, комплексы почвозащитных мероприятий. Она сформировалась в 30—40-е годы текущего столетия. В это время А. С. Козменко и его сотрудниками были разработаны принципы противоэрозионной организации территории, обоснован и сформулирован комплекс противоэрозионных мероприятий с охватом всей водосборной площади [1, 8], был также опубликован ряд обобщающих работ других авторов. В 1949 г. появилось первое учебное пособие по противоэрозионной мелиорации — Н. И. Сус «Эрозия почвы и борьба с нею» [9]. Проводились широкая пропаганда и внедрение комплексов противоэрозионных мероприятий на землях колхозов и совхозов. Все это указывает на достаточную зрелость противоэрозионной мелиорации как научной дисциплины. В настоящее время нет оснований рассматривать предмет противоэрозионной мелиорации (эрзинование) как некую геосистему.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Приемы противоэрзинной мелиорации / А. С. Козменко, Я. В. Корлев, Г. А. Харитонов, А. Д. Ивановский.— Курск, 1937.— 163 с.
2. Козменко А. С. Основы противоэрзинной мелиорации.— М.: Сельхозгиз, 1954.— 424 с.
3. Заславский М. Н. Эрозинование.— М.: Высшая школа, 1983.— 320 с.
4. Швец Г. И. Теоретические основы эрозинования.— Киев: Вища школа, 1981.— 224 с.
5. Соболев С. С. Развитие эрозионных процессов на территории европейской части СССР и борьба с ними.— М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1948.— Т. 1.— 305 с.
6. Сурмач Г. П. Рельефообразование и эрозионные процессы в четвертичном периоде // Почвоведение.— 1978.— № 6.— С. 67—78.
7. Ивонин В. М. Теория агролесомелиорации водосборов // Лесомелиорация склонов.— Волгоград, 1985.— Вып. 3 (86).— С. 14—28.
8. Козменко А. С. Борьба с эрозией почв.— М.: Сельхозгиз, 1949.— 160 с.
9. Сус Н. И. Эрозия почвы и борьба с нею.— М.: Сельхозгиз, 1949.— 352 с.

## ВЛИЯНИЕ КОНТУРНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЛОС НА УВЛАЖНЕНИЕ СКЛОНОВ

В. М. УВАРОВ,  
кандидат сельскохозяйственных наук  
С. Г. КИРИЧЕНКО

В расчлененных районах Западной Сибири основным лимитирующим фактором, определяющим величину урожая сельскохозяйственных культур, является почвенная влага [1]. В связи с этим накопление и рациональное ее использование имеют здесь первостепенное значение в повышении производительности склоновых земель.

В данной статье рассматриваются особенности увлажнения почв на склонах в системе контурных лесных полос, составляющих основу противоэррозионных комплексов [2]. Исследования проводились в 1984—1986 гг. на контурно-мелиоративном стационаре в ОПХ им. В. В. Докучаева (АНИИЗиС), которое расположено в северо-восточной части Приобского плато Алтайского края и является типичным для данной местности.

Стационар занимает водосбор площадью около 2000 га и имеет законченную систему однорядных контурных лесных полос (кулис), совмещенных с водозадерживающими валами высотой 0,8—1,0 м. Возраст лесных полос 10—14 лет, защитная высота 6—12 м. Подробная характеристика стационара описана в работе [3].

Для исследования особенностей увлажнения склоновых земель в динамике и пространстве в системе контурных лесных полос в 1984 г. заложены опыты на склоне северо-западной экспозиции крутизной 3—4° и протяженностью 200—220 м. Постоянные точки наблюдений были в 10 м ниже лесных полос (2Н) и в центре межполосных полей (5Н). На склоне на расстоянии 64 м друг от друга расположены три лес-

ные полосы, главной особенностью которых является то, что трассы их совпадают с господствующим направлением метелевых ветров, проходящим с юго-запада на северо-восток. В связи с этим даже возле однорядных лесных полос накапливаются мощные (до 2 м) короткие (до 15 м) шлейфы снега.

Почва опытного участка — чернозем обыкновенный среднесуглинистый. Мощность гумусового горизонта 36—42 см, содержание гумуса 3,3—4,5%. Влажность почвы определялась термостатно-весовым методом в слое 0—100 см. Повторность опытов трехкратная.

Материалы трехлетних наблюдений (табл. 1) показали, что в начале вегетационного периода наиболее высокая влажность в зоне 2Н. По мере удаления от приводораздельной части к основанию склона она снижается. В течение лета влажность почвы на всем склоне заметно падает, но характер увлажнения сохраняется до осени. При этом разница в увлажнении на различных участках склона сокращается.

Следует отметить, что такой характер увлажнения коренным образом отличается от увлажнения необлесненных склонов, где влажность почвы обычно возрастает в нижних частях склонов [4]. Отмеченная особенность увлажнения объясняется, скорее всего, своеобразным характером снегоотложения.

Для исследования этого вопроса в 1984 г. на том же склоне, а в 1985—1986 гг. и на склоне юго-восточной экспозиции крутизной 1,5—3° изучался режим влажности почв в зависимости от характера снежного покрова.

В межполосных пространствах закладывали по два профиля — с мощным снежным шлейфом и без него. На склоне северо-западной экспозиции определения проводились в 10 и 32 м (в середине межполосного пространства) от лесополосы, юго-восточной — на всем межполосном пространстве: в верхней (в 5 м ниже лесной полосы), средней (в 32 м) и нижней (в 50 м ниже лесной полосы или 10 м выше следующей) частях.

Полученные данные (табл. 2) позволяют заключить, что мощные шлейфы снега у лесных полос улучшают режим влажности почв на межполосных участках. Однако если на склонах северо-западной экспозиции влияние снежных шлейфов распространяется

Таблица 2

Влияние снежных шлейфов на изменение запасов  
продуктивной влаги в метровом слое почвы

Часть межполосного пространства	1984 г.*			1985 г.*			1986 г.**		
	весна	середина лета	осень	весна	середина лета	весна	середина лета	осень	
Профиль 1, со снежным шлейфом									
Верхняя	256	217	182	223	147	21,9	14,5	16,2	
Средняя	200	180	164	197	140	24,1	14,5	13,5	
Нижняя	Не опред.	Не опред.	Не опред.	179	131	19,2	14,7	11,2	
Профиль 2, с равномерным распределением снега									
Верхняя	220	187	163	167	142	15,2	9,8	14,1	
Средняя	185	169	163	164	131	16,7	11,3	11,6	
Нижняя	Не опред.	Не опред.	Не опред.	171	123	18,5	14,5	12,6	

\* Влажность почвы в миллиметрах, \*\* в процентах.

почти на весь межполосный участок и сохраняется в течение вегетационного периода, то на склонах юго-западной экспозиции оно прослеживается только до середины межполосных пространств и заканчивается в первой половине лета.

Рассмотрим механизм снеготаяния и увлажнения склонов в зависимости от характера снежного покрова на примере опыта 1986 г. на межполосных пространствах склона северо-западной экспозиции с мощными (толщиной до 1,7 и протяженностью 12—13 м) шлейфами снега и без них (с равномерным отложением снега на всем пространстве слоем 24—33 см).

Как показали наблюдения, полное ставивание снежного покрова в межшлейфовой части и на участках с равномерным отложением снега произошло к 15 апреля. Из-под шлейфов на нижележащие участки талые воды стали поступать через 1—2 дня. Ставивание шлейфов продолжалось до мая. В свою очередь, почва межполосных участков, расположенных ниже шлейфов, уже к 16 апреля оттаяла на глубину 20—28 см. Поэтому талые воды из шлейфов полностью поглощались почвой нижележащих участков и непосредственно под шлейфами, где она в течение зимы промерзла всего на глубину 32—36 см (к 24 апреля она оттаяла на глубину 23 см, т. е. на 2/3 про-

Таблица 1

Особенности распределения почвенной влаги в системе контурных лесных полос  
в динамике и пространстве, %

Точки наблюдений	1984 г.			1985 г.			1986 г.		
	3,05	15,07	4,10	3,04	25,06	20,05	25,07	15,10	
Водораздел	23,1	22,2	12,4	20,2	18,6	Не опред.			
В 10 м ниже лесополосы (в 40 м от водораздела)	25,6	21,9	18,2	22,2	19,9	21,0	15,4	18,9	
В центре межполосного пространства (в 62 м от водораздела)	20,0	18,0	16,8	19,6	18,2	14,2	12,0	5,5	
В 10 м ниже лесополосы (в 105 м от водораздела)	23,4	20,9	17,4	21,8	20,3	18,2	14,3	9,6	
В центре межполосного пространства (в 125 м от водораздела)	19,4	15,8	14,4	17,1	16,3	15,1	12,7	8,8	
В 10 м ниже лесополосы (в 160 м от водораздела)	17,2	18,0	15,2	18,9	18,0	Не опред.			

мерзшего слоя). В первые дни водоотдачи из шлейфов (16—20 апреля) талые воды полностью поглощались на участке шириной 10—15 м ниже шлейфов, а в последующие, в связи с ежедневным увеличением глубины оттаивания почв, в среднем на 2—3 см зона увлажнения сокращалась и к 24 апреля составила 7—9, а к 28 апреля 4—5 м. Общая же зона увлажнения почв межполосных участков от снежных шлейфов (под шлейфами и ниже их) в первые дни ставания составляла 25—30 м (т. е. до середины межполосных участков), а затем постепенно снижалась до 6—10 м. При этом мощные снежные шлейфы служили как бы своеобразными «аккумуляторами» влаги, которые при ставании в течение 15—20 дней выделяли талые воды и увлажняли ими межполосные участки, в связи с чем почва здесь хорошо увлажнялась. Следовательно, сущность положительного влияния своеобразного снежного покрова в системе контурных лесных полос на увлажнение межполосных пространств заключается в отодвигании сроков начала и увеличении продолжительности ставания снежных шлейфов. В результате этого почва нижележащих участков, уже освободившаяся от снега и отаявшая на определенную глубину, полностью поглощает выделяющиеся из снежного шлейфа талые воды.

## ВЫВОДЫ

1. Склоновые земли в системе контурных лесных полос четко разделяются на зоны с различным увлажнением. Наиболее благоприятный режим влажности создается ниже лесных полос в зоне двух высот.

2. Влияние лесных полос на увлажнение склоновых земель проявляется через характер снегоотложения, выражющийся в отложении мощных снежных шлейфов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Каштанов А. Н. Защита почв от ветровой и водной эрозии.—М., 1974.—204 с.
2. Иванин В. М. Теория агролесомелиорации водосборов // Лесомелиорация склонов.—Волгоград, 1985.—С. 14—28.
3. Ткаченко В. Г. Эффективность освоения склоновых земель контурно-мелиоративным способом // Эффективность использования целинных земель Алтая.—Новосибирск, 1980.—С. 26—33.
4. Орлов А. Д. Эрозия и эрозионные земли Западной Сибири.—Новосибирск, 1983.—208 с.

## К ВОПРОСУ О КОНТУРНОМ РАЗМЕЩЕНИИ ЛЕСНЫХ ПОЛОС В СВЯЗИ С ЛОЖБИННОСТЬЮ СКЛОНОВ

Ю. В. БОНДАРЕНКО, В. Н. АНОПИН, В. А. КАЛУЖСКИЙ,  
кандидаты сельскохозяйственных наук

Одной из основных проблем мирового земледелия на современном этапе ведения сельскохозяйственного производства является защита почв от эрозии. Эффективная борьба с эрозией возможна лишь при системном подходе к решению этой проблемы. Причем комплексные меры борьбы должны осуществляться на территориях водосборных бассейнов, а не административных районов.

Со всей очевидностью возникает необходимость в качестве таких водосборов выделить бассейны малых рек. Лишь в этом случае будут решаться вопросы защиты почв от эрозии не только на водосборной площади овражно-балочных систем, но и во всей водоохранной зоне малых рек. Кроме того, будет проводиться целый ряд мероприятий по охране водных ресурсов речных бассейнов.

Разработка и внедрение комплекса мероприятий на водосборах средних и крупных рек затруднены организационно из-за многообразия физико-географических условий, разной степени освоенности и хозяйственной направленности антропогенной деятельности на них. Однако необходимость координации противоэрозионных и водоохраных мероприятий по бассейнам этих рек несомненна.

К настоящему времени достигнуты определенные успехи в развитии теоретических вопросов почвозащитного земледелия, внедрении Генеральных схем противоэрозионных мероприятий по республикам, краям и областям. Однако ряд советских ученых [1—3], исследуя природно-антропогенные ландшафты, отмечали вместо предполагаемого уменьшения

увеличение поверхностного стока и усиление водной эрозии почв, обусловленное отрицательным влиянием ошибочных способов организации территории, основанных на прямоугольном и прямолинейном размещении линейных рубежей — лесных полос, дорог, границ полей севооборотов. В Орловской обл., например, поперек линий стока размещено лишь 16,6%, вдоль — 41,7, под углом  $60^\circ$  — 16,7 и под углом  $30^\circ$  — 25% всех существующих лесных полос [4]. На Среднерусской возвышенности 32% лесных полос расположены вдоль линий стока, 19 — с отклонением на  $30^\circ$ , 11 — с отклонением на  $60^\circ$  и только 37% перпендикулярно к линиям стока [5].

Нерациональные способы размещения стокорегулирующих полос свойственны как отдельным районам, так и целым регионам страны. А между тем защитным лесным полосам, как наиболее долговременному линейному элементу, определяющему эффективность всех остальных мероприятий, должно быть удалено особое внимание при выборе способа организации территории.

В последние годы все больше ученых выступают за контурную организацию территории, наиболее согласующуюся с экологическими законами природы. Но наблюдается явный разрыв между рекомендациями эрозионедов и существующими проектами внутриважайственного землеустройства. И дело не только в том, что при выборе способа размещения линейных элементов и направления обработки почвы в качестве основных критериев выдвигаются удобства в проведении механизированных работ (исключение остаточных клиньев), но и в отсутствии единой методики контурного проектирования. В научных публикациях эти вопросы, как правило, рассматриваются на отдельных и далеко не самых сложных водосборах. Экстраполировать полученные на них данные на все многообразие водосборных бассейнов нельзя, и поэтому создание комплексных проектов с контурной организацией территории осуществляется с большим трудом и в очень незначительных масштабах.

Особенно затруднено составление этих проектов на небольших водосборных бассейнах с длиной склонов, позволяющей разместить на них всего одну-две защитные лесные полосы. А именно такие водосборы преобладают, например, на Среднерусской возвышен-

ности [5]. Высокая расчлененность небольших водосборов оврагами и балками создает дополнительные препятствия для правильного размещения на них контурных лесных полос из-за чрезвычайного усложнения конфигурации полей. Дополнительные трудности возникают из-за необходимости увязки проектируемых контурных и существующих прямолинейных лесных полос. Но наиболее сложным представляется проектирование лесных полос на склонах, изрезанных крупными ложбинами. В этих условиях линейные элементы противоэрзационного комплекса (насаждения в комплексе с гидротехническими сооружениями) или совсем не проектируются, или им отводится роль регулятора «остаточного», не задержанного на полях, поверхностного стока.

Гидрологическое обоснование при выборе способа размещения лесных полос или не делается совсем, или делается без учета ложбин на склоне. Между тем нагрузки на отдельные участки лесных полос при стоке талых и ливневых вод распределяются крайне неравномерно, в связи с чем эти насаждения зачастую не справляются с регулированием остаточного стока.

Гидрологическая нагрузка на отдельные участки лесных полос определяется водосборной площадью ложбин и величиной расчетного стока с них. Водосборная площадь ложбинных участков лесной полосы зависит от длины «рабочего участка» по тальвегу и углов ( $\phi$  и  $\phi'$ ) между линиями стока AB и BC и линиями местных водоразделов NM и N'M' (рис. 1). Длина «рабочего участка» определяется шириной ложбины и параметрами гидротехнического сооружения. Величину угла  $\phi$  можно установить по следующей зависимости:

$$\phi = \arctg \frac{\sin \beta}{\sin \alpha},$$

где  $\beta$ ,  $\alpha$  — соответственно крутизна общего склона и ложбины от линии местного водораздела к тальвегу, град. Аналогично определяется величина угла  $\phi'$ .

С учетом вышеизложенного можно определить водосборную площадь для любого участка лесной полосы. Расчеты на примере водосбора опытного стационара в ОПХ ВНИАЛМИ показывают, что водосборные площади участков лесных полос длиной 10 м

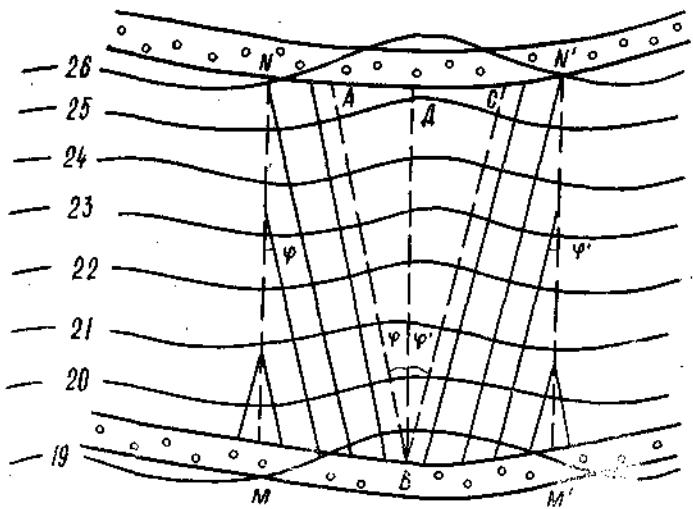


Рис. 1. Направление линий стока и площади водосбора для отдельных рубежей водопоглощения лесных полос на ложбинах (ОПХ ВНИАЛМИ)

изменяются от межложбинного водораздела к тальвегу в пределах 100—3600 м<sup>2</sup>. Уменьшение длины расчетных отрезков ведет к существенному увеличению водосборной площади на единицу длины полосы в донной части ложбины и снижению этого соотношения на водоразделе.

Таким образом, даже при сближенных (около 100 м) расстояниях между лесными полосами и небольшой глубине вреза ложбины водосборные площади ложбинной части полос в десятки раз превышают водосборы участков полос на межложбинных водоразделах. Увеличение расстояний между полосами будет приводить к повышению гидрологической нагрузки в основном на тальвеговых участках полос.

Выбор способа трассирования лесных полос необходимо вести с учетом вышеизложенного. Все многообразие способов размещения лесных полос можно свести к трем основным: прямолинейно-параллельному, контурно-параллельному и контурному [6].

Сравнительный анализ водосборных площадей донных участков лесных полос свидетельствует о том, что они мало изменяются при различных способах

размещения насаждений, так как вода (см. линии стока на рис. 1) к лесной полосе подходит уже сконцентрированным потоком. Наиболее характерно это для выровненной поверхности (озимые, травы, выровненная зябь). Эффективность же применения простейших гидротехнических сооружений по нижней опушке лесных полос и специальных агротехнических приемов может меняться в зависимости от способа трассирования полос.

Даже простое обвалование лесных полос, размещенных по горизонтам местности, позволяет распределить поступающую по ложбинам воду по всей длине лесных полос и значительно увеличить их водоудерживающую эффективность.

При контурно-параллельном размещении гидротехнические способы усиления лесных полос могут быть эффективны при глубине вреза ложбин не выше 0,5—0,7 м. В этом случае строительством мощных валов по ложбинам можно достичь увеличения площади затопления лесной полосы и на межложбинных участках. Строительство валов на ложбинах с большей глубиной вреза приводит к значительному увеличению рабочей высоты валов, удорожанию работ, снижению надежности гидротехнических сооружений, подтоплению большей площади полевой части ложбины выше лесной полосы.

Применение глубокой невыровненной и гребнистой вспашки, а также бороздования, полосного снегозадержания при таком размещении лесных полос, с одной стороны, может способствовать увеличению длины линий стока, а с другой — концентрации потока на дне ложбин. Напаша практически полностью изолирует межложбинные участки лесных полос от подтока воды сверху. Поэтому на склонах с крупными ложбинами лесные полосы в период стока чрезвычайно перегружены в их донной части и практически «не работают» на участках, прилегающих к микроводоразделам.

Таким образом, только контурное размещение лесных полос в комплексе с гидротехническими сооружениями может обеспечить их высокую гидрологическую и противоэрозионную эффективность.

При других способах организации территории необходимо шире внедрять мероприятия, препятствующие концентрации поверхностного стока и способст-

вующие увеличению длины «рабочих участков» лесной полосы; совершенствовать способы повышения водозадерживающей эффективности лесных полос и простейших гидротехнических сооружений на участках наибольшей гидрологической нагрузки — по дну ложбин; интенсифицировать разработку и внедрение в практику противоэрозионного земледелия приемов безопасного сброса излишков стока.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Погапенко Я. И. Мелиоративное земледелие — основа повышения урожайности сельскохозяйственных культур // Защита почв от эрозии.— М.: Колос, 1971.— С. 79—96.
2. Сурмач Г. П. Водная эрозия и борьба с ней.— Л.: Гидрометеоиздат, 1976.— 253 с.
3. Лопырев М. И., Петров Н. Г. Принципы оптимальной организации территории и закрепления границ полей и рабочих участков с помощью лесных полос // Проблемы и резервы контурного земледелия.— М.: Колос, 1982.
4. Бондаренко Ю. В., Калужский В. А. Противоэрозионная эффективность лесных полос на ложбинистых склонах // Проблемы сельскохозяйственной мелиорации в Поволжье: Науч. тр. Саратовск. СХИ.— Саратов, 1984.— С. 77—81.
5. Калиниченко Н. П. К обоснованию методики рационального размещения защитных лесных насаждений на водосборных бассейнах // Основы выращивания защитных насаждений на водосборных бассейнах малых рек: Сб. науч. тр. ВНИАЛМИ.— М., 1985.— С. 3—10.
6. Гаршинев Е. А. Размещение противоэрозионных насаждений при контурной организации территории // Проблемы и резервы контурного земледелия.— М.: Колос, 1982.— С. 87—98.

#### ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ СОЗДАНИЯ КОНТУРНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЛОС

В. И. АНТОНОВ,  
кандидат сельскохозяйственных наук

Специфическое влияние на сток контурных лесных полос предопределяет подходы и приемы их выращивания, обеспечивающие сравнительно быстрое и полное формирование противоэрозионного, гидрологического и общемелиоративного эффекта.

В течение 1982—1985 гг. проводили изучение перспективных способов создания полос, расположенных по горизонтальным. Опыт закладывался в к-зе «Красный Октябрь» Камышинского р-на Волгоградской обл. по следующим вариантам основной подготовки почвы: 1 — лесополоса создана по рекомендуемой в зоне технологии, 2 — как первый + щелевание почвы на глубину 60 см, 3 — как первый + глубокое рыхление на 80 см, 4 — лесополоса высажена по напашной террасе с земляным валом в нижней части, 5 — как первый + канава глубиной 1,5 м, шириной 0,8 м с валом по нижней опушке, 6 — как пятый + канава шириной 0,4 м, 7 — полевой контроль.

Исследовалась особенности стока, водного баланса периода снеготаяния, водного режима почв, роста лесных полос по известным методическим руководствам и пособиям [1, 2].

Почва по трассам лесных полос готовилась весной 1981 г., в течение лета паровалась, а следующей весной лесопосадочной машиной СШН-3 проводилась посадка лесных полос шириной 12 м с размещением деревьев 3×1 м. В качестве главной породы использовались гибриды вяза перистоветвистого селекции Н. В. Калининой. Кустарник — ирга круглолистная — высаживалась в верхнем ряду. Лесные полосы были размещены строго по горизонтальным, поэтому расстояние между ними варьировало от 145 до 180 м, т. е.

