

Н. И. Балакай (ФГБНУ «РосНИИПМ»)

АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОТИВОЭРОЗИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

Целью работы являлось определение наибольшего стокорегулирующего и противоэрозионного эффекта от применяемых различных способов обработки почвы. Для этого были проанализированы многочисленные агротехнические приемы обработки почвы. Установлено, что агротехнические противоэрозионные мероприятия способствуют увеличению противоэрозионной стойкости и впитывающей способности почв, равномерному увлажнению почвы, сокращению объема и интенсивности стока и смыва, предотвращению концентрации стока на пашне, созданию условий для безопасного сброса избытка талой или дождевой воды и снижению смыва почвы до экологически допустимых значений. Они должны применяться в комплексе с другими противоэрозионными мероприятиями.

Ключевые слова: агротехнические противоэрозионные мероприятия, глубокая зяблевая обработка, вспашка поперек склона, искусственный микрорельеф, щелевание, плоскорезная обработка.

N. I. Balakay (FSBSE “RSRILIP”)

AGROTECHNICAL EROSION-PREVENTIVE MEASURES

The objective of the research was the determination of the maximum runoff control and erosion-preventive effect due to applied methods of tillage. Thereto many agrotechnical methods of tillage were analyzed. It was established that agrotechnical erosion-preventive measures promoted to increase erosion-preventive resistance and blotting capacity of soil as well as the uniform of soil wetting; to decrease volume and intensity of runoff and ablation, to prevent the runoff concentration at arable area; to create the conditions for safety escape of excess melt and rain water and decrease of soil ablation down to ecological allowable values. The agrotechnical erosion-preventive measures should be applied in complex with the other erosion-protective measures.

Keywords: agrotechnical erosion-preventive measures, deep autumn ploughing, ploughing across the slope, artificial microrelief, soil slot cutting, wing-chisel tillage.

Успешная борьба с эрозией почв может быть осуществлена только при проведении комплексов противоэрозионных мероприятий, разрабатываемых с учетом местных природно-экономических условий. Одним из основных элементов противоэрозионного комплекса являются агротехнические противоэрозионные мероприятия [1].

По характеру воздействия и назначению агротехнические противоэрозионные приемы можно разделить на четыре основные группы.

В первую группу входят приемы, направленные на улучшение водно-физических свойств почв и, в первую очередь, на повышение водопрони-

нищаемости: углубление пахотного слоя (глубокая вспашка и безотвальное рыхление), окультуривание, искусственное оструктурирование почвы, щелевание, кротование и др. [2].

Во вторую группу входят приемы, направленные на поверхностное водозадержание: поперечная и контурная вспашка зяби, создание искусственного микрорельефа (лункование, прерывистое бороздование, обвалование, микролиманы).

К третьей группе можно отнести приемы, обеспечивающие высокую противозрозионную устойчивость почвы: поверхностные обработки, плоскорезная обработка, мульчирование поверхности почвы и др.

В четвертую группу относят приемы, направленные на регулирование снегоотложения и снеготаяния: снегозадержание (снегопахом, кулисами, лесополосами и др.), полосное зачернение, уплотнение, распашка снега с целью регулирования снеготаяния.

Для проектирования комплекса противозрозионных мероприятий важно знать количественное выражение влияния каждого приема. Вопросам оценки стокорегулирующей и противозрозионной роли агротехнических приемов придается очень большое значение как наиболее эффективным и не требующим больших дополнительных затрат.

Глубокая зяблевая обработка. Многочисленные опыты показали высокую эффективность применения глубокой вспашки (на 27-30-35 см) зяби. Вспашка зяби на глубину 20-22 см с почвоуглублением до 37 см способствовала сокращению стока с 97 до 23 мм, а безотвальное рыхление на глубину 35-40 см – до 36 мм [3].

Исследования, проведенные на североприазовских черноземах Ростовской области [2], показали, что увеличение глубины вспашки зяби до 28-30 см способствовало снижению стока на 5-7 мм.

Г. П. Сурмач [3] пришел к выводу, что углубление пахоты на 1 см способствует сокращению стока от 1,5 до 4,5 мм, это означает, что если углубить пахоту на 8 см, то будет достигнуто сокращение стока на 12-34 мм.

