

УДК 631.459.2:631.613:551.58

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИЕМОВ
ЗАЩИТЫ ПОЧВ ОТ ЭРОЗИИ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНОГО
ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

А.И. БЕЛОЛЮБЦЕВ

(Кафедра метеорологии и климатологии)

Смена экологической обстановки в результате глобального потепления нарушает устойчивость эрозионно-опасных агроландшафтов и их равновесие. Выбор приема или способа обработки почвы в системе противоэрозионного земледелия должен быть строго дифференцированным с учетом конкретных природно-климатических условий местности.

Ключевые слова: глобальное потепление, эрозия почв, агроландшафты, сток, противоэрозионная эффективность, экологическая устойчивость, минимализация, щелевание, деградация почв.

Как показывают накопленный опыт и современная практика, в т.ч. мировая, полностью предотвратить потери воды и почвы с пашни интенсивно используемых склоновых территорий не представляется возможным. Однако свести эти потери до экологически допустимых и снизить загрязнение окружающей среды — задача вполне выполнимая, в частности, в рамках освоения противоэрозионных систем земледелия на ландшафтной основе [1—3].

В последние годы вследствие колебаний и глобальных изменений климата в сторону потепления произошли экологические изменения важнейших свойств и режимов ландшафтных комплексов, приводящие к серьезным последствиям для сельского хозяйства и напрямую отражающиеся на состоянии почв освоенных склоновых земель, а также протекающих в них процессов [5]. Особое место в предупреждении и минимизации негативной направленности последних отводится агротехническим приемам и способам обработки почвы.

Условия и методика проведения

Исследования выполнены в 1981—2005 гг. в стационарном полевом опыте М-01-18-ОП, который был заложен осенью 1980 г. проф. И.С. Кочетовым в Московской обл.

История ведения опыта включает два периода. В первый период (1980—1989) на двух смежных склонах южной экспозиции развернут трехфакторный опыт. Во второй период (с 1990 г. и до настоящего времени) с учетом дальнейшего совершенствования систем земледелия, комплексного изучения принципов разноглубинности, минимализации, почвозащитной целесообразности и экологической адаптивности приёмов обработки почвы, построения на этой основе принципиально новых ландшафтных систем земледелия для эрозионно-опасных территорий полевой опыт был модернизирован (схема).

На опытном участке развернут пятипольный почвозащитный зернотравяной севооборот во времени: 1 — овёс;

Схема двухфакторного опыта 6х2

А. Обработка почвы	В. Склон
1. Вспашка на глубину 20-22 см (контроль)	1.8° 2.4°
2. Вспашка + щелевание на 40-50 см и нарезанием щелей через 7-8 м	
3. Плоскорезная на 18-20 см + щелевание через 1,4 м	
4. Плоскорезная + чизелевание на 38-40 см	
5. Поверхностная на 6-8 см + щелевание через 3-4 м	
6. Поверхностная	

2 — ячмень с подсевом многолетних трав; 3 — многолетние травы 1-го года пользования; 4 — многолетние травы 2-го года пользования; 5 — озимая пшеница.

Предпосевная обработка почвы под возделываемые культуры, за исключением многолетних трав, включает дискование (БДТ-3) и обработку РВК-3,6 на глубину заделки семян. Основные обработки применяли дифференцированно. Нарезание щелей (ЩН-2-140) по вспашке и поверхностной обработке (зябь) проводили в позднеосенний период при устойчивом промерзании почвы на глубину 3-5 см, при возделывании многолетних трав — в осенний период до промерзания почвы. В вариантах, включающих плоскорезную обработку в сочетании со щелеванием и чизелеванием, основную обработку проводили в обычные сроки комбинированным агрегатом ПЩН-2,5. Для усиления почвозащитной эффективности поверхностной обработки после первого укоса многолетних трав 2-го года пользования применяли чизелевание на глубину 38-40 см плугом ПЧ-4,5М. Все обработки и посев осуществляли поперёк склона.

С целью повышения почвозащитной эффективности изучаемых приемов и систем обработки почвы, ее плодородия, влагосбережения- и более рационального использования пожнивных остатков во время уборки урожая ози-

мой пшеницы и овса начиная с 1990 г. дополнительно применяли мульчирование поверхности почвы измельченной соломой и половой.

Результаты и их обсуждение

Для более достоверной оценки почвозащитных свойств агроприемов в конкретных природно-климатических условиях зоны важны данные о величине суммарного эффекта, полученного в результате длительного изучения их действия и последствий. Кроме того, необходимо разобраться, при каких условиях тот или иной прием или их комбинации могут дать максимальный эффект, а при каких они бесполезны или даже вредны. Для этого в первую очередь надо иметь сведения о современном природном потенциале данной территории.