Таблица 1

Запасы воды в снеге перед снеготаянием, мм

Варианты опыта	1982 г.	1983 г.	1984 г.	1985 г.
1	18	24	18	108
2	20	29	19	113
3	19	27	22	107
4	21	27	22	94
5	—	22	14	106
6	—	—	20	111
7	19	19	17	65

Таблица 2

Влияние способов создания контурных лесных полос на сток

Варианты опыта	Склоновый сток, мм			Коэффициент стока		
	1982 г.	1983 г.	1985 г.	1982 г.	1983 г.	1985 г.
1	3	7	0	0,06	0,16	0
2	5	10	0	0,09	0,22	0
3	6	7	0	0,12	0,17	0
4	2	6	0	0,05	0,12	0
5	—	0	0	—	0	0
6	—	—	0	—	—	0
7	5	13	19	0,09	0,34	0,29

соответствовало оптимальным параметрам систем лесных полос для зоны каштановых почв [3].

До посадки лесных полос наибольшие запасы воды в снеге отмечены на террасах (табл. 1), на остальных участках существенной разницы не наблюдалось. После посадки лесных полос различия в запасах воды в снеговом покрове становятся более явными, но все же в малоснежные годы незначительно отличаются от полевого контроля. Контурные лесные полосы с первых лет выращивания влияют на снегонакопление на занятой ими площади и на ближайших приопушечных участках.

Получены интересные данные по влиянию молодых лесных полос на сток (табл. 2). Обычно стокорегулирующие особенности и водопоглощение изучались в достаточно сформировавшихся насаждениях (10—15 и более лет). Нами же эти вопросы исследовались в молодых лесных полосах.

Поверхностный сток 1982 г. начался одновременно на всех стоковых площадках 6 марта. Минимальная величина наблюдалась на стоковой площадке с напашной террасой (вариант 4). На полевой контролльной площадке сток составил 5 мм при коэффициенте 0,09. Максимальный сток отмечен на вариантах со щелеванием и глубоким рыхлением почвы, что может быть связано с засыпкой щелей, их переувлажнением и образованием в полостях ледяных монолитов в период оттепелей. В целом интенсивность стока была слабой. Смыг почвы оказался незначительным (5—22 кг/га).

Снеготаяние в 1983 г. началось 14-го, а сток 16 марта, и проходил он на всех площадках, за исключением участков с полосами, совмещенными с валом и канавой. Наибольший сток сформировался на контроле, значительно меньший (в 2,2 раза) на вариантах с напашными террасами. На остальных вариантах опыта сток также был меньше по сравнению с контролем. Щелевание и глубокое рыхление почвы не оказали влияния на снижение стока, что вполне возможно при частых оттепелях. С другой стороны, многократная культивация междуядий, проводимая в целях ухода за лесными полосами, способствовала засыпанию щелей, выполненных осенью 1981 г.

Слой водопоглощения на вариантах оказался неодинаковым. Большее количество талой воды поглощено на участках с каналами и валами, затем в порядке убывания на напашной террасе, на вариантах с рыхлением и щелеванием и менее всего на полевом контроле. Смыг почвы проходил только на полевых частях площадок, где составил 0,34 т/га, в лесополосе мелкозем полностью осаждался.

Весной 1984 г. сток на полях с контурными полосами отсутствовал.

Снеготаяние 1985 г. началось 18 марта, а сток 30-го. С полевого контроля стекло 19,0 мм талой воды, которая поглотилась полностью лесными полосами. Смыг почвы начался после освобождения от снега значительной части площадок (более 60%). Смыг извешенных наносов колебался от 0,23 до 0,26 т/га, а с учетом влекомых частиц достигал 1,35 т/га. Вынос мелкозема ниже лесных полос не отмечен.

Кроме наблюдений за стоком и смыгом, определяли водный режим почв и запасы влаги в почве

Таблица 3

Влияние способов создания контурных лесных полос  
на запасы влаги в полутораметровом слое почвы, мм

Варианты	1981 г.		1982 г.		1983 г.		1984 г.		1985 г.	
	осень	весна								
1	207	279	210	264	226	334	133	357		
2	250	356	317	352	245	383	158	419		
3	286	352	294	406	262	386	200	407		
4	274	426	284	401	191	384	163	273		
5	Не опр.		174	323	118	272	94	265		
6	Не опр.				157	317	168	367		
7	166	278	160	150	149	200	130	222		

(табл. 3). В засушливых условиях сухой степи поиски сравнительно дешевых и надежных способов улучшения водного режима в лесных насаждениях первых лет выращивания весьма актуальны.

Наблюдения осенью 1981 г. показали, что приемы, направленные на дополнительное влагозадержание, себя оправдывают. По сравнению с рекомендованной в зоне технологией (вариант 1) на участках со щелеванием, глубоким рыхлением, напашными террасами дополнительно накапливалось 43—79 мм влаги. Весной следующего года наивысшие запасы влаги в почве отмечались на напашных террасах, затем в порядке убывания при глубоком рыхлении и щелевании. Близкие данные получены на контрольных вариантах (1 и 7). Тенденция в содержании влаги в почве по вариантам сохранилась до конца лета и в следующие сроки наблюдений.

Приемы, рассчитанные на обеспечение дополнительного водопоглощения в контурных лесных полосах, оказались не вполне влагосберегающими в летний период — наблюдался процесс непродуктивного испарения. Это связано с увеличением испарительной площади за счет дополнительной поверхности валов, канав и террас. Например, площадь испарения в лесной полосе (по стоковой площадке) составляет 240 м<sup>2</sup>, при совмещении с узкой (0,4 м) канавой возрастает на 68 м<sup>2</sup>, а с широкой (0,8 м) — на 76 м<sup>2</sup>, или на 32%. На террасе площадь испарения повышается на 10—15 м<sup>2</sup>, или на 4—7%. Следовательно, не-

Таблица 4

Влияние способов подготовки почвы  
на рост контурных лесных полос

Варианты	Высота деревьев (числитель) и кустарников (знаменатель), см			
	1982 г.	1983 г.	1984 г.	1985 г.
1	63/28	142/44	188/53	248/52
2	62/25	147/38	191/56	246/61
3	60/25	176/49	186/53	235/48
4	62/20	147/44	185/48	234/40
5	Не опр.	164/50	183/53	269/57
6	Не опр.	Не опр.	194/64	281/63

обходимы дополнительные приемы, позволяющие снизить физическое испарение и потери влаги. Этого можно достичь путем мульчирования откосов и дна канав соломой, опилками, хворостом, различными наполнителями, укрытия верха канав на летний период противоиспарительными пленками, нанесения эмульсий.

Наибольшие прибавки влаги в почве отмечены на варианте с напашной террасой. Весной прибавки влаги по годам наблюдений составляли 80, 94, 85, 161 мм, т. е. около 1/2—1/4 годовой нормы осадков, что значительно больше, чем при рекомендуемой технологии. На варианте со щелеванием по сравнению с применяемой в зоне технологией подготовки почвы и полевым контролем прибавки влаги в слое 0—1,5 м в 1982 г. были в первом случае на 40 мм ниже, во втором на 30 мм выше, в 1983 г. в обоих случаях на 0,5—4 мм ниже, а в 1984 г. на 46 и 87 мм выше. Значительные превышения отмечены и в 1985 г. Усиление лесных полос валами и канавами также обеспечивало прибавки влаги в почве за холодную часть года, за исключением 1985 г. Узкая канава по сравнению с широкой весной 1984 г. способствовала увеличению влаги на 7, в 1985 г. на 26 мм. На полевом контроле эвапотранспирация была 79 мм, на участках лесной полосы, выращиваемой по рекомендуемой технологии, 102, в полосе с узкой канавой 110, со щелеванием 122, с рыхлением почвы 150 и на напашных террасах 190 мм.

Изучаемые варианты подготовки почвы по-разному влияли на рост контурных лесных полос (табл. 4). В год посадки существенных различий в высоте деревьев не наблюдалось. В следующем году лучше был прирост на участках с глубоким рыхлением и широкой канавой. В 1984 и 1985 гг. высота вяза оказалась наибольшей на варианте с узкой канавой. Диаметры деревьев на высоте 5 см от поверхности почвы в первый год были примерно одинаковы. К 1985 г. на всех изучаемых вариантах, кроме напашной террасы, они были больше, чем на контроле.

## ВЫВОДЫ

1. Молодые контурные лесные полосы незначительно увеличивают высоту снега на полях, но повышают в 2—2,5 раза снегонакопление под пологом.
2. Наибольшее снижение стока обеспечивают валы с канавами, а также напашные террасы. Для условий Нижнего Поволжья вполне пригодны узкие (до 0,4 м) канавы. В многоснежные зимы лесные полосы способствуют сокращению стока на 18—20 мм. Рыхление и щелевание между рядами полос не снижают сток, но способствуют лучшему увлажнению почвы.
3. Различные технологии подготовки почвы влияют на рост древесных пород. Лучший прирост по высоте и диаметру обеспечивают узкие канавы с валами.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Зыков И. Г., Иванин В. М., Бастраков Г. В. Разработка систем защитных насаждений в противоэрозионных комплексах (Методические указания).—Волгоград, 1978.—104 с.
2. Изучение водопоглощающего и противовоздушного влияния защитных лесных насаждений в комплексе с другими мероприятиями / Г. П. Сурмач, А. Т. Барабанов, Е. А. Гаршинев и др.—М., 1975.—96 с.
3. Иванин В. М., Зыков И. Г., Панов В. И. Предложения по оптимальным параметрам систем противоэрозионных лесных насаждений на склонах.—Волгоград, 1980.—24 с.

## О МЕРАХ БОРЬБЫ С ОВРАЖНОЙ ЭРОЗИЕЙ

А. Г. РОЖКОВ,  
доктор сельскохозяйственных наук

В последние десятилетия наукой накоплено значительное количество экспериментальных данных, характеризующих влияние смыва почвы на снижение почвенного плодородия и урожайности сельскохозяйственных культур, ухудшение водно-физических свойств почв, занятие водных источников и пойменных земель. Многие отрицательные последствия, вызываемые смывом почвы, присущи также овражной эрозии. Кроме того, оврагообразование приводит к сокращению площади сельскохозяйственных угодий, иссушению территории, образованию оползней, разрушению коммуникаций и сооружений, усложнению рельефа местности. В отличие от эродированных почв на площадях, занятых оврагами, полностью уничтожается растительный и почвенный покров, в результате чего эти земли исключаются из использования. Овраги образно называют «ранами земли». Эти длинные и глубокие «раны» контрастно выделяются на местности. Они расчленяют крупные поля на множество участков сложной конфигурации, неудобных для производительной работы сельскохозяйственных машин и орудий. Видимо, этим объясняется тот факт, что изучение эрозии и разработка мер борьбы с ней в мировой практике начинались обычно с работ по закреплению оврагов. В нашей стране, например, большинство статей и монографий по эрозии почв, опубликованных в конце прошлого и начале настоящего столетий, посвящались овражной эрозии. Первые практические работы по борьбе с эрозией, организованные государством в 1908—1916 гг., выполнялись только на оврагах специальными песчано-овражными партиями.

Планомерные исследования по борьбе с овражной

эрзий в стране фактически были начаты после революции специально созданными опытно-овражными станциями (Новосильской в Орловской обл. РСФСР и Придеснянской — в Черниговской обл. УССР).

На территории этих станций проводились стационарные исследования по выявлению особенностей формирования стока талых и ливневых вод, определению интенсивности смысла почвы и роста оврагов, выявлению роли гидротехнических сооружений и лесомелиоративных насаждений в закреплении оврагов и регулировании стока, решению ряда других вопросов по предупреждению смысла почв и оврагообразования.

Полевыми экспериментами, проведенными в довенский период, было подтверждено известное положение В. В. Докучаева о необходимости применения для борьбы со смытом почв и оврагообразованием комплекса противоэрзационных мероприятий.

Однако отдельные ученые впоследствии теоретически обосновали необходимость задержания всего стока талых и ливневых вод на пашне или на месте выпадения осадков\*. По их мнению, это позволяло одновременно избавиться от многих негативных последствий эрозии (прекратить смыт почвы, рост оврагов, заливание рек и водоемов и т. д.) и в то же время улучшить влагонакопление на полях, повысить урожайность возделываемых культур. Данная теоретическая концепция послужила основанием для резкого расширения исследований по разработке агротехнических и лесомелиоративных приемов, направленных на задержание стока талых и ливневых вод непосредственно на пашне, при одновременном сокращении исследований по овражной эрозии. Действительно, при задержании на пашне всего стока талых и ливневых вод опасность оврагообразования исключается и разработка специальных сооружений по закреплению оврагов отпадает, но вопрос о том, можно ли практически задержать сток любой вероятности превышения и нужно ли его задерживать, экспериментально оставался нерешенным. Следователь-

но, сокращение исследований по борьбе с размывом почв и оврагообразованием было недостаточно обосновано.

Многочисленные исследования, проведенные в послевоенный период в разных зонах страны, показали, что зарегулировать весь сток на пашне с помощью известных организационно-хозяйственных, агротехнических и лесомелиоративных приемов, входящих в противоэрзационный комплекс, можно лишь в отдельные маловодные годы и на ограниченной территории с незначительными уклонами местности.

Обобщение и анализ экспериментальных материалов по ряду пунктов страны, где осуществлен комплекс противоэрзационных мероприятий, убеждает в том, что на этих объектах действительно сокращаются сток воды, смыт почвы и интенсивность оврагообразования, а также повышается урожайность возделываемых культур и более рационально используется каждый гектар сельскохозяйственных угодий. Однако и на этих объектах задержать полностью сток талых вод не представляется возможным, особенно в средне- и многоводные годы. Это означает, что в такие годы стекающая по склонам вода неизбежно концентрируется в более крупные потоки, создавая при этом опасность размыва поверхности, образования новых и роста ранее сформировавшихся оврагов.

Например, в степной зоне в условиях Каменной степи на территории опытного хозяйства НИИСХ ЦЧП им. В. В. Докучаева, где создана система защитных лесонасаждений и постоянно на фоне высокой культуры земледелия применяются агротехнические противоэрзационные мероприятия на пашне, сток талых вод зарегулирован не полностью, что подтверждается данными наблюдений 1950—1970 гг. [1].

Средние величины стока, по обобщенным данным М. А. Шевченко и др. [1], в зависимости от процента лесистости территории составляют в маловодные годы 9,1—14,7 мм, в средневодные 16,5—29,3 и в многоводные 42,7—55,8 мм. Из 21 года, в течение которых проводился учет стока, лишь девять лет характеризовались незначительным стоком талых вод, а в остальные годы объем стока был вполне достаточным для проявления эрозионных процессов.

В степной части Куйбышевской обл. на территории Поволжской агролесомелиоративной опытной

\* Редколлегия не разделяет мнения автора о том, что недостаточное внимание овражной эрозии является следствием вывода отдельных ученых о необходимости применения комплекса почвозащитных мероприятий на водосборе.

станции, где также осуществлен комплекс организационно-хозяйственных, агротехнических и лесомелиоративных мероприятий, в средне- и многоводные годы сток талых вод с зяби достигает 10—14, а с уплотненной пашни 45—55 мм, и лишь в маловодные годы внедренный комплекс практически полностью предотвращает сток воды [2].

В условиях Молдавской ССР, где снежный покров неустойчив, средние величины стока талых вод за 1967—1970 гг., по нашим наблюдениям, составили с водосбора склонового оврага 20, донного 25,7 мм. Максимальная величина стока за эти годы равнялась 58,9 мм [3]. Средний вынос почвогрунта с водосборов склонового и донного оврагов составил соответственно 11,3 и 15,5 т/га в год. Причем основной вынос происходил за счет роста оврагов (табл. 1).

Из рассмотренных примеров следует, что в условиях степной зоны даже при осуществлении комплекса противоэрозионных мероприятий не представляется возможным полностью зарегулировать поверхностный сток на пашне, и, следовательно, здесь сохраняется постоянная опасность размыва почв и грунтов. Именно отсутствием технических возможностей предупреждения стока воды на пашне в средне- и многоводные годы в сочетании с изреженным травостоем на крутых склонах балок объясняется значительная интенсивность роста оврагов и новое оврагообразование в Белгородской, Воронежской, Ростовской, Волгоградской, Донецкой, Ворошиловградской и других областях степной зоны РСФСР и УССР.

В условиях лесостепной зоны на территории Новосильской агролесомелиоративной опытной станции им. А. С. Козменко, где внедрена противоэрозионная организация территории, создана система защитных лесонасаждений (лесистость территории 27%) и применяются агротехнические противоэрозионные приемы, сток талых вод с зяби составляет в маловодные годы (50%-ная вероятность превышения) 58 мм, а в средневодные годы (30%-ная) 70 мм. Со склоновых земель, занятых посевами озимых культур и многолетних трав, сток талых вод указанных вероятностей превышения соответственно равняется 72 и 100 мм [4]. В этой зоне, равно как и в лесной, практически ежегодно сток талых вод достигает очень высоких величин (по данным ГГИ, 80—100 мм), и, следова-

Таблица 1

Сток воды и вынос грунта из оврагов при снеготаянии в условиях Молдавской ССР

Показатели	Склоновый овраг			Донный овраг			единиц
	1967	1968	1969	1970	1971	1972	
Общий сток воды, м <sup>3</sup>	955	486	3984	42	1367	43717	19925
Вынос грунта, т:							
общий	17	49,7	249	0,3	79	3722	467
из оврага	17	49,7	114	0,3	45	—	467
средняя	18	123	63	7	—	85	25
максимальная	26	280	137	12	—	140	82
Сток воды с водосбора, мм	13,6	7,0	58,9	0,6	20	36,0	16,6
Вынос почвогрунта с 1 га водосбора, т	2,4	7,1	35,6	0,04	11,3	31,0	3,9
Расход воды, л/с:							
минимальный	—	0,02	0,1	0,01	—	—	0,4
максимальный	—	11,8	28,0	1,5	—	—	93
Прирост оврага в длину, м	0,46	0,24	0,30	—	0,53	0,61	0,82
Площадь водосбора склонового оврага, га	7	7	7	7	7	7	2,0
							1,4
							1,21

Таблица 2

Интенсивность роста оврагов  
в степной и лесостепной зонах страны

Пункт наблюдений	Годы учета	Число оврагов Среднегодовой прирост на одну вершину, м	Автор
Степная зона			
Куйбышевская обл.	1967—1973	80 0,81	А. Е. Миронова,
Приволжская воз- вышенность	1967—1977*	80 0,66	Л. Е. Сетупская [5]
Центрально-Тур- гайское плато	1968—1975	3 6,77	А. Е. Козлова [6]
Таджикская ССР	1975—1977	37 1,74	Х. М. Ахмедов [7]
	1976—1977	75 2,75	—»—
Молдавская ССР	1967—1970	88 0,83	А. Г. Рожков [3]
Лесостепная зона			
Новосибирская обл., Предтургайская наклонная равнина	1968—1975	2,3	А. Е. Козлова [6]
Молдавская ССР	1966—1970	83 1,07	А. Г. Рожков [3]
Курская обл.	1976—1980	105 0,25—1,51	С. С. Мясоедов [8]

\* Часть вершин активно растущих оврагов закреплена гидротехническими сооружениями в 1972—1973 гг.

следований по овражной эрозии и борьбе с нею. Эти исследования должны проводиться по трем специфическим направлениям.

В исследованиях по первому направлению должны разрабатываться вопросы предупреждения оврагообразования в различных природно-хозяйственных зонах и регионах страны. Для этого необходимо, во-первых, совершенствовать известные и разрабатывать новые приемы и технологии, позволяющие максимально задерживать сток талых и ливневых вод из пашне, во-вторых, разрабатывать приемы распыления концентрированных потоков воды на пашне и безопасного отвода незарегулированного стока воды на дно гидрографической сети и, в-третьих, изучать влияние и проводить оценку агротехнических,

тельно, постоянно существует опасность оврагообразования.

Разработанные противоэрзационные приемы (агротехнические и лесомелиоративные) в большинстве случаев сокращают сток талых вод на пашне от 10—15 до 20—40 мм.

Более радикально влияют на задержание стока гидротехнические противоэрзационные сооружения на пашне (валы-канавы и валы-террасы). Если они размещаются на всей водосборной площади, то овраги полностью прекращают рост. Однако валы-террасы и валы-канавы по разным причинам строятся в небольших количествах и на ограниченных площадях. Лишь в отдельных хозяйствах Донецкой, Запорожской, Николаевской и Ростовской обл. они внедрены на 10—15% склоновых земель.

Таким образом, простое сопоставление экспериментальных данных показывает, что между величинами стока талых и ливневых вод и объемами воды, задерживаемой в результате проведения известных агротехнических и лесомелиоративных противоэрзационных мероприятий, имеется существенное расхождение. Объем стока, как правило, бывает в несколько раз выше, особенно в лесной и лесостепной зонах.

Следовательно, для большинства холмистых территорий основных земледельческих зон страны в современный период опасность оврагообразования не устранена. Интенсивность роста оврагов сохраняется высокой (табл. 2), а их количество продолжает увеличиваться, что приводит ежегодно к разрушению десятков тысяч гектаров высокопродуктивных земель и исключению их из интенсивного использования.

Признавая огромную значимость комплекса организационно-хозяйственных, агротехнических и лесомелиоративных мероприятий на пашне в сокращении стока талых и ливневых вод, смыва и размыва почв, повышении урожайности возделываемых культур, необходимо отметить его явную недостаточность в пристановлении роста оврагов и предупреждении нового оврагообразования. Более того, противоэрзационные комплексы на пашне практически не обеспечивают мелиорацию миллионов гектаров земель, ранее разрушенных оврагами, и их возвращение в хозяйственное использование. Возникает необходимость в существенном расширении и углублении научных ис-

лесомелиоративных приемов и всех линейных рубежей на размыв почв и оврагообразование.

Второе направление предусматривает всестороннее изучение почвенных, геоботанических, геоморфологических, геологических и хозяйственных особенностей разрушенных оврагами земель, состояние и основные характеристики оврагов и их водоносов с целью обоснования критерии для выделения заовраженных площадей под различные сельскохозяйственные угодья (пашню, сенокос, пастбище, сад, лес и др.), разделения оврагов по способам мелиорации и закрепления (выполаживание и засыпка оврагов, обоснование типа сооружения для приостановления роста оврагов и т. п.). На основании материалов исследований должны разрабатываться новые типовые решения по закреплению оврагов и использованию разрушенных земель, а также совершенствоваться известные способы и технологии создания высокопродуктивных культурных сенокосов и пастбищ, плодовых и лесных насаждений на ранее разрушенных землях, технологии выполнаживания и засыпки разных типов и видов оврагов.

В последние десятилетия в стране значительно расширились научные исследования и технические разработки по данному направлению. Однако объемы научных исследований и внедрения остаются крайне недостаточными. Средства, выделяемые государством на борьбу с эрозией, в основном используются для строительства прудов, противоселевых и берегоукрепительных сооружений. Например, на Украине за 1968—1978 гг. на оврагоукрепительные сооружения затрачено лишь 44% средств, выделенных на гидротехнические противоэрзационные сооружения, а 50% — на берегоукрепительные работы. Существенное расширение исследований по данному направлению позволит в короткие сроки разработать для разных условий более совершенные способы освоения разрушенных земель, возвратить в интенсивный оборот примерно 3—5 млн га малопродуктивных площадей и получить с них большое количество ценной сельскохозяйственной продукции при одновременном резком сокращении ущерба от овражной эрозии.

По третьему направлению исследований следует изучать эффективность и надежность гидротехнических и лесомелиоративных мероприятий по закреп-

лению и приостановлению роста активно действующих донных и склоновых оврагов, которые по природно-хозяйственным условиям невозможно выплачивать или засыпать, а также разрабатывать более совершенные и экономичные новые типы и конструкции гидротехнических и оврагоукрепительных сооружений. В послевоенные годы разработан ряд новых технологий по строительству земляных сооружений (водозадерживающих валов, плотин-перемычек и др.), внедрение которых позволило закрепить несколько тысяч активно растущих крупных оврагов и сохранить тем самым тысячи гектаров плодородных земель. Однако в настоящее время исследования по разработке новых типов оврагоукрепительных сооружений и выявлению продолжительности срока службы и надежности сооружений практически не проводятся.