На светло-каштановых почвах Волгоградской области проводились исследования влияния глубокой зяблевой вспашки на сток талых вод и смыв почвы. Глубокая вспашка зяби способствовала снижению стока в маловодные годы на 3-5 мм, а в многоводный на 12 мм. Средняя величина снижения стока составила 5 мм. Смыв почвы снизился с 1,4 до 0,5 м³/га. Обобщенные данные по влиянию глубины зяблевой обработки почвы на сток талых вод и смыв черноземов приведены в таблице 1 [3].

Таблица 1 – Средние показатели стокорегулирующей и противоэрозионной эффективности глубокой зяблевой обработки на черноземах

Агрофон		Снегозапасы снеговой воды, мм	Количество воды, просочившейся в почву, мм	Сток, мм	Коэффициент стока	Смыв почвы, т/га
Вспашка, см	20-22	63	41	22	0,35	3,46
	27-30	64	50	14	0,22	1,80
	20-22	52	28	24	0,46	2,19
То же с почвоуглублением, см	12-15	53	30	23	0,43	2,97
Безотвальная обработка, см	20-22	60	39	21	0,35	1,72
	30-35	72	51	21	0,29	1,70

Увеличение глубины вспашки зяби с 20-22 до 27-30 см сокращает сток на черноземах в среднем на 8 мм. Коэффициент стока снижается на 0,13. Смыв почвы уменьшается на 1,66 т/га. Обработка с почвоуглубителями способствовала уменьшению стока на черноземах на 1 мм.

Таким образом, на светло-каштановых почвах глубокая зяблевая вспашка способствовала сокращению стока в среднем на 5 мм, смыва – на 0,9 м³/га, на обыкновенных черноземах – соответственно на 6 мм и 0,4 м³/га, на черноземах – Центрально-Черноземной области и Нечерноземья на 8 мм и 1,6 м³/га.

Вспашка поперек склона и по контуру. Вспашке зяби поперек склона придают большое значение. Г. П. Сурмач [3] пришел к выводу, что на вариантах с поперечной вспашкой по сравнению с продольной сток в большинстве случаев сокращался на 5-6 мм, а в ряде случаев он был одинаковым.

Исследования С. С. Трегубова [1] на черноземах показали, что поперечная вспашка зяби по сравнению с продольной способствовала сокращению стока на 2-3 мм, а такая же обработка пара уменьшала сток на 7-10 мм.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что стокорегулирующая эффективность поперечной и контурной обработки почвы обеспечивает снижение смыва за счет наличия развальных борозд.

Искусственный микрорельеф. Анализ данных свидетельствует, что в противоэрозионном отношении все приемы поделки искусственного микрорельефа были малоэффективны. Средняя величина сокращения смыва на серых лесных почвах при применении обвалования составила 0,7 т/га, а на лункованной зяби смыв увеличился в среднем на 0,2 т/га [3].

Несколько большая стокорегулирующая эффективность обвалования и прерывистого бороздования на дерново-подзолистых почвах, а сокращение стока на обвалованной зяби на серых лесных почвах в среднем на 19 мм. Средняя величина сокращения стока составляет всего 2 мм (таблица 2) [3].

Таким образом, созданные искусственные емкости микрорельефа не компенсируют потери на впитывание и сток не сокращается. Стокорегулирующий эффект искусственного микрорельефа будет зависеть при прочих равных условиях от степени снижения впитывающей способности почвы при его устройстве.

Щелевание почвы. Его действие направлено на задержание стока в основном на уплотненной пашне: озимых, многолетних травах, естественных кормовых угодьях.

Таблица 2 – Средние показатели стокорегулирующей, противозрозионной и агрономической эффективности искусственного микрорельефа (плюс – увеличение, минус – уменьшение по сравнению с контролем)