Для оценки природно-ресурсного потенциала Центральных областей Нечерноземной зоны мы использовали результаты 25-летних метеорологических наблюдений (1981-2005) Михайловского агрометпоста «Голохвастово», расположенного в районе проведения полевых опытов. Так, анализ термического режима приземного слоя воздуха, как одного из ведущих факторов среды, за этот временной интервал показывает устойчивую тенденцию к потеплению климата. Отмечается повышение среднегодовой температуры по отношению к климатической норме для этой территории на 1,5°С.

Гораздо более существенные изменения природно-климатических показателей, по данным агрометпоста, отмечены в рамках изучаемого периода и при внутрigoдовом их распределении. С учетом специфики производства растениеводческой продукции нами были выделены и взяты за основу для анализа метеорологические условия наиболее важных периодов в пределах сельскохозяйственного года. К таким временным интервалам отнесен холодный сезон (ноябрь - март) и ос-

новой вегетационный цикл (май - август). Кроме того, с учетом быстрого потепления климата 2 5-летний ряд наблюдений был поделен на два подпериода — 10 и 15 лет соответственно, отражающих характерные изменения внешних условий.

За последние десятилетия температура в холодный сезон повысилась на 2,3°C и составляет -5,4°C (при норме -7,7). Однако устойчивость ее повышения была невысокой, тренд статистически незначим ($R^2=0,12$), что говорит о значительных колебаниях и изменениях изучаемого элемента. Процесс потепления зимних периодов, т.е. устойчивого преобладания повторяемости теплых зимних сезонов над повторяемостью холодных, усилился в конце 1980-х и особенно с начала 1990-х гг. Наибольшие изменения температуры произошли по отдельным месяцам. В январе ее значения были выше среднеемноголетних на 4,6°C, в феврале — на 3,0 и в марте — на 3,1°C. Общее увеличение составило 2,6°C, что на 0,7°C теплее, чем за первый 10-летний период (табл. 1).

Факт присутствия в холодный сезон длительно-однонаправленных изменений количества дней с температурой выше 0°C ($R^2=0,44$) не вызывает сомнений. При этом сохраняется и общая закономерность их распределения в пределах изучаемого периода. Если в первое десятилетие (1980-1990) число таких дней соответствовало климатической норме (34), то в 1990-2005 гг. их количество увеличилось на 7 6%. Количество интенсивных оттепелей в зимний период с температурой выше 2,5°C, наиболее опасных для форми-

рования негативных свойств почв, снижающих ее стокорегулирующие и почвозащитные показатели, возросло более чем в 2 раза.

Такую же устойчивую тенденцию к смене глобальной экологической обстановки показывает и анализ термического режима 125-летнего периода наблюдений обсерватории имени В.А. Михельсона РГАУ — МСХА [4]. Следовательно, обобщая эти результаты, можно с уверенностью констатировать, что к концу XX и началу XXI века произошли заметные изменения климата Центральных областей Нечерноземной зоны в сторону потепления, особенно существенно в зимний период последних десятилетий.

В зернотравяном севообороте на склонах разной крутизны южной экспозиции нами были спроектированы технологические схемы на основе отвальной, плоскорезной, поверхностной, щелевания, чизелевания и их комбинаций с разной интенсивностью и глубиной обработки эродированной почвы. Комплексная оценка их агроэкологической эффективности являлась основной нашей задачей при проведении экспериментов.

Моделирование технологий показало, что различные варианты обработки дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы формируют неодинаковое строение почвенного профиля, оказывающего существенное влияние на характер и интенсивность проявления эрозионных процессов при снеготаянии. Так, зяблевая вспашка поперек склона в сочетании с дополнительным щелеванием на глубину 40—50 см, проводимым дифференцирован-

Т а б л и ц а 1

Средние температуры воздуха холодного периода, °С

Период, годы	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	В среднем за период
Средняя многолетняя	-2,8	-8,4	-11	-10,3	-5,8	-7,7
1980-2005	-2,6	-6,6	-7,1	-7,8	-2,7	-5,4
1980-1990	-2,8	-6,4	-8,2	-8,7	-2,7	-5,8
1990-2005	-2,5	-6,7	-6,4	-7,3	-2,7	-5,1

но по срокам в зависимости от возделываемой культуры, обеспечивает заметное сокращение поверхностного стока. Рыхление и оборот верхнего пласта, прорезание стойками почвенных горизонтов и разуплотнение лапами щелевателя подпахотного слоя способствуют активному переводу талых вод в глубь почвы — в зону с пониженной влажностью и слабым промерзанием. При этом возрастает площадь контакта влаги с почвой, что в совокупности усиливает впитывание и перераспределение воды в глубоких ее слоях. Наиболее заметной стокорегулирующая эффективность щелевания была за первые две ротации севооборота, где поверхностный сток на склоне крутизной 8 и 4° сократился по отношению к контрольному варианту на 40 и 50% соответственно (табл. 2).