Расширение исследований по перечисленным направлениям обязательно должно сочетаться с изучением процесса оврагообразования, а также с систематическим и объективным учетом количества оврагов и площадей разрушаемых ими земель в различных природно-хозяйственных условиях. Поэтому возникает острая необходимость в разработке методики учета количества и площади оврагов и методики учета заовраженных земель. В настоящее время в стране ведется только учет площади оврагов. Но из-за отсутствия утвержденной единой методики учета данные по площади оврагов противоречивы. Например, площадь оврагов в РСФСР, по данным 1980 г., уменьшилась на сотни тысяч гектаров по сравнению с учетом 1975 г. По площади заовраженных земель, количеству оврагов, их состоянию (растущие, затухшие, закрепленные) и ряду других показателей учет не ведется, что не позволяет объективно определять интенсивность образования новых оврагов, площадь разрушающей пашни, количество оврагов, подлежащих закреплению или выполнаживанию. Без этих данных в конечном итоге невозможно выявить направленность процесса оврагообразования в современный период и темпы разрушения земель, а также рассчитать затраты средств на борьбу с оврагами.

Таким образом, овражная проблема, с одной стороны, должна решаться в тесной взаимосвязи с противоэрзационными мероприятиями, проводимыми на

водосборной площади, обычно занятой пашней. С другой стороны, многие аспекты овражной эрозии требуют специфических исследований и технологических разработок, ускоренное решение которых позволяет облагородить миллионы гектаров разрушенных земель, существенно повысить их продуктивность, защитить эти площади от деградации, а прилегающие к ним водоемы и реки от заилиения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Шевченко М. А., Петров Н. Г., Барышников В. Е. Роль прибалочных лесных полос в регулировании склонового стока // Мелиорация в условиях Черноземного Центра РСФСР.— Воронеж, 1978.— Т. 97.— С. 175—190.
2. Гидрологическая и противоэрозионная роль лесных насаждений / Г. П. Сурмач, Е. А. Гаршиев, В. И. Панов, А. В. Котов // Гидрологическая роль защитных лесных насаждений.— М., 1975.— С. 220—300.
3. Рожков А. Г. Борьба с оврагами.— М.: Колос, 1981.— 199 с.
4. Сурмач Г. П. Водная эрозия и борьба с ней.— Л.: Гидрометеоиздат, 1976.— 254 с.
5. Миронова Е. А., Сетунская Л. Е. Методика и результаты многолетних наблюдений за развитием оврагов в Поволжье.— Новосибирск: Наука, 1980.— С. 215—220.
6. Козлова А. Е. Количественная оценка процессов овражной эрозии методом тахеометрической съемки (на примере равнины Тургая).— Новосибирск: Наука, 1980.— С. 220—229.
7. Ахмедов Х. М. Изучение овражной эрозии в горных районах Таджикистана // Современные аспекты изучения эрозионных процессов.— Новосибирск, 1980.— С. 229—234.
8. Мясоедов С. С. О росте оврагов в длину в Курской области // Закономерности проявления эрозионных и русловых процессов в различных природных условиях.— М., 1981.— С. 218—219.

## РОЛЬ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ В ЗАЩИТЕ ОТ ЭРОЗИИ ЧЕРНОЗЕМОВ В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Е. В. ПОЛУЭКТОВ,  
кандидат сельскохозяйственных наук,  
Г. Б. МУЗЫЧЕНКО, С. Ф. СКРИПАНЕВ

Одним из основных компонентов почвозащитных систем земледелия являются лесные насаждения. Высокая эффективность лесных полос в условиях интенсивной водной эрозии проявляется при контурном их размещении, учитывающем конфигурацию рельефа. При этом улучшаются водно-физические свойства и структура верхнего слоя почвы лесной полосы, уменьшается глубина промерзания, колматируются продукты смыва, задерживается и поглощается сток талых и дождевых вод.

При сухом просенении североприазовского чернозема на межполосных полях, занятых озимой пшеницей, подсолнечником, многолетними травами, количество агрегатов более 1 мм в диаметре оказалось намного ниже, чем под лесными полосами. Однако количество водопрочных агрегатов на межполосных пространствах было значительно меньше, чем под лесными полосами (табл. 1). Наименее водопрочной оказалась структура почвы под лесной полосой пятилетнего возраста, где в первые три года проводили механизированные уходы.

По мере роста деревьев и накопления опада улучшается структура почвы, увеличивается ее порозность. Под 17-летней лесной полосой количество водопрочных агрегатов по сравнению с насаждениями 5- и 10-летнего возраста повысилось в 1,6 и 1,3 раза, увеличилась их механическая прочность—на разрушение одного агрегата затрачивалось 7,4 мл воды. Под 30-летней лесной полосой из дуба черешчатого,

Таблица 1  
Водно-физические свойства эродированных  
североприазовских черноземов

Угодье	Слой почвы, см	Количество агрегатов 1 мм, %	Содержание водопрочных агрегатов, %		Содержание водостойчивых агрегатов (по Вилленскому), мл	Механическая прочность, %
			по Бахчеву	по Адрианову, Качинскому		
5-летняя лесная полоса, подстилка 0,3 см	0—10	68,3	41,4	63,4	4,7	0,9
	10—20	71,4	43,4			
	20—30	73,3	45,6	57,7	5,1	1,6
10-летняя лесная полоса, подстилка 1,0 см	0—10	74,1	49,1	66,5	6,3	1,5
	10—20	84,0	50,6	68,3	6,5	1,1
	20—30	78,5	54,1	68,5	5,8	1,5
17-летняя лесная полоса, подстилка 2,0 см	0—10	78,9	74,0	81,3	9,3	0,6
	10—20	92,4	61,4	61,1	6,5	2,3
	20—30	91,0	70,0	68,5	6,5	2,3
30-летняя лесная полоса, подстилка 2,9 см	0—10	86,1	82,0	83,9	10,1	2,0
	10—20	90,7	76,2	61,8	37,5	2,0
	20—30	87,4	67,7	75,4	23,0	2,5
Подсолнечник	0—10	82,9	30,2	39,1	1,0	1,3
	10—20	87,3	32,5	51,0	1,3	0,6
	20—30	83,0	53,0	64,2	8,5	1,9
Озимая пшеница	0—10	84,2	54,0	42,5	3,4	1,2
	10—20	88,4	40,8	54,2	4,2	0,8
	20—30	89,6	43,6	41,5	3,8	1,7
Многолетние травы 3-го года	0—10	78,4	63,0	77,6	7,7	1,0
	10—20	78,3	64,0	60,9	3,6	1,2
	20—30	76,4	63,9	73,1	4,2	2,6
Целинный участок	0—10	78,1	71,2	97,5	10,0	1,8
	10—20	76,0	74,9	83,7	41,5	1,4
	20—30	87,2	84,4	87,8	29,5	2,1

ясения зеленого, скумпии количество водопрочных агрегатов в слое 0—30 см достигло в среднем 74,5%, на разрушение одного агрегата требовалось 23,5 мл воды, т. е. здесь почва близка к целинному участку.

Лесные полосы оказывают большое влияние на

водопроницаемость почв. Водопоглощение под пологом лесных полос в наибольшей степени зависит от величины объемной массы почвы в верхнем (0—30 см) слое, о чем свидетельствует высокий коэффициент парной корреляции, равный  $0,82 \pm 0,11$ . Заметно ниже связь с общей порозностью ( $0,57 \pm 0,15$ ) и количеством водопрочных агрегатов ( $0,62 \pm 0,14$ ). Значительно меньше водопроницаемость зависит от содержания гранулометрических фракций размером 1—5 мм и максимальной гигроскопичности.

Выявлена также высокая парная корреляционная зависимость между водопоглощением почвы под лесными полосами, возрастом насаждений и толщиной лесной подстилки ( $0,54 \pm 0,15$  и  $0,71 \pm 0,12$ ).

Водопроницаемость почв довольно динамична во времени и пространстве. Это вызвано механическим воздействием сельскохозяйственных машин на почву. По наблюдениям Павлова [1], объемная масса слоя 5—10 см южного чернозема в междурядье 7-летней лесной полосы составляет  $1,40 \text{ г}/\text{см}^3$ , а общая порозность 47%, в ряду — соответственно  $1,12 \text{ г}/\text{см}^3$  и 58%.

Аналогичные результаты получены нами на североприазовских черноземах в 5-летней лесной полосе — объемная масса в слое 10—20 см  $1,38 \text{ г}/\text{см}^3$ , общая порозность 48%, в ряду —  $0,99 \text{ г}/\text{см}^3$  и 58%. Через два года после прекращения уходов объемная масса почвы в междурядье снизилась до  $1,27$ — $1,32 \text{ г}/\text{см}^3$ , а общая порозность возросла до 51%. Установлено, что различия в водопоглощении в ряду и междурядье как на североприазовских, так и южных [2] черноземах сохраняются в первое десятилетие жизни лесных полос (табл. 2). По мере накопления лиственного опада, изменения физических и водно-физических свойств почв инфильтрация стабилизируется.

В лесных полосах почва промерзает на меньшую глубину, что увеличивает поглощение воды в период снеготаяния (табл. 3). Оттаивание почвы в лесной полосе происходит на 2—3, а иногда и более дней раньше, чем на открытых пространствах.

Исследованиями установлено, что задержание талых и дождевых вод лесными полосами во многом определяется их возрастом и расчлененностью склона ложбинами. Суммарное водопоглощение на спокойных склонах, защищенных лесными насаждениями 20—30-летнего возраста, расположенных по контуру, не

Таблица 2

**Водопроницаемость почв  
в ряду (числитель) и междуурядье (знаменатель)  
лесных полос разного возраста**

Возраст лесных насаждений, мощность лесной подстилки, крутизна склона	Водопроницаемость, мм/мин				
	за 1-й час	2-й	3-й	4-й	средняя за 4 ч.
5 лет, подстилки нет — перепашка, 1,5°	7,10 1,02	6,56 0,58	6,06 0,60	4,53 0,63	6,08 0,70
5 лет, 0,3 см, 6—7°	7,00 3,58	2,47 2,56	6,12 2,37	6,00 2,27	6,30 2,68
10 лет, 1,0 см, 5—6°	16,25 4,58	10,87 3,35	9,95 3,08	9,54 2,97	11,65 3,50
37 лет, 3,5 см, 4°	17,90 14,40	9,42 11,50	8,21 10,63	7,80 9,91	10,80 11,60

Таблица 3

**Водопроницаемость почвы в лесной полосе  
и на посевах люцерны в период снеготаяния**

Угодье	Дата определения	Толщина лесной подстилки, см	Глубина промерзания, см	Водопроницаемость, мм/мин		
				за 1-й час	2-й	средняя за 2 ч.
10-летняя лесная полоса	II.79	1,0	27	3,24	1,76	2,50
5-летняя лесная полоса	—	0	42	0,83	0,37	0,60
Люцерна 2-го года жизни	—	—	56	0,09	0,03	0,06
11-летняя лесная полоса	III.80	1,1	5	3,29	2,33	2,81
Люцерна 3-го года жизни	—	—	27	1,56	0,90	1,23
12-летняя лесная полоса	III.81	1,3	0	4,61	4,08	4,35
Люцерна 4-го года жизни	—	—	23	0,34	0,21	0,27

Таблица 4

**Сток талых и дождевых вод  
при различном противоэрозионном воздействии, мм**

Вариант	Годы и чередование культур						
	1978 15.VII	1979 2.II	1980	1981	1982	1983	
	зябь	люцерна	о. пшеница	зябь	о. пшеница	люцерна	
Сплошное размещение одной культуры (1-й контроль)	6,0	0	55,0	9,2	9,4	1,4	80,1
Контурно-полосное размещение культур	3,7	1,3	38,0	0	3,2	1,0	70,1
То же + спец-агротехники	3,3	1,0	18,0	0	0	0	50,1
То же + водорегулирующая лесная полоса	0	0	9,0	0	0	0	38,3
То же + валы-канавы в лесополосе	0	0	0	0	0	0	17,6
Сплошное размещение другой культуры (2-й контроль)	8,0	5,3	50,0	0	8,3	5,8	140,0

превышает 500—600 мм, что составляет 30—50% объема стока 10%-ной вероятности превышения.

Для задержания всего объема стока необходим почвозащитный комплекс, включающий, кроме лесных полос, противоэрозионную организацию территории, агротехнические приемы и гидротехнические сооружения. В зависимости от интенсивности проявления эрозии почвозащитный комплекс включает или полный набор противоэрозионных приемов и мероприятий (при стоке 60—100 мм), или состоит из 2—3 компонентов (при стоке 20—50 мм), что подтверждают экспериментальные данные, полученные в стационарном опыте НПО «Дон» (табл. 4). Его схема построена на основе последовательного усложнения от простых вариантов до почвозащитного комплекса. Почвозащитный эффект контурно-полосного разме-

щения сельскохозяйственных культур базируется на влиянии различных свойств подстилающей поверхности на впитывание, скорость стекания воды и др. Искусственно расчленяя эрозионную территорию, контурно-полосное размещение препятствует образованию больших водохранилищ, питающих опасные в эрозионном отношении потоки, и служит основой для наиболее эффективного осуществления других противоэрозионных мероприятий — посадки лесных полос, применения простейших гидротехнических сооружений и специальных агротехнических приемов.

Урожайность сельскохозяйственных культур в среднем за 1978—1985 гг. на контрольных вариантах составила 29,5 ц/га зерновых единиц, на варианте с контурно-полосным размещением культур 32,1 и заметно возросла на вариантах с лесными полосами — соответственно на 4,7 и 5,4 ц/га по отношению к контрольным вариантам.

На ложбинисто-потяжинных склонах сток поступает в лесные полосы в виде концентрированных потоков. Поэтому при пересечении ложбин лесной полосой, т. е. в местах наибольшей стоковой напряженности, предложено создавать лесогидротехнический комплекс, основную водопоглощающую и аккумулирующую роль в котором играют простейшие гидротехнические сооружения — валы, канавы, запруды. Для усиления водопоглощающей способности канавы заполняются органическим наполнителем.

Исследованиями, проведенными в 1979—1983 гг., установлено, что валы-канавы, созданные по нижней опушке 5-рядной белоакациевой прибалочной лесной полосы и заполненные соломой или стеблями подсолнечника, задержали и поглотили до 11—20 мм стока. За пределы гидрокомплекса стекало 0,8—3,8 мм талой воды. Площадь водохранилища ложбины при этом не превышала 0,7 га. При большей площади водохранилища (0,9—1,2 га) и глубине ложбины до 2,0 м насыпалась запруда высотой, обеспечивающей задержание стока 10%-ной вероятности превышения:

$$D = \frac{H_p}{tgi}$$

где  $H_p$  — расчетная (рабочая) высота вала,  
 $tgi$  — уклон местности.

В зоне прудка создавались канавы глубиной 0,7 м, что обеспечивало активную фильтрацию поступающих со стоком талых и дождевых вод. Такой лесогидротехнический комплекс позволил задержать максимальный за годы исследований сток слоем более 30 мм.

В 1980—1986 гг. изучались канавы-валы глубиной 0,6—1,2 м при сочетании с 5- и 3-рядными прибалочными лесными полосами. Канавы заполнялись соломой.

Как показали исследования, разложение органического материала в канаве сопровождалось значительным по сравнению с открытой поверхностью почвы повышением температуры. Так, зимой 1981 г. при температуре на поверхности почвы —19°С на дне канавы было +2° С, в 1982 г. соответственно —31° и +3° С. Положительная (+4,7°) температура на дне канавы отмечалась и в последующие годы при температуре на поверхности почвы до —29° С.

Значительная некапиллярная скважность наполнителя и постоянное талое дно канавы в течение холодного периода обеспечили высокую водопроницаемость — в пределах 1,96—10,72 мм/мин. В 3—40 раз выше (4,30—11,31 мм/мин), чем на посевах люцерны и зяби, величина водопоглощения на дне канавы была в летний период.

Наиболее высокая эффективность лесогидротехнического комплекса отмечена в 1985 г., когда слой стока талых вод составил 120 мм (5%-ная вероятность превышения). Скорость потоков талых вод по ложбинам достигала 1,5—2,0 м/с. Под полог лесной полосы поступило свыше 3000 мм талой воды. Однако созданные простейшие гидроизделия не были рассчитаны на задержание стока такого объема. Максимальное задержание (около 1500 мм) наблюдалось при размещении валов-канав на поле, где культуры располагались полосами и по нижней опушке 5-рядной лесной полосы. Трехрядная лесная полоса, усиленная валом-канавой глубиной 1,2 м, поглотила более 800 мм талых вод, т. е. около 30% поступившего стока. На варианте без лесной полосы вал-канава работала менее эффективно и поглотила до 500 мм.

Наблюдения за смылом почвы на поле показали, что при переходе потока воды через различные по-

лосы сельхозкультур резко менялась его мутность. При выходе с полосы зяби насыщенность стока почвенными частицами составляла 5,7—6,1 г/л, а при сплошном размещении зяби 20,0. После прохождения через полосу многолетних трав поток значительно очищался. Мутность воды перед лесополосой составила 0,5—0,6 г/л, а за ней уменьшалась до 0,1 г/л. Ниже по склону из-за частичного размыва земляных валиков в ряду насаждений мутность потока поднялась до 2,0 г/л. Мелкозем, вынесенный из-под полога лесополосы, оседал и задерживался валом-канавой. Мутность потока, отфильтрованного органическим заполнителем и прошедшего вал, составляла 0,02—0,06 г/л.

Создание простейших гидротехнических сооружений по нижней опушке лесных полос в местах пересечения их ложбинами не только снизило эрозионные процессы, но и улучшило рост деревьев, они были на 0,5—0,9 м выше контрольных. Урожай сена люцерны в зоне действия лесной полосы на вариантах с валами-канавами также был на 2,7—6,5 ц/га выше, чем на контроле.

На основании изложенного можно сделать следующие выводы.

Защитные лесные насаждения должны являться обязательным элементом противоэрэзионного комплекса. Мелиоративная роль лесных насаждений начинает проявляться с 5—8-летнего возраста. В лесных полосах до 30-летнего возраста заметно улучшается структура почвы, снижается объемная масса, увеличивается количество водопрочных агрегатов, резко возрастает водопроницаемость.

Защитные лесные насаждения, усиленные простейшими гидротехническими сооружениями — валами, канавами, запрудами, позволяют задержать сток расчетной вероятности превышения, улучшить условия произрастания древесных насаждений, повысить урожайность сельхозкультур.

## ЛИТЕРАТУРА

- Павлов В. М. Изучение противоэрэзионной роли прибалочных лесных полос Ростовской области и пути повышения их эффективности // Разработка методов лесоразведения в целях борьбы с засухой и эрозией почв.— Новочеркасск, 1970.— Т. XI, вып. 6.— С. 11—26.

2. Павлов В. М. Эрозия почв и роль прибалочных лесных полос в борьбе с ней // Повышение продуктивности и устойчивости лесных насаждений зоны степей Дона и Северного Кавказа.— Новочеркасск, 1969.— Т. XI, вып. 5.— С. 28—32.

3. Сурмач Г. П. Водорегулирующая и противоэрэзионная роль насаждений.— М.: Лесн. пром-сть, 1971.— 111 с.

4. Сурмач Г. П. Водная эрозия и борьба с ней.— Л.: Гидрометеоиздат, 1976.— 254 с.

Мощность снежного покрова в системе контурных лесных полос, см

## СТОКОРЕГУЛИРУЮЩАЯ И ПРОТИВОЭРОЗИОННАЯ РОЛЬ КОНТУРНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЛОС В ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

В. М. УВАРОВ,

кандидат сельскохозяйственных наук

Изучение стокорегулирующей и противоэррозионной роли контурных лесных полос проводилось в 1984—1986 гг. на контурно-мелiorативном стационаре в ОПХ им. В. В. Докучаева (АНИИЗиС). Характерной особенностью территории является интенсивное (0,9—2,0 км<sup>2</sup>/км<sup>2</sup>) расчленение рельефа, четкая ориентация гидрографической сети (большая часть долин и балок всех порядков имеет северо-восточное или юго-западное направление) и ярко выраженное направление метельных ветров с юго-запада на северо-восток. Контурно-мелiorативный стационар занимает водосбор площадью более двух тысяч гектаров и имеет законченную систему однорядных лесных полос (кулис), расположенных друг от друга через 50—65 м и совмещенные с простейшими гидротехническими сооружениями (водоотводящие валы и валы-канавы). Возраст лесных полос 10—14 лет, защитная высота 5—11 м.

Опыты закладывались на склоне северо-западной экспозиции крутизной 3—4°. Наблюдения за стоком проводились на комбинированных стоковых площадках, которые имели в нижней части водозадерживающие земляные валики с рабочей высотой 0,3—0,4 м. Основная обработка почвы на межполосных участках во все годы проводилась плоскорезами КПГ-250 на глубину 20—22 см.

Условия формирования стока талых вод были следующими. Увлажнение верхнего полуметрового слоя почв перед замерзанием составляло от 13—17% в лесных полосах до 15—19 на межполосных участках, 20-сантиметрового — еще выше.

Сроки наблюдений	Расстояние от лесных полос, м							
	вверх по склону			в лесных полосах	вниз по склону			
	20	10	5		5	10	20	30
5.03.1984 г.	21	20	24	152	115	53	22	19
1.03.1985 г.	30	47	90	175	195	156	34	32
2.03.1986 г.	45	47	70	136	171	147	48	33
В среднем за 3 года	32	38	62	154	160	120	35	28

Осадков во все зимы выпало несколько меньше нормы. Промерзание почв было очень неравномерным и во многом зависело от мощности снежного покрова: на участках со слоем снега менее 40 см — до 1,2—1,5 м, на участках с мощностью снежного покрова более 50 см — от 23 до 36 см. Период снеготаяния в 1984 и 1985 гг. был очень растянут. Весной 1986 г. потепление началось значительно позднее обычных сроков, но снеготаяние носило дружный характер.

В связи с тем, что на сток талых вод оказывает сильное влияние характер снегоотложения, рассмотрим его более подробно.

Исследования показали (табл. 1), что на склонах северо-западной и юго-восточной экспозиций при контурной организации территории у лесных полос формируются мощные снежные валы (сугробы), а на межполосном пространстве мощность снега значительно ниже. Причем такой характер снегоотложения сохраняется в течение всей зимы. В снежных валах к началу снеготаяния скапливается до 75—80% выпадающих за зиму осадков.

Характер снежного покрова показан на рис. 1, из которого видно, что большая часть мощных снежных валов (до 80—85%) располагается ниже лесных полос. Средняя их высота составляла в 1984 г. 50—53, в 1985 — 72—76, в 1986 — 69—71 см.

На первый взгляд, такой характер снежного покрова несет в себе предпосылки для проявления интенсивных процессов эрозии. Однако на самом деле, как будет показано ниже, снежные валы выполняют большую водорегулирующую роль.

Таблица 2

Элементы водного баланса в системе контурных лесных полос

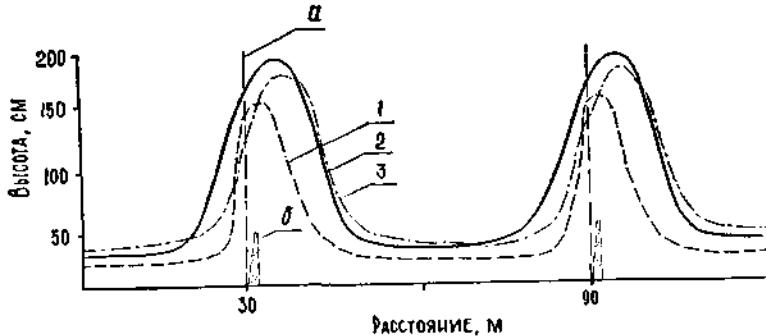


Рис. 1. Профили снежного покрова у лесной полосы (а), у водозадерживающего вала (б):  
1 — 5.03.1984 г., 2 — 1.03.1985 г., 3 — 1.03.1986 г.