Приемы	Сток , мм					Смыв, т/га					Урожай, ц/га		
	дерно- во- подзо- листые почвы	серые почвы	черно- зем вы- щело- ченный	черно- зем обыкно- венный	каштано- вые и светло- каштано- вые поч- вы	дерно- во- подзо- листые почвы	серые поч- вы	черно- зем выще- лочен- ный	черно- зем обык- новен- ный	каштано- вые и светло- каштано- вые поч- вы	дерно- во- подзо- листые почвы	черно- зем выще- лочен- ный	черно- зем обык- новен- ный
Обвалование	– 12	– 19	– 1	– 5	-	+ 0,1	– 0,7	– 0,1	-	-	+ 2,0	+ 0,2	-
Ступенчатая вспашка	-	-	+ 1	– 3	-	-	-	– 0,1	– 2,1	-	-	+ 0,1	+ 2,3
Комбинированная вспашка	-	+ 6	+ 2	– 2	+ 1	-	+ 0,1	0	0	0	– 1,3	– 0,4	+ 2,0
Прерывистое бо- роздование	– 19	– 30	+ 3	– 2	0	– 0,1	+ 0,1	+ 0,2	– 0,4	+ 1,2	+ 1,3	+ 0,4	-
Лункование	-	– 6	+ 1	+ 7	+ 2	-	+ 0,2	+ 0,2	0	– 0,1	+ 1,5	+ 0,1	– 0,3
Микролиманы и крестование	-		– 5	+ 2	– 1	-	-	-	-	-	-	-	+ 1,3

Щелевание уплотненной пашни способствует небольшому сокращению стока и повышению продуктивности. При небольшой глубине промерзания, когда почва на дне щелей бывает талая (глубина щелевания обычно не более 50 см), стокорегулирующий эффект щелевания высокий.

Щели, заполненные соломой или другим мульчматериалом, который предохраняет почву от замерзания, также высокоэффективны. Открытые щели засыпаются землей, обычно глубоко промерзают, после оттепелей заполняются льдом, становятся водонепроницаемыми, и эффект от щелевания бывает отрицательный. Величина задержания стока не превышает 5-7 мм. Противоэрозионная роль щелей тем более невысока. Этот прием можно совершенствовать, создавая более глубокие (свыше глубины промерзания почвы) открытые или заполненные мульчматериалами щели [1, 3].

Таким образом, материалы исследований показали, что стокорегулирующий эффект щелевания уплотненных видов пашни и других сельскохозяйственных угодий осенью по талой почве составляет в среднем 5-7 мм. Щелевание замерзшей сверху (на 10-12 см) зяби на глубину до 50 см способствует сокращению стока в среднем на 4 мм (таблица 3). Противоэрозионный эффект щелевания низкий.

Плоскорезная обработка получила широкое распространение в последние годы. Она способствует большему накоплению снега, увеличению стока при одновременном повышении водопоглощения.

На серых лесных почвах юга Центрального района Нечерноземной зоны в среднем за 15 лет плоскорезная обработка обусловила увеличение снегозапасов на 4 мм (с 97 до 101 мм), стока на 6 мм (с 20 до 26 мм) и сокращение смыва с 1,06 до 0,07 м³/га. В многоводные и средневодные годы сток при плоскорезной обработке почвы был выше, чем при отвальной на 15-32 мм [3]. Смыв почвы плоскорезная обработка предотвращала полностью. В многоводные годы снижение смыва достигало 6,7 м³/га.

Таблица 3 – Показатели стокорегулирующей, противозрозионной и агрономической эффективности щелевания зяби по замерзшей на глубину 10-12 см почве

Показатели	1971		1972		1973		1974		1975		1976		Среднее	
	кон- троль ¹	щеле- вание	кон- троль ¹	щеле- вание	кон- троль ¹	щеле- вание	кон- троль ¹	щеле- вание	кон- троль ¹	ще- лева- ние	кон- троль ¹	щеле- вание	кон- троль ¹	щелева- ние
Запасы во- ды в снеге + осадки за период сто- ка, мм	123	128	42	34	62	63	80	78	105	104	138	138	92	91
Водопо- глоще- ние,мм	50	65	29	19	31	34	27	36	105	104	138	138	64	66
Сток, мм	73	63	13	15	31	29	53	42	0	0	0	0	28	25
Коэффици- ент стока	0,59	0,42	0,31	0,44	0,50	0,46	0,66	0,54	0	0	0	0	0,30	0,27
Смыв поч- вы, $\frac{м^3}{га^2}$ т/га	$\frac{5,50}{1,13}$	$\frac{4,60}{1,0}$	$\frac{0}{1,03}$	$\frac{0}{0,4}$	$\frac{2,2}{0,9}$	$\frac{0,7}{0,8}$	$\frac{1,2}{0,13}$	$\frac{1,6}{0,23}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{1,50}{0,4}$	$\frac{1,2}{0,5}$
НСР _{0,5}	1,3		1,8		3,5		19,7		5,6		5,7			
Примечание: 1– контроль– вспашка поперек склона на глубину 25-27 см; 2 – в числителе смыв, учтенный по водороинам, в зна- менателе – по мутности														

На черноземах ЦЧО плоскорезная обработка способствовала увеличению снегозапасов на 11 мм, водопоглощения на 8 мм и стока на 3 мм. Смыв почвы при плоскорезной обработке по сравнению с отвальной снижался на серых лесных почвах с 1 до 0,14 м³/га, на черноземах – с 0,78 до 0,30 м³/га.