Анализ элементов водного баланса (табл. 2, рис. 2, 3) показал, что запасы воды в снеге к началу снеготаяния составляли по вариантам от 107—116 мм в 1984 до 207—218 мм в 1985 и 177—197 мм в 1986 г., что свидетельствует об отсутствии выноса выпавшего снега за пределы облесенного склона. Некоторое увеличение запасов снеговой воды на площадках по сравнению с выпавшим количеством связано с частичным переносом сюда снега с прилегающего к склону необлесенного водосбора.

В условиях 1984 г. снеготаяние проходило при солнечной погоде, было постепенным и только на завершающей стадии интенсивным.

Сток на всех вариантах был небольшим. Контурные лесные полосы по сравнению с контролем способствовали небольшому снижению стока. Влияние их на сток талых вод осуществлялось главным образом через снежный покров. Смыг почвы был очень низким и составлял по вариантам от 0,1 до 0,14 т/га. Такой низкий смыг почвы, на наш взгляд, объясняется тем, что в марте сток талых вод проходил по мерзлой почве, устойчивой к разрушению, а в апреле он фильтровался через снежный шлейф. Кроме того, снижение смыга способствовали малые запасы воды в снеге в межшлейфовой части, откуда формируется сток, и полное поглощение почвой вод, образующихся при становании снежных валов.

В 1985 году характер снеготаяния и стока во многом был близок предыдущему году. Сток сформиро-

Вариант	Запасы воды в снеге, мм	Сток, мм	Инфильтрация и сублимация, мм	Коэф. стока	Смыг почвы, т/га
---------	-------------------------	----------	-------------------------------	-------------	------------------

## 1984 г.

Участок склона без лесных полос (контроль)	116	28	88	0,24	0,14
Межполосный участок + 1 ряд лесной полосы	107	22	85	0,20	0,12
Межполосный участок + 2 ряда лесной полосы	111	21	90	0,19	0,10

## 1985 г.

Участок склона без лесных полос (контроль)	207	6	201	0,03	0,05
Межполосный участок + 1 ряд лесной полосы	209	4	205	0,02	0,03
Межполосный участок + 2 ряда лесной полосы	218	5	213	0,02	0,01
Межполосный участок + 3 ряда лесной полосы	210	5	205	0,02	0,01

## 1986 г.

Участок склона без лесных полос (контроль)	197	53	144	0,27	0,05
Межполосный участок + 1 ряд лесной полосы	181	25	156	0,16	0,04
Межполосный участок + 2 ряда лесной полосы	197	26	171	0,14	0,02
Межполосный участок + 3 ряда лесной полосы	177	23	154	0,14	0,02

вался небольшой. Существенную роль в его снижении играли более мощные по сравнению с 1984 г. снежные валы, которые сохранялись до начала стока. Они поглощали поступающие талые воды в дневные часы и способствовали их полному переводу в почву ночью. В связи с очень низким стоком и своеобразным его характером смыг почвы в условиях 1985 г. был малый.

Иначе проходило снеготаяние весной 1986 г., когда весь март стояла холодная погода, а потепление началось только в апреле. При этом в первой декаде апреля дневная температура воздуха постоянно держалась около 0° (от  $-1,5$  до  $+1,5$ °), а во второй резко возросла (от  $+6\ldots+8$ ° в начале, до  $+14\ldots+16$ °

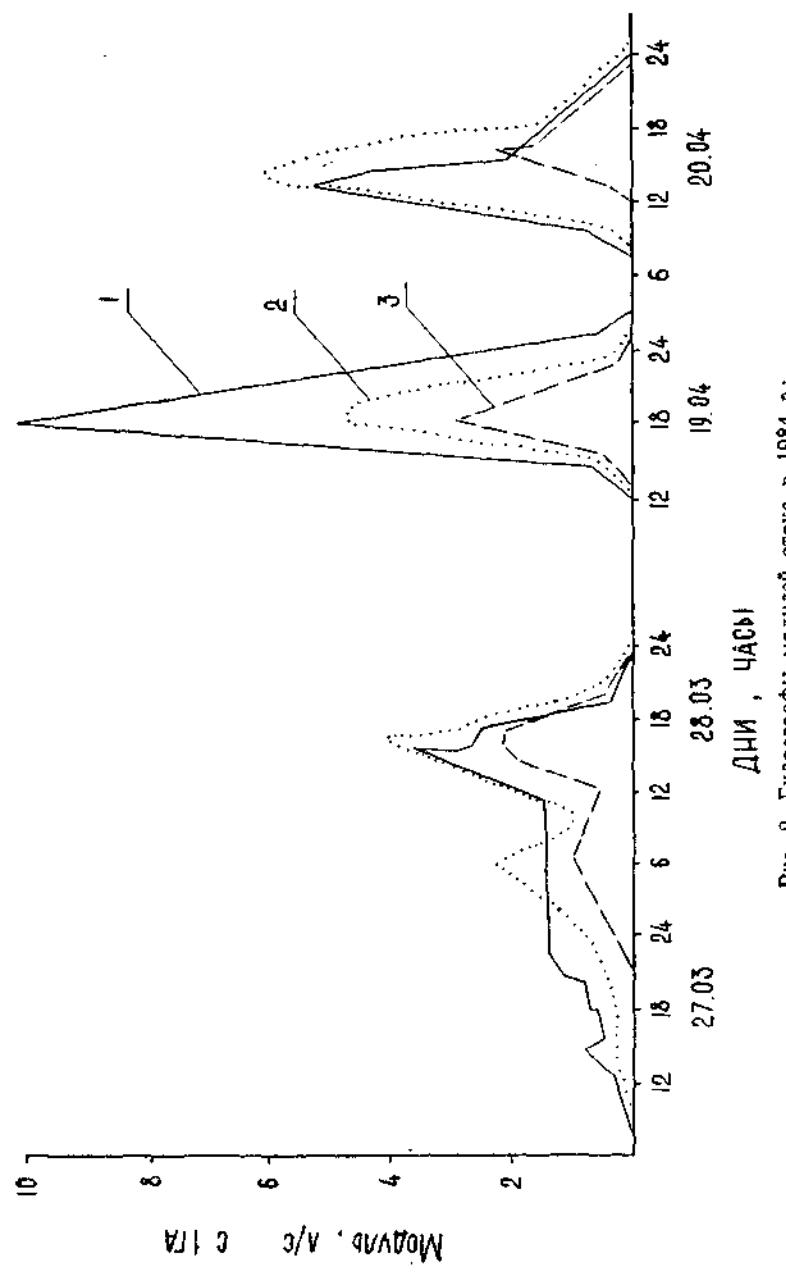


Рис. 2. Гидрографы модулей стока в 1984 г.:  
1 — контроль, 2 — межполосный участок+ЛП шириной 3 м, 3 — межполосный участок+ЛП шириной 6 м

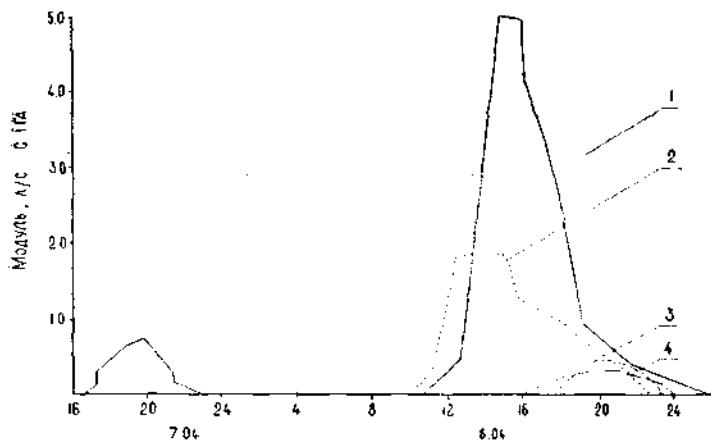


Рис. 3. Гидрографы модулей стока в 1985 г.:  
1—3 — то же, что и в 1984 г., 4 — межполосный участок+ЛП шириной 9 м

в середине декады). В этих условиях снежный покров в течение марта сохранялся почти без изменения, и только в первой декаде апреля началось его уплотнение и насыщение водой. Сток на всех вариантах появился 14 апреля и продолжался в течение двух суток. В связи с тем, что покрытие площадок снегом к началу стока, в отличие от прошлых лет, было хорошоим (70—95%), интенсивность и слой стока были значительно выше (см. табл. 2). Роль лесных полос в сокращении стока была высокая. Смык почвы в этих условиях не превышал 50 кг/га.

Таким образом, на склонах северо-западной экспозиции контурные лесные полосы в условиях лесостепной зоны Западной Сибири регулировали сток талых вод и смык почв главным образом через своеобразный снежный покров, который они формируют в виде мощных снежных валов. Причем с увеличением размеров снежных валов сток и смык снижаются. Ширина лесных полос на таких склонах существенной роли в регулировании стока и смыка почв не играла. Поверхностный сток талых вод здесь почти не сбрасывался в гидрографическую сеть, а только перераспределялся на склоне. Талые воды с межшлейфовой части поглощались почвой в зоне снежных валов.

## ЭРОЗИОННО-АККУМУЛЯТИВНЫЕ ПРОЦЕССЫ НА ВОДОСБОРАХ МАЛЫХ РЕК СРЕДНЕГО ДОНА

И. Г. ЗЫКОВ,

доктор сельскохозяйственных наук,

С. П. ПОМЕЩИКОВ

Защита малых рек от заиления и загрязнения является одной из важнейших задач охраны природы. Для успешного внедрения контурно-полосной системы земледелия на их водосборах и рационального размещения защитных лесных насаждений в сочетании с противоэрзационными гидroteхническими сооружениями на различных частях водосборных бассейнов необходимо знать основные формы балочных водосборов, долевое участие форм, их эрозионную пораженность.

Установлено, что через устья овражно-балочных систем (ОБС) поступает около 80—85% стока с водосборных бассейнов [1] и около 60% частиц диаметром более 0,01 мм, вызывающих заиление [2]. На Среднерусской возвышенности наиболее подвержены линейным размывам территории в бассейне Среднего Дона [1]. Здесь самая большая высота местного базиса эрозии — 90 м при средней длине склона 581,6 м, интенсивность оврагообразования в три раза выше, чем в целом по возвышенности. В Донском районе наиболее широко (62,5%) представлены балочные системы сильной степени пораженности оврагами. Площадь защитных насаждений составляет менее 4% речного водосбора.

Нами проведено изучение показателей эрозионной пораженности водосборов и ОБС на картах масштаба 1:25000 и в натуре на ключевых участках рек Тищенки (левобережье р. Дона), Куртлака и Крепкой (правобережье р. Дона). Общая площадь обследованных водосборов 101,8 тыс. га.

Бассейн р. Тищенки приурочен к юго-западной

части Приволжской возвышенности с пологоволнистым денудационным рельефом, который представлен слабохолмистой равниной с блюдцеобразными понижениями, расчлененной речной долиной, густой сетью балок и оврагов. Густота и глубина расчленения увеличиваются вверх по течению. В верховьях, где балки прорезают палеогеновые отложения, они имеют глубокий эрозионный врез, крутые склоны, остальная территория отличается пологими склонами, плоскими и широкими днищами. Интенсивность развития эрозии в различных частях бассейна неодинакова. Наиболее сильно эрозионным процессам подвержены ОБС в средней части реки. Большинство оврагов здесь имеют щелевидную форму, обрывистые откосы, задернованные на 50—60%, и растущие вершины. Встречаются также овраги корытообразной формы с задернованными откосами и вершиной. В нижней и верхней частях реки эрозионные процессы выражены слабо.

Территория водосборного бассейна р. Куртлака и ее притока р. Крепкой относится к Среднерусской возвышенности и расположена в пределах западной части Восточнодонской денудационно-тектонической гряды, поверхность которой представляет собой пологово-волнистую равнину, изрезанную гидрологической сетью, с общим уклоном в южном и юго-восточном направлениях. Основными элементами рельефа являются балочные водосборы со слабопологими, пологими и слабопокатыми склонами. Рельеф формируется на пермско-триасовых мергелях, пермских глинах и меловых песчано-опоковых породах. Большая же часть водосборов к юго-западу от линии р. п. Клетский — ст. Голубинская сложена палеогеновыми отложениями.

Большинство крупных ложбин, лощин и балок размыты или полностью по всему ложу, или в отдельных его частях. Линейные размывы формируются по дорогам, по границам продольных лесополос, в местах резкого изменения базиса эрозии.

Основное направление течения исследуемых рек с востока на запад. Поэтому водосборы ОБС, находящиеся на правом берегу, имеют южную, юго-западную и юго-восточную экспозиции, у водосборов правобережья основной является северная экспозиция, реже встречаются водосборы северо-восточной и се-

Таблица 1

Средние геоморфологические показатели водосборов ОБС

Река	Берег	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Горизонтальное проложение водосбора, км	Высота базиса эрозии, м	Уклон	Протяженность по-перенного склона, м
Тишанка	Левый	9,08	6,85	68,8	0,010	352
	Правый	8,01	5,10	73,7	0,017	332
Средние		8,50	5,90	71,5	0,014	341
	Левый	13,08	6,65	69,1	0,011	490
Куртлак	Правый	5,42	4,37	65,7	0,019	392
		8,85	5,39	67,2	0,015	436
Крепкая	Левый	14,98	6,28	70,2	0,012	767
	Правый	6,14	4,04	69,4	0,021	444
Средние		9,37	4,86	69,7	0,017	562
Средние по рекам	Левый	12,34	6,60	69,3	0,011	530
	Правый	6,45	4,45	69,6	0,019	395
	По обоим берегам	8,93	5,36	69,4	0,016	452

веро-западной экспозиций. Различия экспозиций, разная степень инсоляции, развития растительности и эрозионных процессов на освещенных и теневых склонах объясняют существенную разницу в расчленении водосборов ОБС левобережья и правобережья [3] (табл. 1, 2).

Расчленение балками и ложбинами водосборов правого берега южной экспозиции достигает 2,53 км/км<sup>2</sup>, оврагами и промонами 2,49; на левом берегу северной экспозиции соответственно 1,34 и 1,60 км/км<sup>2</sup>. Наименьшая расчлененность водосборов как древними, так и современными эрозионными формами отмечена на р. Тишанке.

Если густота эрозионных форм показывает общую протяженность на единицу площади, то плотность вершин оврагов дает представление о фронте размыва и возможности отчуждения новых территорий. Поэтому чем больше плотность вершин оврагов, тем более разрушена территория и менее пригодна для сельскохозяйственного использования [4]. Плотность вершин оврагов и промон правобережных водосбо-

Таблица 2

Показатели эрозионной пораженности водосборов и отражено-балочных систем

Река	Берег	ОБС					
		Пораженность оврагами и промонами водосборов					
Тишанка	Левый	0,72	0,26	0,53	0,85	0,37	7,84
	Правый	0,81	0,31	0,63	1,34	0,40	11,53
Средние		0,77	0,29	0,61	1,12	0,39	48,77
Куртлак	Левый	0,46	0,16	0,13	0,55	0,39	31,74
	Правый	1,23	1,05	1,57	3,36	4,62	13,43
Средние		0,89	0,65	0,93	2,10	10,41	30,58
Крепкая	Левый	1,5	0,58	0,31	0,22	0,61	7,82
	Правый	2,6	1,06	0,97	0,78	1,06	8,34
Средние		0,88	0,73	0,58	2,16	0,88	22,91
по рекам	Левый	48	0,58	0,24	0,31	0,90	4,66
	Правый	66	1,04	0,81	0,99	2,80	28,66
По обоим берегам		114	0,89	0,57	0,70	2,00	10,07
						11,35	11,35
						7,94	39,87
						8,80	30,48

Таблица 3

Группировка водосборов по степени опасности  
для заилиения русла и поймы рек

Группа опасности	Долевое участие водо-сборов рек, %			Всего
	Тишанки	Крепкой	Куртлака	
Для заилиения русла				
I опасная	11,4	8,8	7,0	27,2
II менее опасная	1,8	7,9	7,0	16,7
Для заилиения поймы				
III опасная	12,3	9,6	11,4	33,3
IV менее опасная	5,3	9,6	7,9	22,8

и четвертая группы) рек (табл. 3). Данную классификацию необходимо учитывать при разработке водоохранных систем на водосборах малых рек.

Выявлены наиболее характерные формы водосборов ОБС на малых реках Среднего Дона (рис. 1).

В качестве числовых характеристик формы водосбора ОБС можно использовать среднюю ширину водосбора  $B_{ср}$ , коэффициенты ширины  $\delta$  [6, 7] и формы  $\gamma$  [8] водосбора, которые связаны с площадью  $F$  и длиной  $L$  водосбора, измеренной по прямой линии от наиболее удаленной точки водораздела до некоторого условного, замыкающего данный частный бассейн створа, следующими зависимостями:

$$B_{ср} = \frac{F}{L}, \quad \delta = \frac{F}{L^2}, \quad \gamma = \frac{L}{\sqrt{F}}.$$

Коэффициент  $\gamma$  обратно пропорционален коэффициенту  $\delta$ :

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{\delta}},$$

ров выше в 3,1 раза. На правых берегах всех трех рек водосборы имеют меньшую площадь, примерно одинаковый базис эрозии, но заметно больший уклон тальвега. Увеличение уклона в среднем в 1,7 раза на водосборах южной экспозиции является одной из причин большей пораженности оврагами и промоинами водосборов правобережья (в 3 раза) и их овражно-балочных систем (в 2 раза), чем водосборов левобережья. Коэффициент напряженности оврагообразования (отношение современных форм линейной эрозии к древним формам) для водосборов южной экспозиции по отношению к северным оказался выше в среднем в 1,8 раза.

Нами проведена группировка обследованных водосборов по степени опасности для заилиения русла (по А. С. Козменко). К первой, наиболее опасной, группе А. С. Козменко относит большие сильно эродированные суходолы, примыкающие к устью непосредственно к руслу речной долины. Вынос грунта из таких суходолов (обычно в больших размерах) откладывается в русле в виде конуса и сужает его водный поток. Не менее опасной, но все же уступающей первой группе по размеру является группа коротких круто-доинных гидрографических стволов, размещенных по крутым и высокому берегу речной долины с устьем, так же, как и в первой, примыкающим к руслу долины. Выносы грунта из таких суходолов в силу меньших размеров могут и не образовывать конуса в устье, а откладываться ниже по руслу. К третьей группе нужно отнести гидрографические стволы такого же типа, как и в первой, но у которых выносы продуктов эрозии попадают не в русло, а откладываются в пойме, русло же отстоит от устья на большом расстоянии (более 100 м), достаточном для полного отложения в нем всех выносов из суходола. Четвертую группу составляют короткие боковые стволы, такие же, как у второй, но впадающие в пойму на далеком расстоянии от русла, как и стволы третьей группы. Местонахождение значительной части береговых перекатов (кос и побочней) довольно постоянно и расположено близко (1–2 км) от какого-нибудь эрозионного очага [5].

Водосборы ОБС этих четырех групп нами классифицированы на опасные и менее опасные для заилиения русла (первая и вторая группы) и поймы (третья

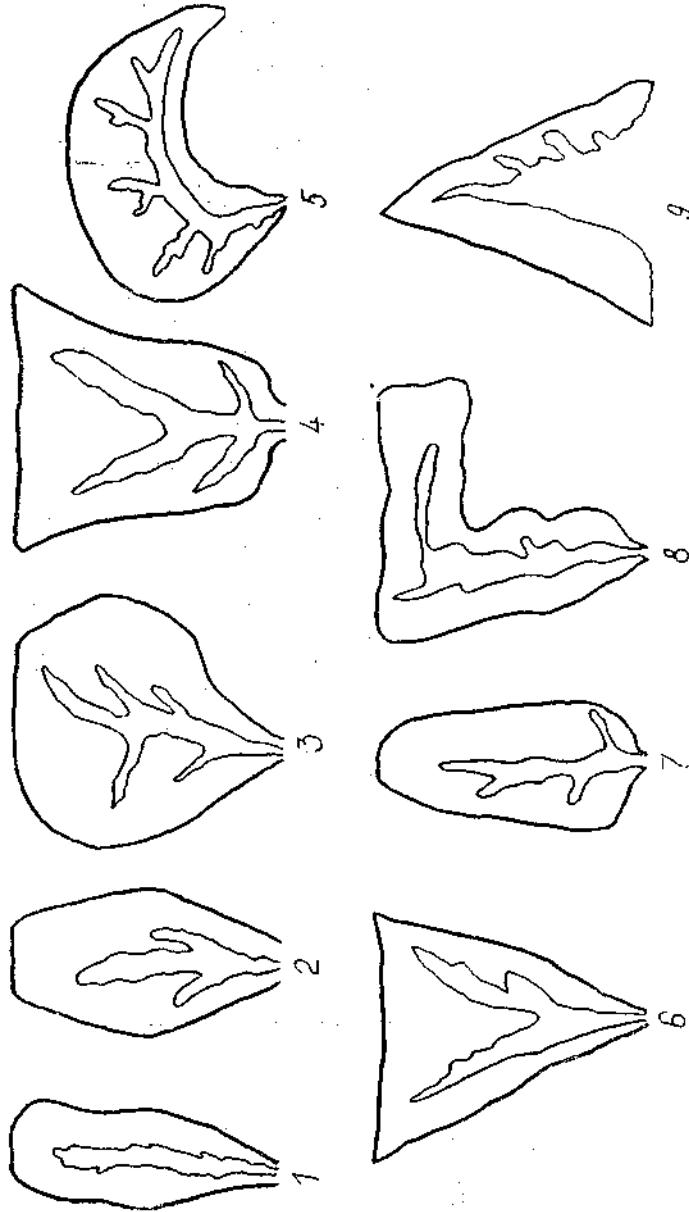


Рис. 1. Формы водохранилищ ОВС:  
1 — вытянутая; 2 — ромбовидная; 3 — булавовидная; 4 — кольевидная; 5 — чащевидная; 6 — обратнотреугольная; 7 — круглая; 8 — Г-образная; 9 — дугообразная;

но оба определяются площадью и длиной водосбора, поэтому за основную характеристику формы водосбора можно принять  $\delta$ .

Установлено, что водосбор наивысшей концентрации водотока должен иметь форму круга [7, 8]:

$$\delta = \frac{F}{L^2} = \frac{\pi L^2}{4L^2} = 0.78; \quad \gamma = 1.13$$

Так как водохранилища находятся в общей системе и сопрягаются друг с другом, то типовая фигура водосбора максимальной концентрации должна иметь форму квадрата, одной из вершин выходящего к устью. При этом

$$F = 0.5L^2; \quad \delta = \frac{F}{L^2} = 0.50; \quad \gamma = 1.41$$

Это и есть те соотношения, к которым приближаются в своем развитии эродированные водохранилища. Следовательно, водохранилища ОВС вытянутой формы, имеющие меньшие значения  $\delta$ , находятся на более ранней стадии развития. В процессе эрозионной разработки относительная ширина водохранилищ должна увеличиваться, приближаясь к 0,5 [7].

По рассчитанному коэффициенту  $\delta$  (табл. 4) к водохранилищам ОВС вытянутой формы нами отнесены вытянутые ( $\delta=0.17$ ), ромбовидные ( $\delta=0.21$ ), дугообразные ( $\delta=0.18$ ), кольевидные ( $\delta=0.27$ ), Г-образные ( $\delta=0.29$ ); к водохранилищам округлой формы — булавовидные ( $\delta=0.43$ ), чащевидные ( $\delta=0.39$ ), обратнотреугольные ( $\delta=0.37$ ). Среднее арифметическое значение  $\delta$  для 114 водохранилищ ОВС составляет 0,27. Для речных бассейнов средней полосы ЕТС это значение выше — 0,49 [7]. Из графика распределения водохранилищ ОВС малых рек Среднего Дона (рис. 2) следует, что наибольшее число водохранилищ имеют вытянутую форму с относительной шириной в интервале 0,2—0,3.

Таблица 4

Показатели формы и эрозионной пораженности водосборов ОБС

Форма водосбора	Коэффициенты опорожнения	Пораженность оврагами и промоинами					
		ОВС, $\text{km}^2/\text{km}^2$	водосборов	ОВС	обратнотреугольных	оврагов, $\text{km}/\text{km}^2$	промоин, $\text{km}/\text{km}^2$
Вытянутая Ромбовидная	0,85 0,93	0,17 0,21	2,57 2,23	0,90 0,79	0,68 0,63	2,22 2,42	0,60 0,63
Булавовидная	2,22	0,43	1,60	0,79	0,64	1,79	0,73
Чашевидная	2,09	0,39	1,63	0,53	0,18	0,81	0,37
Дугообразная	1,93	0,18	2,72	0,83	0,45	1,29	0,57
Обратнотреугольная	1,30	0,37	1,68	0,79	0,42	0,39	2,31
Копьевидная	1,79	0,27	1,97	0,64	0,29	0,17	1,39
Г-образная	1,87	0,29	1,98	0,44	0,44	0,27	1,68
Треугольная	0,19	0,08	3,51	1,30	1,30	1,15	6,50
Средние показатели: по вытянутым	1,17	0,20	2,42	0,89	0,63	0,83	2,03
по окружным	1,98	0,41	1,62	0,72	0,52	0,76	1,64

Рис. 2. Распределение водосборов ОБС по коэффициенту ширины  $\delta$ 

С учетом величины коэффициента  $\delta$  водосборы ОБС можно классифицировать как вытянутые ( $\delta < 0,4$ ), округлые ( $0,4 \leq \delta \leq 0,8$ ), широкие ( $\delta > 0,8$ ).

Вытянутые водосборы ОБС по сравнению с округлыми имеют большую эрозионную пораженность суходолов (расчлененность оврагами и плотность вершин выше в 1,3, овражность в 1,8 раза), пораженность оврагами их водосборной площади выше в среднем в 1,2 раза. Большее долевое участие (свыше 10%) имеют водосборы ОБС вытянутой, булавовидной и ромбовидной форм (табл. 5). Из этой группы наибольшие показатели эрозионной пораженности древними и современными линейными видами эрозии имеют водосборы ромбовидной формы. Плотность вершин оврагов и промоин на этих водосборах достигает 7,10 шт./ $\text{km}^2$ , в среднем 2,28 шт./ $\text{km}^2$  (см. табл. 4), а плотность вершин на ОБС в среднем составляет 31,7 шт./ $\text{km}^2$ . Среднее долевое участие (5—10%) имеют водосборы чашевидной, дугообразной, обратнотреугольной и копьевидной форм. Из

Таблица 5

Средние геоморфологические показатели  
водосборов ОБС разной формы

Форма водосбора	Долевое участие, %	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Горизонтальное положение водосбора, км	Высота базиса эрозии, м	Уклон	Протяженность поперечного склона, м
Вытянутая	28,9	4,49	5,23	70,9	0,016	313
Ромбовидная	16,7	4,57	4,76	66,5	0,017	400
Булавовидная	17,5	11,30	4,72	70,4	0,018	544
Чашевидная	9,6	11,59	5,40	67,4	0,013	648
Дугообразная	9,6	15,59	8,11	78,0	0,010	543
Обратнотреугольная	7,9	5,34	3,64	58,7	0,018	386
Копьевидная	6,1	13,73	6,70	68,5	0,011	696
Г-образная	2,7	18,04	8,04	81,5	0,014	717
Треугольная	0,9	0,46	2,38	65,5	0,028	150
Средние показатели:						
по вытянутым	64,6	7,63	5,80	71,0	0,014	421
по окружным	35,4	10,04	4,66	67,0	0,016	531

этой группы самые большие коэффициенты расчлененности и овражности как их самих, так и ОБС, имеют водосборы дугообразной формы. В этой же группе находятся водосборы чашевидной формы, имеющие самые низкие показатели расчлененности водосборов ( $0,18 \text{ км}/\text{км}^2$ ), овражности ( $0,11 \text{ га}/\text{км}^2$ ) и плотности вершин ( $0,81 \text{ шт.}/\text{км}^2$ ). Малую долю участия (менее 5%) составляют водосборы Г-образной и треугольной форм. Для Г-образной формы характерны большие величины площади водосбора ( $18,0 \text{ км}^2$ ), протяженности поперечного склона (717 м) и базиса эрозии (81,5 м).

## ВЫВОДЫ

1. Для малых рек Среднего Дона характерна асимметрия берегов. На правом берегу по сравнению с левым больше водосборов ОБС, их площадь, длина тальвега, протяженность поперечного склона меньше, но значительно большие уклоны тальвега (в среднем в 1,7 раза) и степень пораженности древней и современной эрозией.

2. По степени опасности для заложения русла реки наибольшее количество (33,3%) составляют большие:

сильноэродированные суходолы, продукты эрозии которых не попадают в русло, а отлагаются в пойме (III группа опасности); наименьшее (16,7%) — ОБС с короткими крутодонными стволами, примыкающие устьем непосредственно к руслу реки (II группа опасности).

3. При создании водоохранных систем на малых реках необходимо комплексное освоение водосборов овражно-балочных систем с учетом их формы. Наибольшую опасность для развития эрозионных процессов имеют водосборы вытянутой, ромбовидной и булавовидной форм, общее количество которых составляет 63,1% от всех типов водосборов.

4. Водосборы ОБС вытянутой формы ( $\delta < 0,4$ ) в силу незавершенности развития по сравнению с округлыми ( $0,4 < \delta < 0,8$ ) имеют большую (в 1,3 раза) расчлененность и пораженность площади их самих и овражно-балочных систем древней и современной эрозией.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Калиниченко Н. П., Зыков И. Г. Противоэрзационная лесомелиорация.—М.: Агропромиздат, 1986.—277 с.
2. Харитонов Г. А. Лесомелиорация водных угодий.—М.: Лесн. пром.-стъ, 1976.—168 с.
3. Щукин И. С. Общая геоморфология.—М.: Изд-во МГУ, 1960.—615 с.
4. Реймхе В. В. Эрозионные процессы в лесостепных ландшафтах Забайкалья.—Новосибирск: Наука, 1986.—120 с.
5. Козьменко А. С. Заложение речных водохранилищ и борьба с ним.—М.: Сельхозгиз, 1959.—168 с.
6. Огневский А. В. Гидрология суши.—М.: Сельхозгиз, 1952.—515 с.
7. Курдюмов Л. Д. Закономерности эрозионно-аккумулятивного процесса.—Л.: Гидрометеоиздат, 1977.—128 с.
8. Карттирование вероятностного стока рек (на примере Центрально-Черноземных областей) / Под ред. А. Г. Курдова.—Воронеж: Изд-во ВГУ, 1977.—188 с.

## МЕЛИОРАТИВНАЯ РОЛЬ УСТРОЙСТВА ТЕРРИТОРИИ И КОНТУРНЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ В УСЛОВИЯХ СОВМЕСТНОГО ПРОЯВЛЕНИЯ ВОДНОЙ И ВЕТРОВОЙ ЭРОЗИИ ПОЧВ НА СЕВЕРНОМ КАВКАЗЕ

А. Ю. РАКОВ,  
кандидат сельскохозяйственных наук

Особенностью эрозионных процессов на Северном Кавказе является совместное проявление водной и ветровой эрозии почв. Преобладающая здесь прямолинейная организация территории, ориентированная перпендикулярно господствующим ветрам, даже на склонах минимальной крутизны (до 1°) способствует формированию значительных искусственных водосборов [1] и интенсивному стоку воды.

В условиях совместного проявления водной и ветровой эрозии наиболее эффективна контурно-параллельная организация территории, при которой значительная часть осадков задерживается на месте их выпадения или безопасно сбрасывается. Однако рекомендуемые водорегулирующие (с кустарником) контурные лесные полосы размещают без учета воздействия на ветер. В результате ветрозащитный эффект их неудовлетворителен. При метелистых ветрах за водорегулирующими лесными полосами формируются мощные шлейфы снега, которые могут быть причиной сильного смыва и размыва почвы талыми водами.

На склонах разных экспозиций угол подхода вредоносных ветров к контурным лесным полосам варьирует от 0 до 90°. Соответственно меняется дальность действия контурных лесных полос на ветер и снегораспределение от 10 до 30 высот [2]. С учетом крутизны склона расстояния между насаждениями не должны заметно превышать дальность действия лесополос на ветер. Обобщенные показатели размещения контурных лесных полос в зависимости от крутизны склона и угла подхода ветра даны нами ранее [2, 3].

При контурно-параллельном размещении лесополос часть их имеет продольный уклон. Сток, формирующийся вдоль них, используют для орошения. Для этого в процессе обработки закрайкам и междуядьям контурных лесных полос придают профиль микротеррас, вдоль их рядов формируют валик. Сброс стекающей по междуядьям и закрайкам насаждений воды регулируют залужением и запрудами из соломы и других материалов. Располагая запруды выше или ниже бровки закраек лесополос и валика, осуществляют или безопасный сброс излишнего стока, или орошение нижерасположенных угодий, устойчивых к смыву, например, многолетних трав, лесных насаждений, хорошо развитых культур сплошного сева [4].

В результате такой системы мероприятий при контурной организации промоины глубиной до 30 см заравниваются, более глубокие — выполняются. По залуженным ложбинам сток можно сбрасывать, например, в водоем. В местах пересечения с ложбинами контурно-параллельные лесные полосы усиливают запрудами и кустарником.

На пашне и вдоль лесных полос в результате работы тракторов и сельскохозяйственных орудий формируется постоянно обновляемая сеть водозадерживающих запруд [5]. В начале закладки противоэррозионного стационара, где проводятся исследования, было до 25 промоин на 1 км контурного рубежа (лесные полосы). Через 7 лет их число уменьшилось до 3—5.

В условиях контурной организации территории с лесными полосами мощность аккумулированных насыпей в месте пересечения самой крупной ложбины с лесополосой составила 50—60 см. Поперечные профили ложбины вдоль контурных лесных полос стали более пологими. Дальнейший ее рост прекратился. Система контурных лесных полос расчленяет склон на ряд более мелких искусственных водосборов. Аккумуляции твердого стока и естественному заравниванию промоин способствовали также полосы многолетних трав. В результате на всем склоне произошла трансформация линейного стока преимущественно в плоскостной, что, в свою очередь, позволило уменьшить число полос из многолетних трав, заменив их на более продуктивные однолетние культуры. Выду-

Таблица 1

Изменение общих запасов влаги  
за осенне-весенний период 1985/86 г., мм (слой 0—300 мм)

Место определения	Осень	Весна	Баланс
Контурное поле без лесополос	555	555	0
Контурная лесополоса (ЛП)	336	537	+ 201
Вверх от ЛП, м:			
5	516	582	+ 66
20	524	534	+ 10
40	497	584	+ 87
Вниз от ЛП, м:			
5	585	596	+ 11
20	613	618	+ 5
40	638	636	- 2

Примечание. Осадки за период составили 155 мм.

вания почвы за 10 лет исследований не было, хотя скорость ветра достигала 20 м/с (весна 1984 г.).

В почвах стационара отмечена тенденция к формированию промывного типа водного режима. Значительное накопление влаги отмечалось там, где осенние запасы влаги были довольно низкими: под лесополосой и выше нее (табл. 1).

В слое почвогрунта 0—300 см происходит вымывание подвижных форм NPK вглубь, особенно азота (табл. 2). Под лесополосой наблюдается и аккумуляция подвижных форм азота. Содержание гумуса в верхних слоях падает вследствие его перемещения вглубь до 300 см, здесь оно достигает 1—1,3%.

Таким образом, контурная организация территории с лесными полосами в условиях совместного проявления водной и ветровой эрозии приводит в действие совокупность мощных мелиорирующих факторов: до минимальных размеров снижаются эрозионные процессы, улучшается водный режим пашни, мигрируют подвижные формы NPK и гумуса.

Если трудно изменить сложившуюся прямолинейную организацию территории, осуществляют ее устройство, обеспечивающее защиту почв от водной эрозии. Для этого определяют максимально возможный сток с конкретного искусственного водоосбора. Измеряют площадь залуженных и облесенных рабочих

Таблица 2

Среднемноголетние запасы подвижных форм NPK  
(весенние периоды 1983—1986 гг.), мг/кг

Слой почвогрунта, см	Место определения					
	лесополоса	I зона		II зона		Контурная организация без ЛП
		вверх от ЛП 0—15 м	вниз от ЛП 0—15 м	вверх от ЛП 15—40 м	вниз от ЛП 15—40 м	
<b>Азот</b>						
0—20	6,1	4,0	2,5	3,5	4,0	3,5
20—60	9,4	2,8	0,8	2,9	2,7	3,1
60—100	13,3	1,2	0,4	2,0	2,2	2,4
100—200	9,4	0,5	0,4	2,0	1,8	1,0
200—300	8,3	0,5	0,8	2,4	2,1	1,2
HCP <sub>0,05</sub>	11,2	2,1	2,0	2,0	2,0	1,9
<b>Фосфор</b>						
0—20	15	21	21	16	16	17
20—60	14	10	13	7	11	14
60—100	11	5	6	8	7	9
100—200	9	2	4	3	5	4
200—300	5	2	3	2	4	4
HCP <sub>0,05</sub>	5	3	6	3	3	3
<b>Калий</b>						
0—20	124	115	125	104	96	116
20—60	92	94	94	88	94	79
60—100	98	90	88	94	82	86
100—200	89	88	90	81	84	77
200—300	76	70	76	64	66	71
HCP <sub>0,05</sub>	45	24	13	31	15	29

участков, куда поступает сток для поглощения или безопасного его отвода [1]. Величину поглощенного стока определяют умножением площади рабочих участков на их водопоглощающую способность. По разнице между максимально возможным и поглощенным определяют объем незарегулированного стока. Затем устанавливают необходимую площадь дополнительных рабочих участков для полного поглощения стока или безопасного сброса его излишков [4, 6]. Площадь дополнительных рабочих участков увеличивают распылителями стока, запрудами, сбрасывая сток в насаждение и на залуженный участок.

Для примера рассмотрим один из вариантов уст-

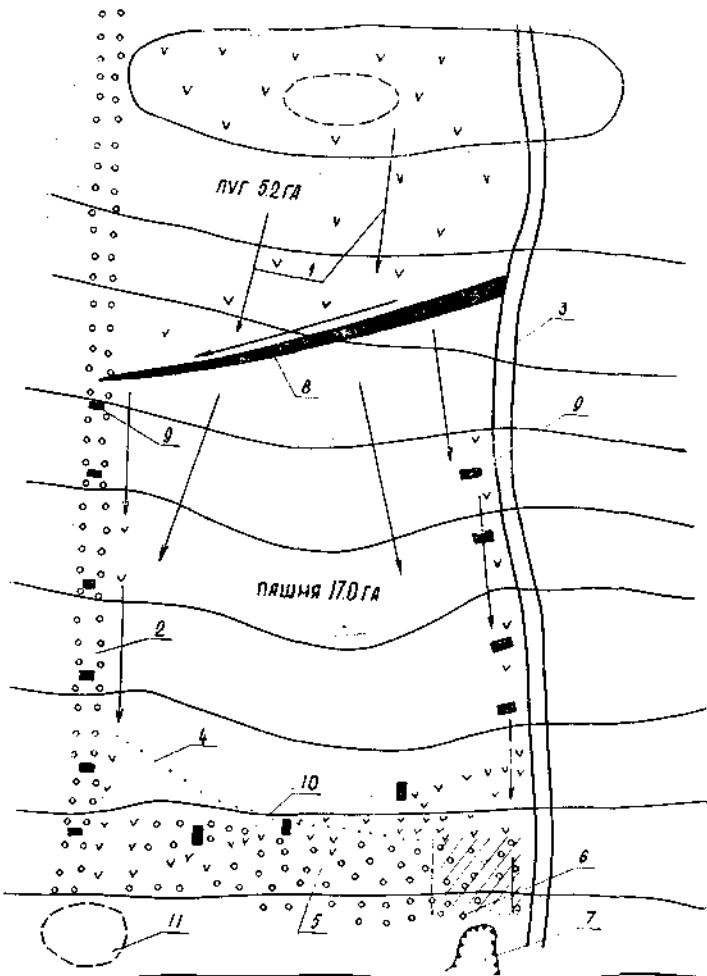


Рис. 1. Схема устройства территории для защиты почвы от водной эрозии

ройства территории, обеспечивающего защиту почв от водной эрозии (рис. 1).

До устройства территории вода объемом 1300 м<sup>3</sup> попадала с луга площадью 5,2 га на пашню (17,0 га), сток с которой достигал 4250 м<sup>3</sup>. Он концентрировался вдоль полезащитной лесной полосы 2 и дороги 3,

где образовались промоины. Вся вода объемом 5550 м<sup>3</sup> сбрасывалась вдоль наклонной границы 4 и насаждения 5 на участке 6, водопоглощение на котором не превышало 1200 м<sup>3</sup>, т. е. сток был зарегулирован лишь на 21,6%. Остальная часть воды сбрасывалась концентрированно, вызывая образование оврага 7.

Для противоэррозионного устройства территории сток 1 с луга противоэррозионным валом 8 направлен в лесополосу 2, где с помощью запруд 9 образована площадь рабочих участков 0,7 га. В результате весь сток с луга зарегулирован и используется для орошения насаждения.

Границу насаждения 4 изменили путем частичной его раскорчевки, образовав новую залуженную слабонаклонную границу 10. Образовавшиеся вдоль лесополосы и дороги промоины засыпали и тоже залужили. В результате общая площадь залуженных и облесенных рабочих участков составила 3,5 га с примерным объемом возможного поглощения воды 6800 м<sup>3</sup>, что превысило общий объем стока с пашни и луга на 1340 м<sup>3</sup>, т. е. весь сток оказался зарегулированным.

При невозможности изменить таким образом границу леса, например, в случае не широкого, а узкого насаждения с такой же верхней границей, делают наклонную границу залужения с запрудами, безопасно сбрасывая излишки стока в водоем 11.

Применением рассмотренного комплекса противоэррозионной защиты территории снижают эрозионные процессы до минимума.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Холупяк К. Л. Устройство противоэррозионных лесных насаждений.—М.: Лесн. пром-сть, 1973.—150 с.
- Раков А. Ю. Эффективность контурного размещения лесных полос при защите почв от ветровой и водной эрозии // Доклады ВДСХНИЛ.—1986.—№ 4.—С. 41—42.
- Раков А. Ю. Влагонакопительная роль контурных лесных полос // Лесн. хоз-во.—1987.—№ 1.—С. 47—48.
- Рекомендации по созданию защитных лесных насаждений, улучшению их мелиоративной, природоохранной и хозяйственной роли в комплексе с агрономическими и гидротехническими мероприятиями в Ставропольском крае.—Ставрополь, 1986.—76 с.
- Раков А. Ю. Комплекс мер по предупреждению водной эрозии // Мелиорация и урожай.—1986.—№ 4.—С. 37—38.
- Почвозащитное земледелие на склоновых землях Северного Кавказа (Рекомендации).—М.: Россельхозиздат, 1984.—37 с.

## ПРОТИВОЭРОЗИОННАЯ И СТОКОРЕГУЛИРУЮЩАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОНТУРНЫХ ЛЕСОПОЛОС В КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

В. Н. ДЬЯКОВ,  
кандидат сельскохозяйственных наук

Защитные лесные насаждения являются составной частью почвозащитной системы земледелия. Многочисленными исследованиями установлена высокая стокорегулирующая эффективность лесных насаждений, особенно при усилении их гидротехническими сооружениями. Однако в условиях сложного рельефа она проявляется далеко не полно вследствие недостаточно оптимального размещения лесных полос и неполного поступления в них стока. В значительной мере это обуславливается прямолинейной организацией территории. Лесные полосы являются долговременными линейными рубежами, закрепляющими границы полей и определяющими направление обработки почвы, посева сельскохозяйственных культур, ухода за ними. Естественно, что правильное их размещение на склонах во многом обуславливает эффективность всего противоэрозионного комплекса на водосборной площади.

В условиях всхолмленного рельефа преобладают сложные склоны, различающиеся длиной линий стока, крутизной, экспозицией, степенью смытости почвы и т. д., что сказывается на характере и величине стока и смыва почвы, затрудняет применение противоэрозионных мероприятий.

Наиболее распространены рассеивающие водосборы, в пределах которых линии стока удаляются друг от друга с падением склона. Степень рассеивания линий стока увеличивается по мере сближения параллельных звеньев гидрографической сети, и в нижней части склона диапазон рассеивания в пределах таких водосборов достигает 120—180°. При сильном

сближении основная линия стока на большем протяжении имеет значительно меньшую крутизну, чем линии стока вторичных склонов, что сказывается на интенсивности стока и величине смыва, особенно в летний период. В то же время сток с участков, расположенных по главной линии тока, на отдельных отрезках сбрасывается на боковые склоны, приводя к дополнительному смыву почвы. Этому могут способствовать вспашка, посев сельскохозяйственных культур поперек основной линии стока, при которых на вторичных склонах их направление в значительной мере приближается к линиям стока. В к-зе «Прогресс» Курской обл. вследствие интенсивного ливня со слоем осадков 46,6 мм смыв почвы на сложном склоне с сильно рассеивающей формой по основной линии стока на протяжении 500 м колебался от 1,3 до 5 м<sup>3</sup>/га, достигая лишь в нижней части 12,5—44,5 м<sup>3</sup>/га. В то же время на вторичных склонах при их длине 200—300 м смыв был значительно больше (табл. 1).

При сложном рельефе любой линейный рубеж поперек основной линии стока имеет уклон в соответствии с падением вторичных склонов, что часто приводит к концентрации и отводу вдоль них поверхностного стока. Данные табл. 2 показывают, что при размещении лесной полосы поперек основной линии стока площади участков, в пределах которых они почти перпендикулярны горизонтам, колеблются от 37,6 на слаборассеивающих склонах до 22,8% на сильно рассеивающих склонах, а во многих случаях, особенно в нижних частях склонов, составляют еще меньшую величину. Так, в к-зе им. XX партсъезда при размещении поперек основной линии стока площадь горизонтальных участков лесной полосы составила 4%, с уклоном 1°—22, 2°—24, 3°—35 и 4°—15%.

При контурно-прямолинейном размещении площади участков с поперечным размещением лесной полосы увеличиваются почти в 1,5, а при контурно-параллельном — почти в 2 раза. Создание стокорегулирующих лесных полос с контурным размещением обеспечивает защиту от боковых ветров от 28% межполосного пространства на слаборассеивающих до 30—40% на сильно рассеивающих склонах, тем самым в значительной мере компенсируя отсутствие поперечных лесных полос и отрицательные последст-

Таблица 3

## Сравнительные величины смыва на склонах с лесополосами и без них

Длина линии стока, м	Без лесополосы		С лесополосой	
	крутизна, град.	смыв, м <sup>3</sup> /га	крутизна, град.	смыв, м <sup>3</sup> /га
Склон северо-западной экспозиции				
100	2,0	0,0	2,0	0,0
200	3,0	6,3	3,0	27,4
250	4,0	66,2	4,0	13,9
Склон юго-восточной экспозиции				
100	2,0	0,0	2,0	0,0
150	2,5	6,9	2,0	3,5
170	3,0	10,4	2,5	0,0
180	3,5	8,0	3,0	0,0
190	3,5	16,4	3,0	0,0
200	3,5	42,4	3,5	6,6
210	4,0	47,6	3,5	5,8
220	4,0	45,8	4,0	7,6
230	4,5	79,2	4,0	7,8
Склон северо-восточной экспозиции				
100	—	—	2,5	5,4
200	—	—	3,5	14,9
300	—	—	4,0	164,6
330	—	—	4,0	5,5
350	—	—	4,0	13,5
400	—	—	4,0	33,5
450	—	—	4,0	37,2

Примечание. На склоне СЗ экспозиции лесная полоса находится на расстоянии 210 м от водораздела, на ЮВ склоне в 160, на СВ склоне в 315 м.

замедляют ее скорость и размывающую силу, уменьшают концентрацию твердого стока, особенно значительно на склонах крутизной до 3—4°. Если при вспашке вдоль склона в этих условиях взвешенные илосы составляют 14,8—25,6 г/л, то при вспашке поперек склона они снижаются до 3,2—3,6. По мере увеличения крутизны склона эта разница уменьшается. По наблюдениям в к-зе им. XXII партсъезда, смыв почвы на склоне южной экспозиции составил 17,3 м<sup>3</sup>/га при поперечной (близко к контуру) и 47,0 при продольной вспашке.