На обыкновенных черноземах плоскорезная обработка почвы способствовала увеличению снегозапасов на 15 мм, водопоглощения на 13 мм, а стока на 2 мм. Смыв почвы уменьшился с 0,78 до 0,50 м³/га.

На южных черноземах плоскорезная обработка способствовала увеличению снегозапасов на 11 мм, водопоглощения на 9 мм. Разница в стоке была незначительная (2 мм), а коэффициент стока был одинаковый (0,12), смыв почвы при плоскорезной обработке снизился с 5,8 до 4,6 т/га [1, 2].

Таким образом, при плоскорезной обработке отмечается тенденция к повышению снегозапасов, стока талых вод и водопоглощения. Противоэрозионная роль плоскорезной обработки высокая. Причем в зональном плане она увеличивается при движении с юга на север.

Мульчирование зяби соломой. Мульча способствует сохранению комочков почвы от разрушения и поддержанию верхнего слоя в более рыхлом состоянии.

Это, в свою очередь, обеспечивает просачивание влаги во время зимних оттепелей из верхнего слоя в более глубокие и предохраняло поры от закупорки льдом. Результаты опытов по оценке эффективности мульчирования зяби, проведенные Е. Я. Тубольцевым [3] на серых лесных почвах Новосибирской ЗАГЛОС, приведены в таблице 4.

На контроле без мульчирования комочки почвы разрушались под действием осенних осадков и поверхность почвы становилась ровной и монолитной, местами на ней образовывалась ледяная корка. Водопоглощение почвой под мульчей было выше.

Таким образом, стокорегулирующая эффективность мульчирования зяби составила 5-7 мм. Мульчирования было недостаточно для длительного сохранения водопрочной структуры и значительного сокращения стока. В противоэрозионном отношении мульчирование зяби оказалось высокоэффективным.

Запашка соломы в почву. Этот прием применяется с целью обогащения почвы органическим веществом, повышение ее порозности и впитывающей способности почвы. Перед запашкой солому (10-12 т/га) разбрасывают ровным слоем по поверхности почвы. Данные о стокорегулирующей, противоэрозионной и агрономической эффективности запашки соломы приведены в таблице 5. Этот прием способствовал сокращению стока на 5-6 мм. [3].

Регулирование снеготаяния. К приемам регулирования снеготаяния относятся полосное зачернение, уплотнение, валкование и мульчирование снега. Исследования показали, что полосное зачернение снега в многоснежном году способствует ускорению стаивания снега на полосах и сокращению стока со 150 до 128 мм. Однако смыв почвы увеличивается в два раза, поскольку на освободившихся от снега участках талая вода концентрируется в ручьи и стекает с большей скоростью, что усиливает эрозию [3].

Наблюдения показали, что при равномерном снеготаянии (без зачернения) доля воды, производящей смыв почвы, составляла 52 %, а при зачернении 73 % от величины стока.

Стокорегулирующая эффективность замедления снеготаяния (полосное укрытие снега соломой) оказалась невысокой. Сток в 1973 г. сократился с 31 до 27 мм, а коэффициент стока с 0,50 до 0,40. На полосах, покрытых соломой, снеготаяние проходило медленнее. Основная масса снега таяла после схода его в межполосном пространстве, где в это время почва уже начинала оттаивать сверху. Талая вода частично просачивалась, а остальная стекала, проделывая проходы в не растаявших полосах снега.