Размещение стокорегулирующих лесных полос по горизонтали местности обеспечивает увеличение площади участков, на которые входит поверхностный сток, и повышает водозадерживающую емкость микрорельефа в междурядьях. При обработке междурядий, особенно плугами с оборотом пласта, образуются разъемные борозды и гребни высотой до 20—30 см, что при контурной обработке почвы на 40—60% площади лесной полосы обеспечивает только за счет механического удержания влаги до 3—5 мм стока и повышает инфильтрацию за счет увеличения продолжительности контакта талых и ливневых вод с поверхностью почвы.

Параллельное размещение лесных полос строго по горизонтали местности трудно осуществить из-за их непараллельности и наличия ложбин. Поэтому наиболее приемлем контурно-параллельный способ размещения стокорегулирующих лесных полос со спрямлением на ложбинах.

Контурно-параллельное размещение 15 га стокорегулирующих лесных полос в к-зах им. XX партсъезда Курского, «Красный Октябрь» Обоянского р-нов обеспечило возможность контурного земледелия более чем на 500 га эрозионно опасных земель. Примером контурно-параллельного размещения лесных полос является также к-з «Прогресс», где создано более 200 га лесных полос, в т. ч. 130 га полезащитных и стокорегулирующих. В нижних междурядьях стокорегулирующих лесных полос созданы канавы с валами. В сочетании с обработкой почвы по контуру это значительно уменьшило эрозионные процессы. Во время ливня 5 сентября 1976 г. на участке основного склона, имеющем относительно небольшие крутизну и водосборную площадь, противоэрозионная эффектив-

ность лесной полосы была незначительной в связи с малым объемом эрозии (2—4 м<sup>3</sup>/га). На вторичном склоне северо-западной экспозиции крутизной до 4° смыв почвы при длине линии стока 200 м составил на контроле 6,3 м<sup>3</sup>/га и на участке выше лесополосы 27,4 (табл. 3), что объясняется наличием здесь слабо выраженных ложбин, концентрирующих сток. В то же время смыв ниже лесополосы составил только 13,9 м<sup>3</sup>/га, тогда как в аналогичных условиях на контроле (без лесополосы) 66,2, т. е. почти в 5 раз больше. На склоне юго-восточной экспозиции смыв почвы в нижней части склона без стокорегулирующей лес-

ной полосы был в 10 раз больше, чем на участке с лесополосой.

На расчлененном ложбинами склоне северо-восточной экспозиции, где смык был наиболее интенсивным, противовоздорожная эффективность лесополос проявилась особенно сильно.

Большую защитную роль выполняют стокорегулирующие лесные полосы с контурным размещением в период весеннего снеготаяния. В 1973—1977 гг. в к-зе «Прогресс» изучалось влияние на сток талых вод стокорегулирующей лесной полосы шириной 20 м, заложенной в 1971 г. по горизонтали на склоне юго-восточной экспозиции крутизной 0,5—2° выше и 2—4° ниже лесополосы. Породный состав — береза бородавчатая, липа крупнолистная, смородина золотая. В 1973 г. проведено обвалование участков лесополосы по нижней опушке и созданы траншеи в нижнем междуурядье.

Стокорегулирующая лесополоса уже в возрасте 6—7 лет обеспечила увеличение мощности снежного покрова на расстояние до 70 м вверх и 120 м вниз по склону. Промерзание почвы в полосе отсутствовало, на пашне составляло 90—100 см. Инфильтрация талых вод, определенная методом сплошного затопления поверхности почвы в период весеннего снеготаяния, в лесной полосе составляла 117—130 мм/ч, в зоне снежного шлейфа 50—176, за пределами защитного влияния лесной полосы 12—18 мм/ч.

Вследствие высокой водопоглощающей способности почвы перед лесной полосой поступающий в нее с вышележащего склона сток не превышал 1,4 мм и полностью поглощался лесной полосой. В то же время от таяния в лесной полосе снежных сугробов, высота которых достигала 2 м, формировался поверхностный сток величиной 1,9 мм. Обвалование лесной полосы по нижней опушке при высоте вала не более 0,3 м обеспечило полное поглощение всех талых вод в ее пределах. Ниже лесной полосы на изолированном от нее участке крутизной 4° формировался поверхностный сток до 10—20 мм, который интенсивно поступал в гидрографическую сеть.

Создание широких плотных стокорегулирующих лесных полос на пашне неэффективно даже при контурном размещении вследствие ограниченной дальности их пространственного влияния на ветровой ре-

жим, опасности формирования ниже них дополнительного поверхностного стока талых вод и нецелесообразности изъятия пашни. Недопустимо также ограничиваться на склонах ветроударных экспозиций только стокорегулирующими лесными полосами, исключая прибалочные, так как формирующийся в нижних частях склонов локальный сток обладает значительной разрушительной силой и выносит в гидрографическую сеть продукты смыва. Улучшение аэродинамических функций стокорегулирующих лесных полос, т. е. дальности их пространственного влияния на скорость ветра, снегораспределение, урожай сельскохозяйственных культур, может быть обеспечено повышением продуваемости лесных полос за счет уменьшения их ширины, смешения лесных культур. ВНИИЗиЗПЭ исследованы 4-рядные стокорегулирующие лесные полосы из главной и сопутствующей пород без кустарника. Дальность пространственного влияния таких полос на снегораспределение в 2—2,5 раза больше, чем плотных лесных полос с кустарниками. Заслуживает внимания применение узких 2-рядных стокорегулирующих лесных полос по контуру из одной главной породы, усиленных гидroteхническими сооружениями.

Следует, однако, отметить, что с уменьшением ширины таких полос уменьшается инфильтрационная способность почвы в период весеннего снеготаяния. В условиях Центральной лесостепи в плотных стокорегулирующих лесных полосах шириной 20 м, где мощность снежного покрова достигает 2 м и более, инфильтрация талых вод при сплошном затоплении поверхности почвы составляет 118—130 мм/ч, в ажурной ясеневой полосе шириной 10 м (междуурядья 1,5 м) 50, в березовой полосе такой же ширины при междуурядьях 2,5 м 17, в 4-рядной тополовой полосе с междуурядьями шириной 3,5 м 8 мм/ч. Соответственно возрастает роль усиливающих лесные полосы гидротехнических сооружений.

Во ВНИИЗиЗПЭ в условиях небольших водосборов со склонами теневых экспозиций испытаны узкие 2-рядные чистые тополовые лесные полосы с канавами-валами, заложенные по горизонтальным местностям\*. Полосы заложены в 1978 г. В 1980—1981 гг. в

\* Лесные полосы заложены и изучались до 1983 г. А. Е. Гаршиневым.

Таблица 4

Элементы водного баланса и коэффициенты  
поверхностного стока на водосборах  
с 2-рядными контурно-прямолинейными лесополосами  
в период весеннего снеготаяния 1981—1986 гг.

Расстояние между лесными полосами, м	Приход воды, мм	Сток, мм	Коэффициент стока	Смыгв, м <sup>3</sup> /га
150	130	8,7	0,07	3,7
300	114	10,1	0,09	8,3
Без лесополос (контроль)	102	32,2	0,32	20,8

междурядьях полос сооружены канавы с валами глубиной 1,5 м и с расстоянием между ними 150 и 300 м. Уже в 3-летнем возрасте лесные полосы с канавами и валами уменьшили сток талых вод на 15,4 мм, в т. ч. на 10,9 мм за счет канавы с валом (табл. 4).

В целом за 1981—1986 гг. средняя величина стока на водосборе без лесных полос составила 32,2 мм, при контурно-прямолинейном размещении лесных полос через 300 м — 10,1 и через 150 м — 8,7 мм, т. е. система лесных полос с канавами-валами сократила сток талых вод соответственно на 22,1 и 24 мм. Характерно, что через 6 лет после эксплуатации в 8-летней лесополосе величина поглощенного стока составляла 25,4 мм. Наличие лесных полос обеспечивает в период весеннего снеготаяния преимущественный колыматаж смыываемой почвы в зоне ее защитного влияния и в лесополосе, поступление в канаву воды с небольшим количеством взвешенных наносов. Вследствие этого водопоглощающая способность почвы в канавах даже через 8—10 лет после посадки составляет 30—60 мм/ч и более.

Продолжительность эксплуатации канав с валами в лесных полосах зависит от ширины лесных полос, породного состава, объема и интенсивности поступающего в них поверхностного стока. В к-зе «Прогресс» объем канав, устроенных ковшовым экскаватором в нижнем междурядье лесной полосы шириной 20 м, уменьшился через 12 лет эксплуатации на 13—25, в 2-рядных лесных полосах ВНИИЗиЗПЭ — на 30—50%.

При размещении канав с валами вне зоны влияния лесных полос их инфильтрационная способность невелика вследствие интенсивного поступления в канавы поверхностного стока со взвешенными наносами и быстрого их заиливания. При прочих равных условиях после 10-летней эксплуатации канава вне полосы задерживала 12,5 мм стока талых вод, или на 6,8 мм меньше, чем канава в лесной полосе, причем полоса с канавой полностью поглощала весь поверхностный сток, а из канавы вне полосы наблюдался сток величиной 5,8 мм, и в первый год эксплуатации она заилилась на 25%.

Выбирая параметры стокорегулирующих лесных полос и расстояния между ними, необходимо учитывать экспозицию склона, которая в значительной мере оказывает влияние на характер снегораспределения, снеготаяния, стока и смыва почвы. На склонах теневых экспозиций с повышенным снежным покровом, особенно в нижних частях склонов, большой величиной стока, но замедленным снеготаянием, пониженными интенсивностью стока и величиной смыва лесные полосы могут быть 2—3-рядные, усиленные гидroteхническими сооружениями. На инсолируемых склонах, особенно в условиях интенсивного оврагообразования, целесообразно применение 3—4-рядных полос продуваемой или ажурно-продуваемой конструкции с канавами и валами.

Следует отметить, что узкие тополевые лесные полосы в возрасте до 10 лет довольно плотные и отличаются небольшой дальностью пространственного влияния на снегораспределение. Так, в условиях 1986 г. в таких полосах сконцентрировалось 6,2% снега при расстоянии между ними 300 м и 18,4% — при расстоянии 150 м, в зонах снежных шлейфов соответственно 21,3 и 35,3%, а за пределами их защитного влияния 72,6 и 46,3%.

Значительно повышается дальность пространственного влияния таких полос при проведении рубок ухода. В условиях 1985 г. у непродуваемой 3-рядной 7-летней приводораздельной тополевой лесной полосы с кустарником (бузина красная) сформировался снежный сугроб высотой 127 см и снежный шлейф протяженностью 2,5 высоты насаждения с наветренной и 5 высот с заветренной сторон. На участке полосы, где были проведены рубки ухода, средняя мощ-

ность снега в лесной полосе составила 56 см, а длина снежного шлейфа 110 м с наветренной и 140 с заветренной опушек, или соответственно 13 и 16 высот насаждения.

Значительно увеличивается дальность пространственного влияния на снегораспределение пройденных рубками ухода стокорегулирующих лесных полос. На склоне северной экспозиции 3-рядная тополевая стокорегулирующая лесная полоса, после рубок ухода (изреживание и обрезка нижних ветвей) обеспечила заметное увеличение снежного покрова на расстоянии 60 м у наветренной и 74 у заветренной опушек, или соответственно на 8 и 10 высот насаждения. Мощность снежного покрова в лесной полосе составила в среднем 49 см, в зоне снежного шлейфа вверх по склону 41, вниз по склону 59, за пределами снежного шлейфа 39 см.

Почвозащитная роль лесных полос возрастает в условиях противоэрзационной организации территории, применения почвозащитных севооборотов. Лесные полосы необходимо совмещать с границами почвозащитных севооборотов, которые при правильном размещении на местности проходят по линиям наиболее резкого возрастания смыва почв. Лесные полосы наиболее стабильно закрепляют границы полей севооборотов, уменьшают в их пределах эрозионные процессы, повышают их почвозащитную роль. Сочетание лесных полос с контурным размещением гидroteхническими сооружениями, почвозащитными севооборотами позволяет уменьшать их ширину, изменять допустимые расстояния между ними, наиболее рационально использовать защищаемую территорию.

## ОВРАЖНАЯ ЭРОЗИЯ ЮГА ПРИВОЛЖСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

В. В. СЕВОСТЬЯНОВ

Овражная эрозия является следствием воздействия факторов (физико- и экономико-географических) в определенном соотношении. Физико-географические факторы определяют потенциал оврагообразования, а экономико-географические — условия его реализации. Выделяются три группы факторов: 1) **вызывающие** возникновение оврагов — хозяйственная деятельность человека, определяющая степень сохранности почвенно-растительного покрова; 2) **благоприятствующие** возникновению и развитию оврагов — неотектонические, орографические и геологические условия; 3) **содействующие** развитию оврагов — климатические условия. Воздействие этих групп факторов неравнозначно в пространстве и во времени, что и обуславливает неравномерное распределение оврагов.

Приволжская возвышенность является вторым по интенсивности эрозии районом на Русской равнине [1]. Расположенную в южной части возвышенности территорию Волгоградского правобережья во всех направлениях прорезают около 800 оврагов, преимущественно средней длины (300—600 м). Ее расчененность составляет 500—2000 км/км<sup>2</sup>. Средняя глубина вреза эрозионной сети 10—20 м, но в некоторых оврагах 50 м и более. Возникновению и развитию этого процесса способствуют местные геологические отложения, характеризующиеся большой изменчивостью физико-механических свойств вмещающих горных пород.

Для выявления роли этих свойств в годовом притоке оврагов были выбраны ключевые участки с различной литологией прорезаемых горных пород. Наиболее глубокие овраги прорезают грунты от совре-

менных до эоценовых. Овраги в эоценовых отложениях изучались в долинах рек Сухой и Мокрой Мечеток, Царицы, на склоновой части Приволжской возвышенности. На этом же геоморфологическом элементе изучалось оврагообразование в майкопских глинах в районе пос. Ангарского. В хвалынских глинах овражная эрозия была рассмотрена в нижней части долин рек Сухой и Мокрой Мечеток, Царицы; в ергенинских песках — овраги в верховьях этих рек. В лессовых отложениях исследовался овраг Банный и другие более мелкие безымянные овраги на склоне и плато Приволжской возвышенности. Овраги, рост которых определялся специфической хозяйственной деятельностью человека (бросок воды и др.), не учитывались.

Эоценовые отложения представлены песчано-алевритовыми породами, глинистыми, зеленовато-серого цвета, слабосцементированными, заключающими прослой песчаников, глин и линзы мелкозернистых песков. Интервал между песчаниками увеличивается от 1 м снизу до 4 вверху толщи пород. Между плитами песчаника часто заключены прослои оливково-зеленых, реже темно-серых сланцеватых твердой консистенции глин. По данным С. Н. Егорова [2] и Н. М. Покровской [3], удельное сцепление песчано-алевритовых пород равно  $0,2-0,5 \text{ кг}/\text{см}^2$ , нормативный угол внутреннего трения  $28-31^\circ$ .

Залегающие пески в толще мечеткинских отложений имеют среднеплотное сложение, нормативное сопротивление сдвигу их оценивается углом внутреннего трения  $30-32$ , расчетное  $27^\circ$ . Прослои песчаников характеризуются времененным сопротивлением сжатию как рыхлые (до  $20-30 \text{ кг}/\text{см}^2$ ), средней крепости (до  $70-100$ ) и крепкие (свыше  $70-100 \text{ кг}/\text{см}^2$ ).

Эоценовые отложения подвергаются эрозионным процессам в меньшей степени по сравнению с другими горными породами. Ежегодный линейный прирост оврагов составляет здесь всего несколько сантиметров. Слоны их крутые, обрывистые, с резко выраженной бровкой отвесных стенок.

Значительно легче подвергаются размыву в оврагах майкопские глины, темно-серые и зеленовато-серые, слоистые, в верхней части тонкослоистые, выветренные, трещиноватые, ожелезненные по плоскостям наслоения и с присыпками светло-серого але-

врита. В нижней части разреза имеются включения фосфоритовых конкреций. Глины в основном полутвердой консистенции, в их толще встречаются включения гипса, ярозита, пирита, органического вещества. Минеральный состав монтмориллонит-гидрослюдисто-каолинитовый.

Эти прочные, высокодисперсные породы при выветривании разуплотняются, снижая сцепление от  $0,74 \cdot 10^5$  до  $0,21 \cdot 10^5 \text{ Па}$ , а угол внутреннего трения от  $21$  до  $13$  [4]. Степень выветривания меняется с глубиной. Наиболее выветренные глины располагаются в верхней части вертикального разреза. Признаки выветривания в них слабо проявляются в виде корочек ожелезнения, загипсованности и налетов ярозита по многочисленным трещинам, которые разбивают породы на плитчатый мелкочешуйчатый щебень, а в самой верхней части — на листоватую дресву. На участках глин, разбитых трещинами, создаются благоприятные условия для формирования верховодки. В обводненном состоянии глины набухают, развивая давление набухания до  $1,5-3 \text{ кг}/\text{см}^2$ , при этом снижаются их прочностные качества. По данным С. Н. Егорова [5], при коэффициенте пористости  $0,61-0,70$  и влажности на границе текучести  $50,1-60,0\%$  угол внутреннего трения составляет  $24^\circ$ , а сцепление  $0,54 \text{ кг}/\text{см}^2$  (консолидированный сдвиг). Характерно, что включения в глинах микрокристаллов солей и органического вещества делают воду в них высокоминерализованной с сильной сульфатной агрессивностью при содержании сульфат-иона от 3 до 9 г/л.

Ежегодный прирост оврагов в майкопских глинах в среднем  $1-2 \text{ м}$ . Форма таких оврагов каньонообразная, склоны довольно крутые, на них, в связи с насыщением глин водой, часто отмечаются оползневые процессы. Наиболее крупным оврагом в этих отложениях является Проломный, с крутизной склонов в верхней части до  $40^\circ$ .

Интенсивность протекания овражной эрозии в хвалынских глинах аналогична майкопским. Хвалынские глины шоколадного цвета, высокопластичны. В основной массе породы встречаются включения друз гипса, натечные формы карбонатов, примазки мельниковаита, органогенных известняков. Минеральный состав гидрослюдисто-каолинит-хлоритовый. По данным А. Ф. Чепрасова [6], глины высокодисперсны,

так как содержание частиц размером менее 0,005 мм достигает 85%.

По характеру залегания глин выделяются два типа. Первый представлен маломощными (до 5 м) слоями глин с выветренной и трещиноватой верхней частью (1,5—2,0 м), залегающих выше уровня ненапорных подземных вод; другой — достаточно мощной толщей (10—15 м) хвалынских глин с напорным хазарским водоносным горизонтом в их подошве.

Глины второго типа отличаются высокой влажностью (до 60%), особенно в средней части толщи, консистенция мягкопластичная, а местами, как, например, в устье балки Букатинской, даже текучепластичная. Эти слабо дегидратированные, почти неконсолидированные глины характеризуются низкими прочностными показателями. Глины первого типа отличаются сравнительно небольшой влажностью (20—30%). При дополнительном увлажнении развивают давление набухания до 1 МПа. Коэффициент пористости составляет в среднем 0,8—0,94. В самой верхней трещиноватой зоне часто формируется верховодка. Высокое содержание водорастворимых солей (до 2%) в глинах обуславливает значительную минерализацию (до 20—30 г/л) подземных вод верховодок. В этой трещиноватой зоне происходит активное формирование каньонообразных оврагов с крутизной склонов чаще всего до 40—50°. Ежегодный прирост оврагов в среднем 1—2,5 м. Вследствие переувлажнения глины атмосферными осадками на склонах оврагов часто возникают небольшие оползни-потоки.

Существенное влияние на рост оврагов в ширину оказывает физическое выветривание хвалынских глин, которое является весьма распространенным процессом в связи с резко континентальным климатом. Хвалынские глины при выветривании вследствие тонкой слоистости расслаиваются на мелкие плиточки с образованием мелкообломочной зоны до глубины 1,5—2,0 м. Сильнотрещиноватая структура глин формируется до глубины 3,5 м. Исследования Я. С. Меттерского [7] показали, что на глубине 1 м на 1 пог. м по горизонтали выветренная зона глины может иметь до 1350 трещин, на глубине 3 м — до 100 и несколько более. Ширина трещин изменяется от долей миллиметра до 100 мм. Такие участки глин характеризуются огромным водопоглощением.

За период верхнехвалынского голоценового времени мощность элювия на нижнехвалынских отложениях достигла в некоторых местах 3,0 м. Мелкообломочные легкоразмываемые выветренные породы активно подвергаются воздействию водной эрозии, что влечет за собой обнажение и выветривание все новых толщ глин. Скорость выветривания хвалынских глин, по данным В. А. Приклонского [8], составляет 10—15 см в месяц.

Легко размываются ергенинские пески в вершинной части оврагов, где происходит быстрый их вынос к устью с образованием конусов выноса. Это тонко- и мелкозернистые кварцевые пески, сравнительно однородные по составу, желтого и белого цветов, с небольшими конкрециями песчаников и тонкими прослойками глин мощностью до нескольких сантиметров. Пески среднеплотные, иногда плотные, сопротивление сдвигу определяется углом внутреннего трения 30—33°. Обводнение песков приводит к резкому снижению их прочности и интенсивному проявлению водной эрозии. Овраги в песках чаще всего широкодонные, с пологими стенками.

Наибольшее развитие овражная эрозия получила в лесовых просадочных верхнечетвертичных валдайских и современных делювиальных отложениях. Валдайские отложения представлены суглинками с прослойками супесей палево-желтого цвета. Характерна типично выраженная макропористость и известковистость. Наличие слабо выраженной слоистости определяется линзами суглинков, обогащенных мелкозернистым песком. Делювиальные отложения представлены макропористыми пылеватыми карбонатными суглинками, имеющими бурую окраску.

Литологический состав делювиальных отложений на склонах отличается значительной пестротой: суглинистые и тяжелосуглинистые прослой чередуются с супесчаными и песчаными [9].

При влажности 9—12% удельная масса лесовых пород изменяется от 1,65 до 1,75 т/м<sup>3</sup>. Сопротивление консолидированному сдвигу характеризуется углом внутреннего трения 22—25° и удельным сцеплением 0,1—0,2 кг/см<sup>2</sup>.

При сильном длительном ливне размыв лесовых суглинков и супесей достигает 25—30 м. В начальной стадии развития оврага обычно появляется неболь-

шая водориона, которая с течением времени по мере увеличения ее размеров последовательно превращается в рывину, промоину, овраг. Слабая сопротивляемость размыву склонов приводит к образованию в них часто чередующихся резкопадающих промоин длиной до 12 м и средней глубиной 1—2 м. Стенки склонов таких оврагов обычно отвесные с характерной выраженной столбчатостью и глубокими трещинами. На склоне Приволжской возвышенности в лесовых породах отмечается разветвление овражной сети до пятого порядка и больше.

Таким образом, можно констатировать, что высокая интенсивность линейного роста оврагов на юге Приволжской возвышенности в значительной мере обуславливается сильной изменчивостью физико-механических свойств геологических отложений, их неустойчивыми характеристиками к проявлению воздействия водной эрозии. Весьма чуткая избирательность физико-географических факторов оврагообразования ослабленных мест дневной поверхности земли при сравнительно равной антропогенной нагрузке определяется различной стойкостью горных пород к размыву. По податливости размыву, согласно классификации А. Г. Рожкова [10], прорезаемые оврагами горные породы в основном относятся к легкоразмываемым, кроме среднеразмываемых песчано-алевритовых пород с прослойями песчаников. Интенсивность линейного роста оврагов увеличивается в порядке следования: песчано-алевритовые породы — майкопские и хвалынские глины — ергенинские пески — лесовые валдайские и делювиальные отложения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Армандр Д. Л. Развитие эрозионных процессов на Приволжской возвышенности // Сельскохозяйственная эрозия и новые методы ее изучения.—М.: Изд-во АН СССР, 1958.—С. 78—115.
2. Егоров С. Н. Физико-механические свойства и расчетные показатели главнейших типов грунтов территории Волгограда // Изыскания, проектирование и строительство в сложных инженерно-геологических условиях Волгограда.—Волгоград, 1966.—С. 32—35.
3. Покровская Н. М. К вопросу о физико-механических свойствах пород полускального типа района Сталинградского гидроузла // Тр. Гидропроекта.—М., 1960.—Вып. 3.—С. 72—85.
4. Макеев З. А. Инженерно-геологическая характеристика

майкопских глин (южная часть Волгоградской области — Центральное Предкавказье).—М.: Наука, 1963.—214 с.

5. Егоров С. Н. Нормативные и расчетные показатели сопротивления сдвигу некоторых типов грунтов Волгоградского региона.—Изв. вузов. Геология и разведка.—1964.—№ 1.—С. 12—18.

6. Чепрасов А. Ф. Оползни и опыт борьбы с ними.—Волгоград: Нижне-Волжск. кн. изд-во, 1972.—86 с.

7. Метерский Я. С. Некоторые данные о трещиноватости хвалынских глин южной части Волгограда // Новые методы строительства на набухающих грунтах.—Волгоград, 1963.—С. 56—59.

8. Приклонский В. А. Инженерно-геологические особенности хвалынских глинистых пород в связи с условиями их формирования // Тр. Лаб. гидрогеологических проблем.—М.: Изд-во АН СССР, 1956.—Т. 8.—С. 384—399.

9. Сурмач Г. П. Водная эрозия и борьба с ней.—Л.: Гидрометеоиздат, 1976.—253 с.

10. Рожков А. Г. Борьба с оврагами.—М.: Колос, 1981.—198 с.

## ПОЧВЕННО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОТИВОЭРОЗИОННЫХ МЕЛИОРАЦИЙ СКЛОНОВ ЮГО-ВОСТОКА РСФСР

К. И. ЗАЙЧЕНКО,  
кандидат сельскохозяйственных наук

Опыт освоения низкопродуктивных склоновых земель на базе контурной организации показывает, что в ее основе, как правило, лежат представления о морфогенетических и метрических особенностях рельефа. Распространенные в равнинных и предгорных условиях сложные склоны в отличие от простых изображены на топографических картах не только в виде параллельных, но чаще непараллельных линий (горизонталей). При размещении по ним стабильных противоэрозионных барьеров (лесных полос, простейших гидроизоляций и др.) необходимо в первую очередь строго соблюдать принцип контурности рабочих участков на склонах, при котором достигается минимальный радиус их кривизны, обеспечивающий высокое качество агротехнологий (отсутствие «клиньев», нормы выработки агрегатов и т. д.) [1].

При составлении проектов по противоэрозионной лесомелиорации склонов информация о почвенном покрове, его свойствах и пространственной структуре используется обычно в недостаточном объеме. Совершенно не учитывается также геологическое строение местности, особенно литология и свойства рельефообразующих коренных пород и покровных четвертичных отложений. Хотя нередко разработчики концепции контурного земледелия считают, что она вытекает из особенностей строения ландшафтов, обусловлена «законами природы», «подражает» ей [2], однако характер данной взаимосвязи практически до сих пор остается нераскрытым. Вместе с тем контурность ландшафтных элементов (растительность, поч-

венный покров, формы эоловой и аллювиальной аккумуляции и др.) объективно существует и является предметом исследований географов, гидрологов, почвоведов, геоботаников, геологов.

В настоящее время в физической географии успешно развивается одно из молодых и перспективных ее направлений — анализ ландшафтных рисунков [3]. Последние представляют собой пространственные мозаики, соответствующие природным территориальным комплексам, т. е. ландшафтам. Анализ мелкомасштабных специальных карт и аэрокосмических снимков юго-востока европейской части РСФСР показал, что развитые здесь ландшафтные рисунки сформировались под влиянием эрозионного и литологического (в том числе тектонического) факторов. Первым соответствуют дендритовые, вторым — поясные и полосчатые ландшафтные рисунки. Аналогичные и близкие к ним рисунки выделил по космическим снимкам А. А. Григорьев [4]. При мелкомасштабной классификации структуры почвенного покрова также отчетливо выделяются очень сходные с названными выше древовидные, полосчатые, веерообразные и другие рисунки контуров [5]. Очевидно, в природе существует система организующих каркасных линий, в большинстве своем не прямолинейных, формирующих ландшафтные контуры, геометрические особенности которых не являются произвольными, а тесно взаимосвязаны между собой и физико-географическими условиями формирования [6].

Поясные и полосчатые ландшафтные рисунки Приолжской и Среднерусской возвышенности на юго-востоке РСФСР являются проекцией на горизонтальную плоскость ступенчатого (ярусного) рельефа, сложенного серией чередующихся в геологическом разрезе коренных пород. Границы между ярусами выработаны по линиям контактов последних в ходе длительной континентальной денудации.

Ландшафтное содержание таких рисунков легко распознается по дешифровочным признакам (литология пород, почвы, растительность, крутизна склонов, расчлененность и т. д.). Ранее нами в пяти геоморфологических районах изучена структура почвенного покрова каштанового типа на уровне катен, состав и геометрия ограничивающих линий которых обусловлены геолого-геоморфологическим строением [7].

Исследован также состав первичных минералов почв применительно к лесорастительным условиям [8].

Установлено, что формирование минерального субстрата геохимически сопряженных почв водоразделов и склонов зависит в первую очередь от литологии почвообразующих пород (рис. 1). В верхних горизонтах почв по мере увеличения стелени смытости заметно уменьшается содержание илистой фракции.

Исследованиями Н. И. Горбунова [9, 10] доказано, что практически все свойства почв (содержание гумуса, поглотительная способность, обеспеченность элементами питания, водопроницаемость и др.) обусловлены видовым составом и количеством входящих в нее высокодисперсных кристаллических минералов (гидрослюдя, монтмориллонит, хлорит, вермикулит, а также смешанослоистые). Следует отметить, что эта важная сторона состава каштановых почв данного региона очень мало изучена. Исследование минералов выполнено с помощью рентгеноструктурного, термического и электронно-микроскопического методов.

Рентгеноструктурный анализ выполнялся на рентген-дифрактометрах УРС-50ИМ и ДРОН-3. Для диагностики минералов с набухающей решеткой ориентированный (исходный) образец подвергался рентгеновскому исследованию до и после насыщения глицерином. Так, наиболее типичный из этой группы минерал монтмориллонит до насыщения дает отражение  $d_{001}$  14 Å, после насыщения 17 Å. При прокаливании до 600° С отражение 14 Å уменьшается до 10 Å. Все снимки препаратов при различном физическом состоянии минералов производились на одном и том же образце.

На электронно-микроскопических снимках частицы монтмориллонита из-за высокой дисперсности (меньше 0,0001 мм) очень трудно различить даже при самых больших увеличениях. В суспензиях частицы образуют рыхлые агрегаты размером 0,001—0,002 мм. Они имеют неравномерную плотность, которая постепенно уменьшается от центра агрегатов к периферии или приобретает мозаичный рисунок, напоминающий студнеобразную массу. Характерной чертой как частиц, так и агрегатов монтмориллонита является отсутствие заметных линий ограничения,

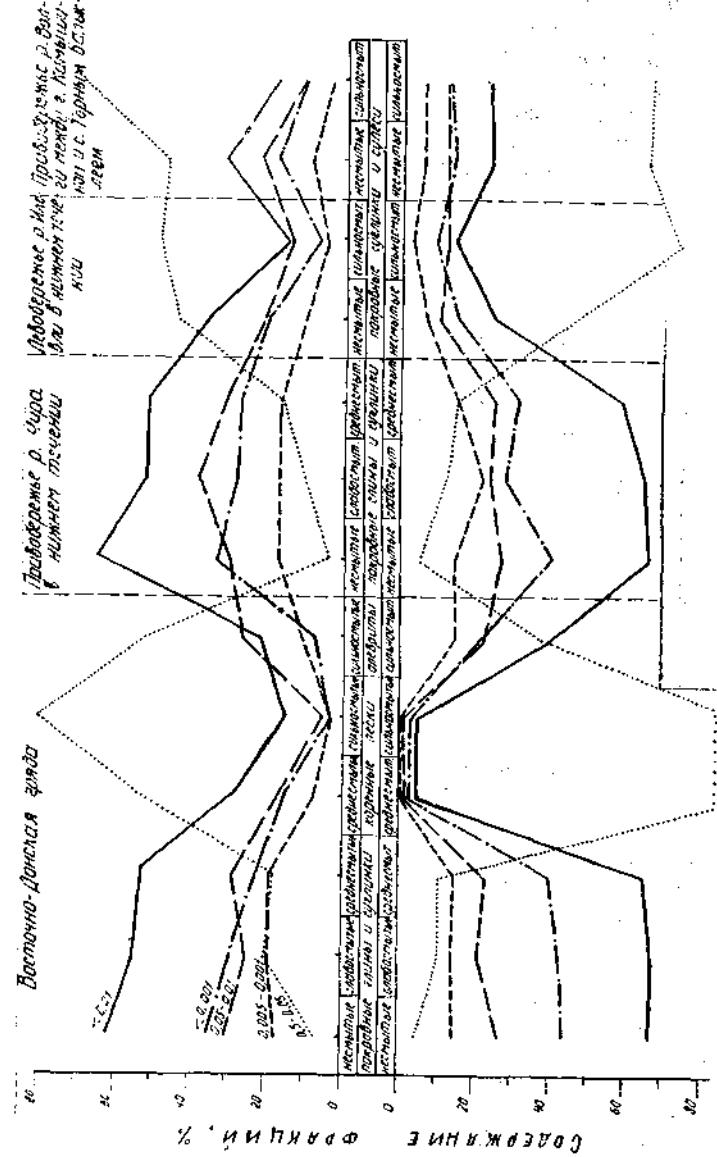


Рис. 1. Распределение гранулометрических фракций в верхних горизонтах (А) и почвообразующей породе (Б) почв каштанового типа юго-востока РСФСР

размытость контуров. Гидрослюдя диагностируется по изометрическим или удлиненным пластинкам с четкими и резкими линиями ограничения. Размеры частиц колеблются в широких пределах (0,002—0,0012 мм). Хлориты относятся к водным силикатам алюминия, магния, железа, хрома. Минералы выявляются в основном с помощью рентгеноструктурного анализа. Смешанослоистые минералы состоят из слоев различных индивидуальных минералов, в основном гидрослюдисто-монтмориллонитового типа. Их надежная количественная диагностика осуществляется только с помощью рентгеноструктурного метода.

Видовой состав и содержание в почвах высокодисперсных минералов, как и в случае с гранулометрическим составом, зависят от литолого-возрастных особенностей почвообразующих пород, морфогенеза почв. В районах с мощным чехлом покровных четвертичных элювиально-делювиальных отложений тяжелого гранулометрического состава (Донская гряда, Донская равнина в нижнем течении р. Чира) высокодисперсные минералы почв представлены 4-компонентной ассоциацией (рис. 2). В верхних горизонтах несмытых разностей доминирует гидрослюдя. Содержание монтмориллонита колеблется от 35 до 100 г/кг. В среднесмытых разностях доля гидрослюд заметно снижается и соответственно возрастает количество монтмориллонита, примерно до равных с нею значений. В почвообразующей породе доминирует 2-компонентная ассоциация из гидрослюды и монтмориллонита. Причем присутствие последнего как в смытых, так и несмытых разностях нередко достигает максимальных значений, что является результатом выноса минерала в нижние горизонты.

Совершенно другие соотношения высокодисперсных минералов имеют место в темно-каштановых почвах, сформировавшихся на мощных делювиальных глинах. В них заметно резкое преобладание монтмориллонита. Наоборот, в смытых и дефлированных почвах на делювии песков гидрослюдя доминирует над другими минералами (рис. 3). Определенный интерес представляет ассоциация высокодисперсных минералов в темно-каштановых почвах одной из структурных террас рельефа в правобережье р. Дона, лишенной покровных четвертичных отложений (рис. 4). В верхних горизонтах всех почвенных разностей, за-

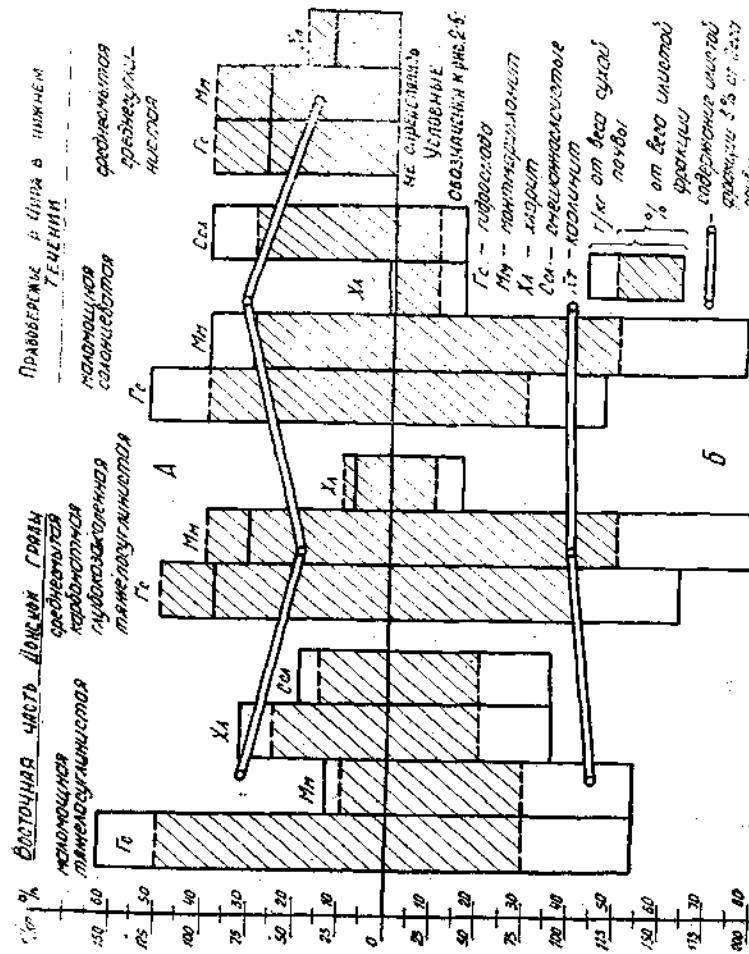


Рис. 2. Содержание высокодисперсных минералов в верхних горизонтах (А) и почвообразующей породе (Б) темно-каштановых почв

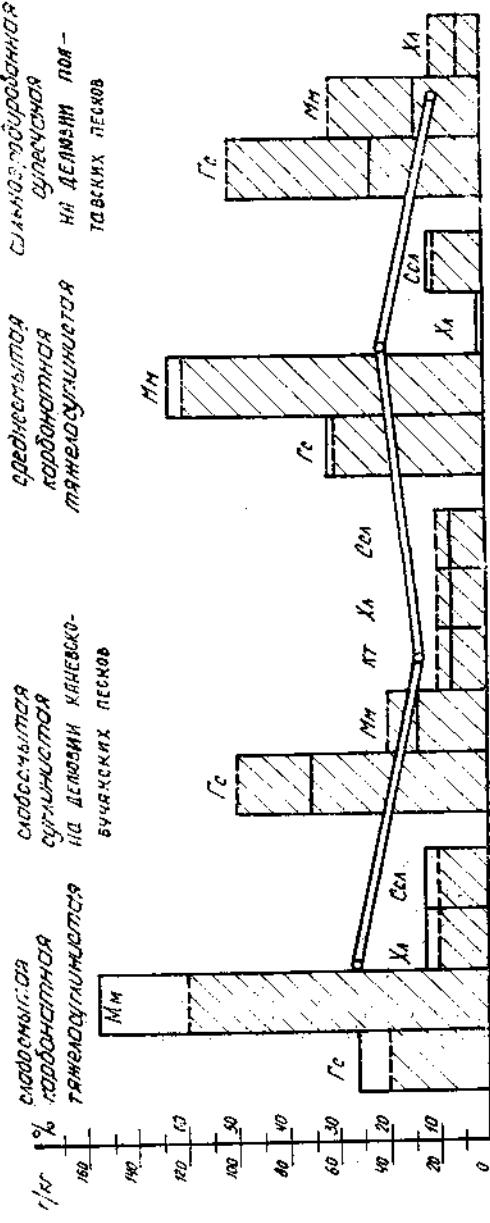


Рис. 3. Содержание высокодисперсных минералов в верхних горизонтах темно-каштановых почв западной части Донецкой гряды

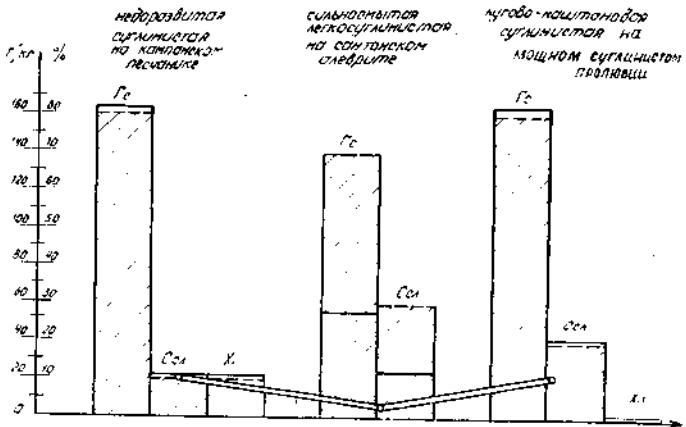


Рис. 4. Содержание высокодисперсных минералов в верхних горизонтах темно-каштановых почв восточной части Донской гряды

легающих в прибрежной части на кампанском песчанике, в середине склона на сантонском алеврите и в его подножии на мощном суглинистом пролювии названных коренных пород монтмориллонит отсутствует, а преобладает гидрослюдя. Названная особенность, характерная для почв одного геохимического сопряжения, весьма показательна в том отношении, что в указанных коренных породах верхнемелового и неогенового возраста отсутствует монтмориллонит, который, однако, широко распространен в четвертичных покровных отложениях центра и юга Русской равнины. Много монтмориллонита содержится также в морене южной границы Донского языка днепровского оледенения [11]. Весьма вероятно, что наличие данного минерала в почвах, сформировавшихся на покровных лессовидных глинах и суглинках, унаследовано от морены и обусловлено тем, что покровные отложения образовались в условиях аридных ландшафтов ледниковой эпохи в результате ее разведения и медленного осаждения пыли [12].

Заметно отличаются от вышеописанных количественные соотношения минералов в каштановых почвах юга (левобережье р. Иловли) и юго-востока (правобережье р. Волги) Приволжской возвышенности (рис. 5). Гранулометрический состав почв и почвообразующих пород здесь более легкий. Содержание

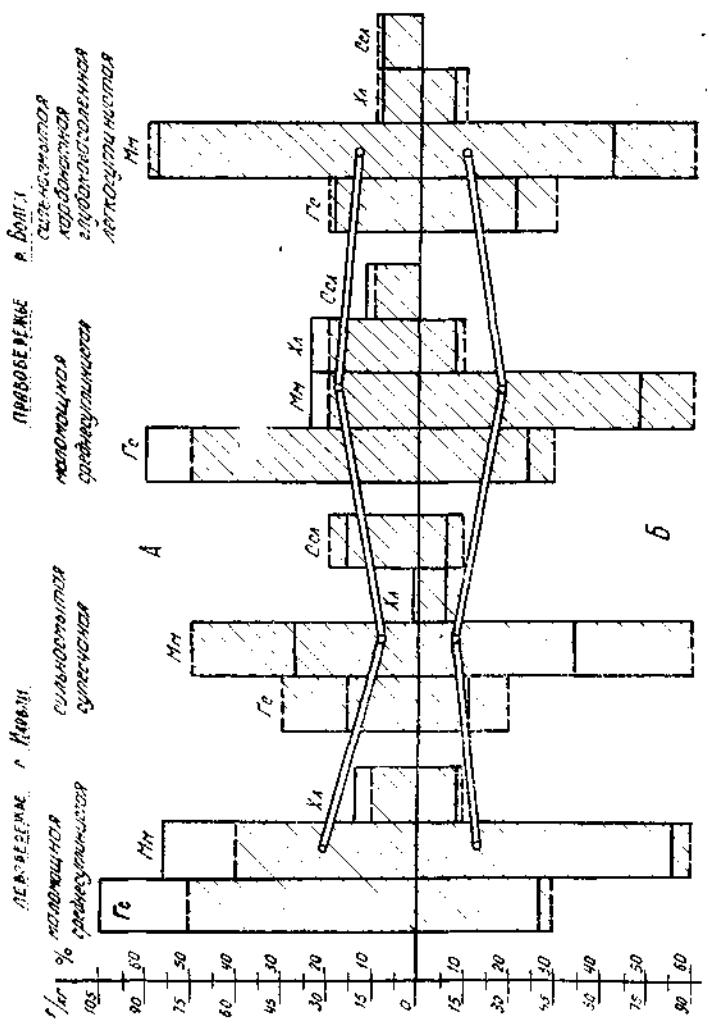


Рис. 5. Содержание высокодисперсных минералов в верхних горизонтах почв (А) и почвеобразующей породе (Б) каштановых почв

илистой фракции в сильносмытых почвах уменьшается вдвое по сравнению с несмытыми разностями. Данная закономерность свойственна и почвообразующей породе, причем она проявляется в тех же количественных соотношениях.

В ходе плакорного и склонового литогенеза почвенных отложений и эволюции почв это привело к весьма близкому составу и соотношению минералов в почвах, сформировавшихся в сходных экологических условиях. Увеличение в илистой фракции смытых почв монтмориллонитового компонента следует в полной мере считать следствием проявления на склонах эрозионных процессов.

С целью более полной идентификации высокодисперсных минералов в описанных выше почвах на термовесовой установке ТУ-1М в условиях постепенного нагрева от 20 до 1000°С выполнен анализ их илистой фракции (рис. 6). Вес навески 40—50 мг. Термопары хромель-алиумелиевые, инертное вещество — шамот с глиноземом.

Термический способ не позволяет проводить количественные определения минералов, а является дополнительным к рентгеноструктурному качественным анализом.

Кривые нагревания илистых фракций почв каштанового типа показали, что глинистые минералы имеют смешанный гидрослюдисто-монтмориллонитовый состав. На них четко выделяются три эндотермические остановки: при температуре 150—170, 550—570 и 850—870°С. Причем первая из них очень интенсивная и сопровождается следующим за ней заметным перегибом при 220—250°С, вызванным выделением воды из межслоевых пакетов. Последнее является свидетельством присутствия монтмориллонита. Второй и третий эндотермические эффекты говорят о значительном преобладании гидрослюды.