Таблица 4 – Показатели стокорегулирующей, противозрозионной и агрономической эффективности мульчирования зяби соломой

Показатели	1972		1973		1974		1975	
	контроль	мульчирование	контроль	мульчирование	контроль	мульчирование	контроль	мульчирование
Запасы воды в снеге + осадки за период стока, мм	42	46	62	71	80	79	105	115
Количество просочившейся в почву воды, мм	29	41	31	45	27	39	105	115
Сток, мм	13	5	31	26	53	40	0	0
Коэффициент стока	0,13	0,11	0,50	0,37	0,66	0,51	0	0
Смыв почвы, $\frac{м^3}{га^2}$ т/га	$\frac{0}{0,03}$	$\frac{0}{0,02}$	$\frac{2,2}{0,9}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{1,2}{0,13}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$
Урожайность с.-х. культур, ц/га	2,0	2,7	31,2	33,7	137,0	168,0	20,9	28,9

Таблица 5 – Показатели стокорегулирующей, противозрозионной и агрономической эффективности заправки соломой в почву

Показатели	1972		1973		1974		1975	
	контроль	заправка соломой	контроль	заправка соломой	контроль	заправка соломой	контроль	заправка соломой
Запасы воды в снеге + осадки за период стока, мм	51	48	70	66	64	62	86	82
Количество просочившейся в почву воды, мм	38	40	39	41	14	13	86	82
Сток, мм	13	8	31	25	50	49	0	0
Коэффициент стока	0,26	0,17	0,44	0,38	0,78	0,80	0	0
Смыв почвы, $\frac{м^3}{га^2}$ т/га	$\frac{0}{0,08}$	$\frac{0}{0,04}$	$\frac{0,9}{0,9}$	$\frac{0,5}{0,4}$	$\frac{2,2}{0,03}$	$\frac{2,10}{0,41}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$
Урожайность с.-х. культур, ц/га	1,6	1,4	30,5	33,1	213,0	211,0	35,3	37,4

В результате количественной оценки эффективности агротехнических приемов Г. П. Сурмачем и А. И. Крупчатниковым [3] разработаны коэффициенты их почвозащитного влияния (таблица 6), которые используются при проектировании комплекса противоэрозионных мероприятий.

Таблица 6 – Коэффициенты противоэрозионного влияния агротехнических приемов

Наименование приемов	Черноземы			Серые лесные почвы		
	несмытые и слабо-смытые	средне-смытые	сильно-смытые	несмытые и слабо-смытые	средне-смытые	сильно-смытые
Глубокая зяблевая вспашка	0,88	0,88	0,88	0,83	0,83	0,83
Искусственный микро-рельеф на пропашных культурах (прерывистое бороздование, окучивание)	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Плоскорезная обработка	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Узкорядный и перекрестный сев	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Внесение удобрений	0,80	0,75	0,70	0,75	0,70	0,65
Глубокое щелевание зяби, озимых и многолетних трав	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Регулирование снегоотложения (снегозадержание)	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85

Таким образом, агротехнические противоэрозионные мероприятия способствуют увеличению противоэрозионной стойкости и впитывающей способности почв, равномерному увлажнению почвы, сокращению объема и интенсивности стока и смыва, предотвращению концентрации стока на пашне, созданию условий для безопасного сброса избытка талой или дождевой воды и снижению смыва почвы до экологически допустимых значений. Они должны обязательно применяться в комплексе с другими противоэрозионными мероприятиями.

Список использованных источников

1 Щедрин, В. Н. Система мелиоративных мероприятий для различных типов агроландшафтов, обеспечивающих устойчивость к деградации

Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации, № 3(07), 2012 г., [78-89]

онным процессам и повышение плодородия почв: рекомендации / В. Н. Щедрин [и др.]. – М.: Столичная типография, 2008. – 84 с.

2 Балакай, Н. И. Определение рационального соотношения орошаемых и богарных сельхозугодий на разных агроландшафтах юга России / Н. И. Балакай, Г. Т. Балакай // Мелиорация и водное хозяйство. – 2010. – № 6. – С. 39-41.

3 Барабанов, А. Т. Агролесомелиорация в почвозащитном земледелии / А. Т. Барабанов. – Волгоград. 1993. – 156 с.

Балакай Наталья Ивановна – кандидат сельскохозяйственных наук, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации», старший научный сотрудник.
Контактный телефон: 8-905-426-78-31. E-mail: nbalakay@mail.ru

Balakay Natalya Ivanovna – Candidate of Agricultural Sciences, Federal state budget scientific establishment “Russian scientific research institute of land improvement problems”, Senior Researcher.
Contact telephone number: 8-905-426-78-31. E-mail: nbalakay@mail.ru