На термограммах фракций преимущественно гидрослюдистого состава наблюдаются три эндотермические остановки: при 150—170, 550—580 и 830—880°С. Последняя обычно выражена слабо. Этот эффект часто маскируется наложенным на него эффектом диссоциации кальцита. Примеси кальцита встречаются в большинстве образцов (он отражается также на дифрактограммах) и фиксируются, как правило, весьма нечетко и в виде пологого перегиба кривой

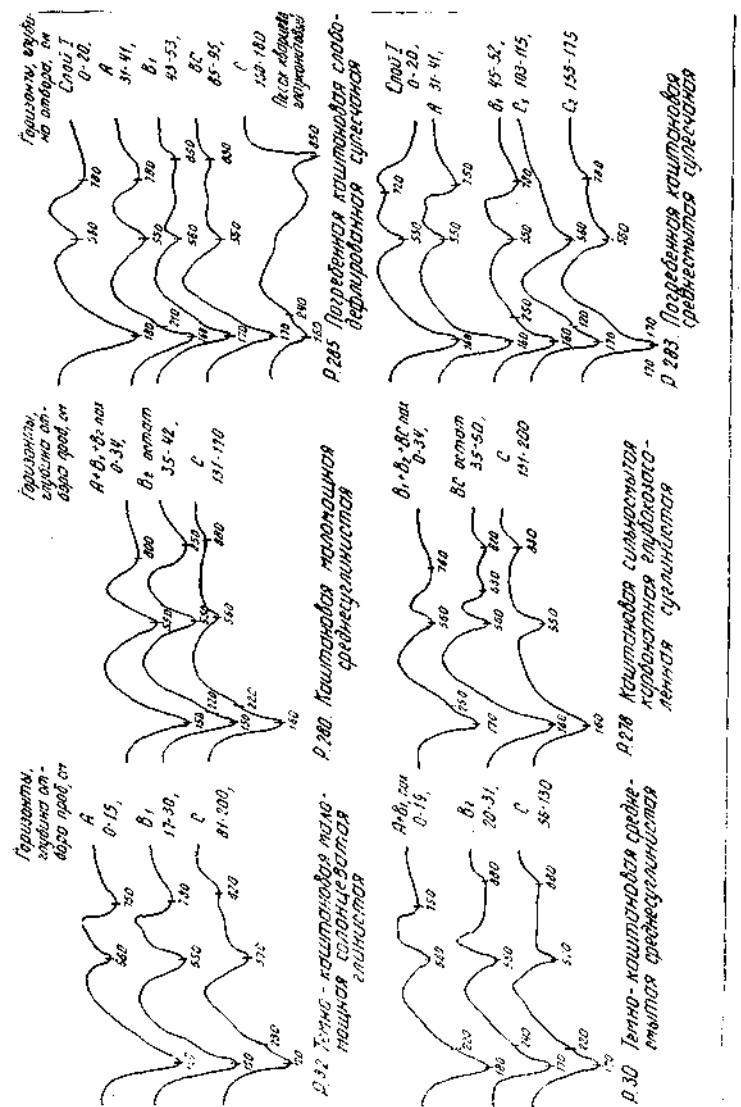


Рис. 6. Термограммы иллистых фракций темно-каштановых (правобережье р. Чира) и каштановых (правобережье р. Волги) почв

нагревания в интервале 700—900° С. Наиболее четко кальцит зафиксирован на термограммах песка светло-зеленого кварцево-глауконитового нижесаратовского, являющегося почвообразующей породой погребенной каштановой слабодефлированной супесчаной почвы.

Наличие в иллистой фракции значительного количества монтмориллонита фиксируется эндотермическим эффектом при 630—650° С, что наглядно видно, например, на термограмме горизонта ВС каштановой сильносмытой карбонатной легкосуглинистой почвы. Этот диагноз полностью подтверждается рентгеноструктурным анализом.

Содержание гумуса, одного из главнейших накопителей и хранителей энергетических и пищевых ресурсов почв, находится в тесной положительной зависимости от содержания в них иллистой фракции, состава и количественных соотношений высокодисперсных минералов. В темно-каштановых полнопрофильных почвах на мощных лессовидных глинах и суглинках плоских водораздельных пространств правобережья Дона содержится до 35% иллистой фракции. Они высокогумусированы, валовое содержание гумуса достигает в слое 0—50 см 190—200 т/га (рис. 7). Под воздействием поверхностного стока верхние горизонты склоновых почв обедняются мелкой пылью и илом — основными носителями почвенного гумуса. Постепенно уменьшается мощность горизонтов, снижается количество гумуса в них. В иллистой фракции, как указывалось выше, начинает доминировать монтмориллонит, что при низкой гумусности почв вызывает их обессструктуривание, снижение противоэрозионной устойчивости, заплыивание, образование корки на поверхности.

В недоразвитых почвах на элювии туронского мела валовой запас гумуса примерно такой же, как и в несмытых разностях. В слабосмытых почвах его запас уменьшается на 20—25 т/га. С увеличением смытости почв содержание гумуса заметно падает. В средне- и сильносмытых почвах на лессовидных суглинках и алевритах его запасы в слое 0—5 см соответственно снижаются на 70 и 110, а в сильноэродированных супесчаных почвах на 140 т/га.

Повышенные запасы гумуса в сильносмытых почвах на делявии известняков и мела обусловлены их

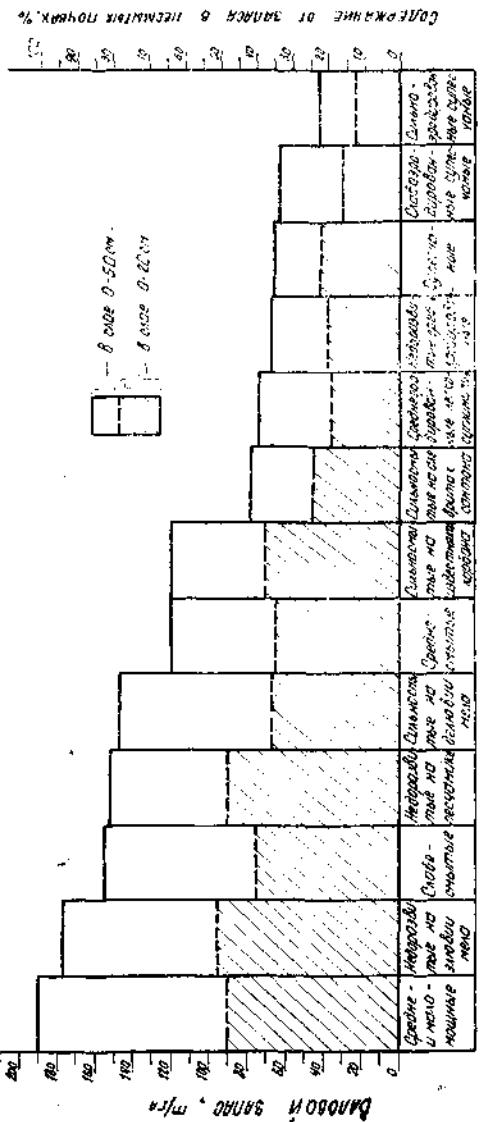


Рис. 7. Запасы гумуса в темно-каштановых почвах Донской гряды

благоприятными водно-физическими свойствами, наличием ковыльно-разнотравных ассоциаций с высоким проективным покрытием и обилием, мощной корневой системой. Высокая продуктивность фитоценозов, обеспечивающая положительный баланс гумусообразования, и наличие карбонатов способствуют образованию в верхних гумусовых горизонтах труднорасторвимых гуматов кальция, которые не вымываются из почвенного профиля, остаются на месте, что даже на склонах крутизною 15—20° приводит к довольно значительному накоплению гумуса в сильносмытых разностях.

Снижение количества гумуса является универсальным признаком смытых почв. Это свойство многими исследователями принимается в качестве их устойчивого классификационно-диагностического признака и имеет тесную корреляционную связь с урожайностью сельскохозяйственных культур.

Водная эрозия оказывает также заметное влияние на содержание валовых форм макро- и микроэлементов в почвах, что видно на примере сравнительного изучения их профильного распределения в каштановых маломощной и сильносмытой почвах юго-востока Приволжской возвышенности (рис. 8).

Высокое содержание карбонатов кальция в профиле сильносмытой почвы, особенно в верхней его части, вызвано приближением к поверхности верхней границы карбонатного горизонта вследствие значительного уменьшения мощности гумусовых горизонтов. Кривые распределения магния и железа почти совпадают с содержанием фракции ила в профилях почв. Валовой запас алюминия в гумусовых горизонтах также заметно коррелирует с количеством ила. Однако на глубине 30—50 см сильносмытой разности он резко возрастает, что, очевидно, связано с карбонатностью данного слоя.

Валовое содержание подавляющего большинства представленных на рис. 8 микроэлементов четко согласуется с количественным перераспределением по профилю почв мелкодисперсных гранулометрических фракций и гумуса. Почвы, сформировавшиеся на легкосуглинистом и супесчаном делювии покровных отложений, из-за низкой гумусности и малого содержания илистой и мелкопылеватой фракций бедны мик-

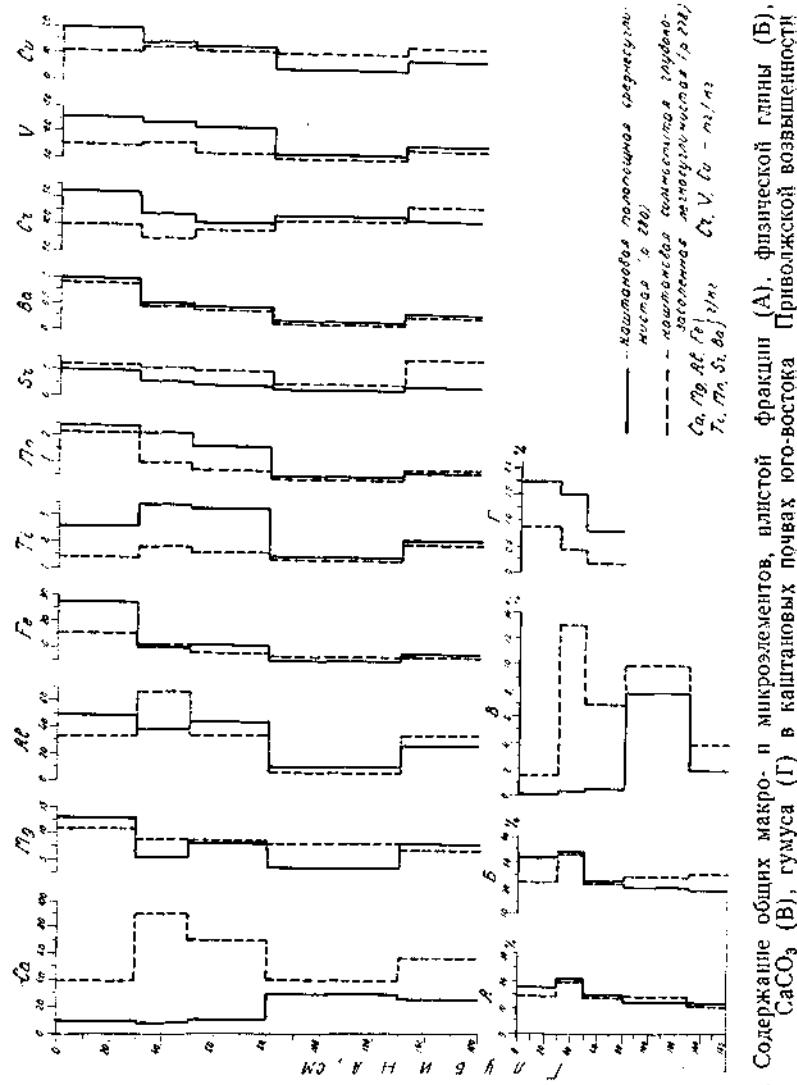


Рис. 8. Содержание общих макро- и микроэлементов, илистого фракции (А), физической глины (Б), общего  $\text{CaCO}_3$  (Г) в каштановых почвах юго-Востока Приволжской возвышенности

рэлементами. Повышенное содержание стронция в каштановой сильносмытой почве объясняется высокой карбонатностью почвенного профиля. Установленные выше зависимости имеют место также и в других почвах каштанового и черноземного типов Русской равнины [13].

Известно, что роль микроэлементов в жизни растений огромна. Они участвуют в составе ферментов в регулировании роста и дыхания растений, в биосинтезе белка и пищевом обмене. Источником подвижных форм микроэлементов в почвах являются в основном первичные минералы, которые под влиянием выделений корневых систем, имеющих кислотную природу, постепенно разрушаются и переходят в почвенный раствор.

Содержание микроэлементов в смытых почвах можно повысить внесением специальных удобрений, а также с помощью различных мелиоративных мероприятий. В частности, долговременная противоэрзационная лесомелиорация темно-каштановых смытых почв Клетского опорного пункта способствовала увеличению в них видового состава и содержания первичных минералов и соответственно повышению потенциальных запасов микроэлементов. Для каждой почвенной разности в межполосном пространстве стокорегулирующих лесных полосами разработана шкала оценки обеспеченности почв микроэлементами, представляющая отношение сумм произведений процентного содержания каждого минерала и его балла на общее число минералов [8]. Оценочная шкала в интервале значений 14—15 соответствует низкой, 15—17 — средней и более 17 — высокой степени обеспеченности почв микроэлементами (табл. 1).

В последние годы получены принципиально новые данные о влиянии противоэрзационных лесонасаждений на свойства смытых почв [14, 15]. Выдвинута обоснованная концепция антропогенных биогеохимических барьеров на склонах (лесные полосы, напашные террасы и др.), ускоренно формирующих почвоулучшенные пояса. Это достигается тем, что лесокультурные агробиоценозы на склонах активизируют биохимические, физико-химические и в целом почвообразовательные процессы в смытых почвах. Накопление лесными полосами дополнительных объемов влаги усиливает скорость иллювирирования в форме

Таблица I

Изменение потенциальной обеспеченности  
темно-каштановых почв микроэлементами  
под влиянием стокорегулирующей лесной полосы

Местоположение почв	Почвенный вид	Доминирующая минералогическая ассоциация	Степень потенциальной обеспеченности микроэлементами и балл оценки
Твердый сток		Циркон-диоксид-ставролит-гранатовая	Низкая — 14
Водораздел	Средне-мощная	Циркон-эпидот-ставролит-полевошпатовая	Низкая — 15
Середина межполосного поля	Средне-смытая	Циркон-рутин-диоксидная	Средняя — 16
Выше по склону от лесной полосы:			
4Н	Слабо-смытая	Циркон-рутин-диоксидная	Средняя — 16
3Н	Мало-мощная	Та же	Средняя — 17
2Н	Средне-мощная	Циркон-рутин-диоксид-эпидот-гранатовая	Высокая — 18
1Н	Мощная	Циркон-рутин-диоксидная	Высокая — 18
Лесная полоса	Средне-мощная	Та же	Высокая — 19
Ниже по склону от лесной полосы:			
1Н	Средне-мощная	—»—	Высокая — 18
2Н	Мало-мощная	—»—	Высокая — 17
3Н	Слабо-смытая	—»—	Средняя — 16,5
4Н	Слабо-и среднесмытые	—»—	Средняя — 16

Примечание. Н — защитная высота древостоя (7 м).

лесосажка. Происходит рост мощностей гумусовых горизонтов в глубь почвы. В зоне влияния лесонасаждений формируется благоприятный микроклиматический режим. Почвы приобретают нейтральную или слабокислую реакцию среды. Вследствие этого создаются качественно новые условия роста и развития растений, повышается общая биопродуктивность сельскохозяйственных угодий, происходит значительный сдвиг кинетики трансформации растительной биомассы в сторону гумификации. Коэффициенты гумификации по сравнению с контролем возрастают в 1,4—2,2 раза. Накопление гумуса в исходных смытых почвах происходит ускоренными темпами. Так, в слое 0—50 см под пологом стокорегулирующих лесных полос ежегодно накапливается в светло-каштановых почвах 1,8—1,9 т/га гумуса, в темно-каштановой — 2,45—2,85. Валовые запасы его здесь соответственно равны 66,5 и 192 т/га, а в равноценном слое эталонных почв 71,7 и 195,2. В лесомелиорированных почвах возрастает также содержание валового азота и подвижных элементов питания.

В результате исследований установлено, что результативность противоэррозионной лесомелиорации в значительной мере определяется ландшафтно-геохимическими условиями территории с ведущей ролью биолитогенного фактора. Так, в зависимости от минералогического и гранулометрического состава пород скорость почвообразовательного процесса колеблется от 2 до 6 мм/год. Наилучшими условиями для этого обладают верхнемеловые и третичные алевриты опесчаненные кварцево-глауконитовые бескарбонатные и опоки опесчаненные с наличием глауконита, фосфорсодержащих минералов и повышенным содержанием глинистого цемента, кварцево-глауконитовые пески и рыхлые песчаники.

Вышеизложенные результаты исследований позволяют на основе установленных соотношений высокодисперсных минералов в смытых почвах и почвообразующих породах давать прогнозную оценку скорости почвообразовательного процесса при лесомелиорации склонов. Реализация с ее помощью лицензионных ресурсов для растений, заложенных в геологических образованиях, является такой же важной и неотъемлемой задачей, как и учет особенностей рельефа.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Почвозащитная организация территории склонов: Методические рекомендации и указания для противоэррозионного проектирования (Технология проектирования и типичные схемы организации территории).— Воронеж, 1986.— 45 с.
2. Лопырев М. И. Контурная организация территории и производительность машин // Проблемы и резервы контурного земледелия.— М.: Колос, 1982.— С. 78—83.
3. Викторов А. С. Рисунок ландшафта.— М.: Мысль, 1986.— 178 с.
4. Григорьев А. А. Космическая индикация ландшафтов Земли.— Л., 1975.
5. Изображение мезоструктур почвенного покрова на почвенной карте СССР в масштабе 1 : 2500000 / В. М. Фридланд, Л. П. Бубина, Караваева и др. // Структура почвенного покрова и ее значение для картирования почв, учета и использования почвенных ресурсов: Тез. докл. IV Всесоюзн. совещ.— М., 1980.
6. Солнцев В. Н. Системная организация ландшафтов (Проблемы методологии и теории).— М.: Мысль, 1981.— 238 с.
7. Зайченко К. И. Почвенные катены каштановой зоны юго-востока европейской части РСФСР и их трансформация в лесокультурных ландшафтах // Лесомелиорация склонов: Сб. науч. тр. ВНИАЛМИ.— Волгоград, 1985.— Вып. 3 (86).— С. 139—154.
8. Зайченко К. И. Первичные минералы и лесопригодность смытых почв каштанового типа Волгоградского правобережья // Научные основы противоэррозионной лесомелиорации: Сб. науч. тр. ВНИАЛМИ.— Волгоград, 1982.— Вып. 1 (75).— С. 25—42.
9. Горбунов Н. И. Минералогия и коллондная химия почв.— М.: Наука, 1974.— 314 с.
10. Горбунов Н. И. Минералогия и физическая химия почв.— М.: Наука, 1978.— 293 с.
11. Болиховский В. Ф., Зырин Н. Г. Глинистые минералы почвообразующих пород центральной части Русской равнины // Почвоведение.— 1975.— № 10.— С. 114—126.
12. Плейстоцен / К. К. Марков, А. А. Величко, Г. И. Лазуков, В. А. Николаев.— М.: Высшая школа, 1968.— 411 с.
13. Микроэлементы в почвах СССР.— М.: Изд-во МГУ, 1981.— 242 с.
14. Зыков И. Г., Зайченко К. И., Петелько Н. Е. Влияние противоэррозионной мелиорации на свойства смытых серых лесных почв центральной лесостепи // Лесомелиорация склонов: Сб. науч. тр. ВНИАЛМИ.— Волгоград, 1985.— Вып. 3 (86).— С. 29—43.
15. Зыков И. Г., Зайченко К. И. Антропогенные биогеохимические барьера на склонах и повышение плодородия смытых почв // Защитное лесоразведение и повышение плодородия почв.— Новосибирск, 1986.— С. 121—122.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приводимые в сборнике материалы представляют собой дальнейшее развитие проблемы защитного лесоразведения при новой системе организации территории, результаты первого этапа исследований которой отражены во «Временных рекомендациях по созданию водорегулирующих лесных полос с контурным размещением на склоновых землях» (М., 1983), одобренных научно-техническим советом Министерства сельского хозяйства СССР и Государственного совета СССР по лесному хозяйству в 1983 г.

По ориентировочным расчетам, контурную организацию территории в районах интенсивного земледелия на первом этапе внедрения целесообразно применить на 40—50 млн га. Защитные лесные насаждения в этом случае смогут дополнительно зарегулировать 15—20 мм поверхностного стока, на 20—25% сократить смыв почвы, повысить биопродуктивность угодий на 200—250 кг/га.

Для перехода на контурную организацию территории предстоит решить ряд вопросов защитного лесоразведения. Прежде всего необходимо разработать систему мер, позволяющую сохранить непрерывность мелиоративной защиты. Потребуется пересмотреть параметры систем и конкретных видов защитных лесных насаждений, ассортимент пород, конструкций и другие вопросы. Ошибочным является мнение ряда ученых о возможности сохранения на водосборе прямолинейных лесных полос, расположенных под углом к горизонталям.

Региональным особенностям защитного лесоразведения при контурной организации территории посвящен ряд статей настоящего сборника. Исследования показали, что при новой организации территории проявляются большие возможности лесной мелиорации. Вполне реальной становится задача полной мелио-

ративной защиты всей площади поля, гомогенизации экологических условий в пределах рабочих участков, оптимизации агроландшафтов. Появляется возможность большей интенсификации землепользования, адаптации растениеводства применительно не только к природным условиям, но и к изменившимся социально-экономическим условиям сельскохозяйственного производства.

Доктор сельскохозяйственных наук

И. Г. ЗЫКОВ.

## СОДЕРЖАНИЕ

### Введение

Лопырев М. И., Калюгин П. Б. Взаимоувязанное проектирование контурных лесных полос и контурной обработки на склонах . . . . .	5
Барабанов А. Т., Петелько А. И., Антонов В. И. Взаимодействие антропогенных факторов, их влияние на эрозионно-гидрологические процессы и урожай при контурной организации территории . . . . .	19
Гаршинев Е. А. Выбор способа размещения лесополос на водосборах с учетом направления вредоносных ветров . . . . .	30
Зайченко К. И., Зыков И. Г. Противоэрзионная лесомелиорация Сыртового Заволжья и повышение плодородия обыкновенных черноземов . . . . .	43
Ивонин В. М., Власова Л. В. Роль и место лесных полос в противоэрзионной системе водосбора . . . . .	58
Гаршинев Е. А. Формально-генетический анализ горизонталей (рельефа местности) в связи с контурным размещением противоэрзионных лесонасаждений . . . . .	79
Барабанов А. Т. Новый способ крупнополосного размещения сельскохозяйственных культур в системе лесных полос при контурной организации территории . . . . .	92
Сурмач Г. П. Противоэрзионная мелиорация — эрозионование. О предмете науки . . . . .	100
Уваров В. М., Кириченко С. Г. Влияние контурных лесных полос на увлажнение склонов . . . . .	106
Бондаренко Ю. В., Анопин В. Н., Калужский В. А. К вопросу о контурном размещении лесных полос в связи с ложбинностью склонов . . . . .	111
Антонов В. И. Оценка эффективности технологий создания контурных лесных полос . . . . .	117
Рожков А. Г. О мерах борьбы с овражной эрозией . . . . .	123
Полуэктов Е. В., Музыченко Г. Б., Скрипаниев С. Ф. Роль лесных насаждений в защите от эрозии черноземов в Ростовской области . . . . .	133
Уваров В. М. Стокорегулирующая и противоэрзионная роль контурных лесных полос в лесостепи Западной Сибири . . . . .	142

## ДЛЯ ЗАМЕТОК

Зыков И. Г., Помёщиков С. П. Эрозионно-аккумулятивные процессы на водосборах малых рек Среднего Дона	148
Раков А. Ю. Мелиоративная роль устройства территории и контурных лесных насаждений в условиях совместного проявления водной и ветровой эрозии почв на Северном Кавказе . . . . .	160
Дьяков В. Н. Противоэрзионная и стокорегулирующая эффективность контурных лесополос в Курской области . . . . .	166
Севостьянов В. В. Овражная эрозия юга Приволжской возвышенности . . . . .	177
Зайченко К. И. Почвенно-геологическое обоснование противоэрзионных мелиораций склонов юго-востока РСФСР . . . . .	184
Заключение . . . . .	203

# ЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ ПРИ КОНТУРНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

Сборник научных трудов

Редактор А. Н. Хохлова  
Технический редактор Т. Н. Попова  
Корректор С. М. Орешкина

Сдано в набор 26.03.88. Подписано в печать 29.09.88.  
НМ 04004. Формат 84×108 1/32. Бумага офсетная № 2.  
Гарнитура литературная. Высокая печать. Печ. л. усл. 6,5.  
Уч.-изд. л. 10,5. Тираж 500. Заказ 94. Цена 70 коп.

Отпечатано в типографии издательства  
«Волгоградская правда»,  
г. Волгоград. Привокзальная площадь, Дом печати.