Потепление холодных периодов года оказывает негативное влияние на водорегулирующую эффективность щелевания и другие противоэрозионные приемы. Интенсивные оттепели и жидкие осадки, часто выпадающие в зимний сезон последних лет, приводят к обильному увлажнению охлажденной почвы, формированию ледяной корки

и цементации пахотного горизонта льдом. В таких условиях крупнопористое строение почвенного профиля уже не приносит ожидаемого результата. Более того, оно не всегда желательно, а в отдельных случаях даже вредно. Вода, заполнив щели и другие крупные межагрегатные полости, определяет дальнейшую направленность мерзлотного процесса почвы, при этом существенно повышается степень ее промерзания и формируется практически водонепроницаемый слой. По мере оттаивания и освобождения щелей ото льда возрастает и их водопоглощение, однако в целом применение щелевания уже не имеет заметного преимущества по отношению к отвальной вспашке и другим изучаемым вариантам обработки почвы.

На этом фоне неплохо зарекомендовала себя ежегодная вспашка на глубину 20-22 см, проводимая поперек склона. Интенсивное разуплотнение верхнего слоя, наличие свободных пор и крупных межагрегатных промежутков, а также степень выравненности зяби (с большим аккумулялирующим объемом микрорельефа) обеспечивают результативное задержание и перерас-

Таблица 2

Действие противоэрозионных обработок почвы и рельефа на формирование поверхностного стока талых вод, мм

Вариант	Ротации севооборота, по годам				
	1981–1985	1986–1990	1991–1995	1996–2000	2001–2005
<i>Склон крутизной 8°</i>					
Вспашка (контроль)	27,4	28,4	20,7	16,9	14,2
Вспашка + щелевание	19,2	14,3	17,3	16,3	15,8
Плоскорезная + щелевание	—	—	25,7	19,3	16,3
Плоскорезная + чизелевание	—	—	20,6	17,6	19,2
Поверхностная + щелевание	—	—	18,7	17,2	17,7
Поверхностная	34,8	33,7	20,8	17,1	18,5
<i>Склон крутизной 4°</i>					
Вспашка (контроль)	13,8	9,9	7,2	8,5	4,4
Вспашка + щелевание	7,4	4,6	7,9	9,4	4,4
Плоскорезная + щелевание	—	—	10,4	9,5	4,6
Плоскорезная + чизелевание	—	—	8,4	8,9	4,4
Поверхностная + щелевание	—	—	7,0	9,2	4,4
Поверхностная	13,0	12,0	10,3	9,3	4,7
НСР ₀₅ фактор	5,8	9,1	1,9	1,7	2,5
	7,1	11,2	3,3	3,0	4,3

пределение части талого стока в глубь почвы. При этом стокорегулирующая эффективность вспашки заметно возрастает в последние годы, параллельно с уменьшением глубины промерзания почвы, хотя эта связь и неочевидна ($r = 0,28$). Тем не менее, из-за наличия плужной подошвы, слабой устойчивости верхнего слоя почвы к эродирующему воздействию и неоднократного формирования лавинного сброса талых вод применение данного агроприема вряд ли можно считать целесообразным, особенно на склонах повышенной крутизны.

Водорегулирующее воздействие плоскорезных обработок в сочетании со щелеванием и чизелеванием в условиях неустойчивых зим оставалось самым низким из всех вариантов, особенно на склоне крутизной 8° . Наличие растительных остатков способствует большему увлажнению поверхности почвы в позднесенний период и зимой в оттепели, что снижает ее инфильтрационные возможности и увеличивает поверхностный сток.

Обращает на себя внимание общая, четко выраженная по всем обработкам и элементам рельефа, тенденция

сокращения поверхностного стока в динамике по ротациям севооборота (см. табл. 2). Несмотря на ощутимое возрастание за последние 15 лет количества зимних осадков и накопление запасов воды в снеге перед весенним таянием, сток уменьшился в среднем на 24%. При этом наиболее существенное сокращение (28%) отмечено на склоне крутизной 8° . Это является весьма важным результатом, так как этот склон характеризуется значительно более высокой эрозионной опасностью.

При оценке роли изучаемых агротехнических приемов обработки почвы в регулировании поверхностного стока следует отметить, что несмотря на значительное снижение в последние годы эффективности щелевания, преимущества этого варианта перед другими по-прежнему достаточно очевидны. Применение щелевания позволяет сократить непродуктивные потери влаги на склонах 8 и 4° по сравнению с обычной вспашкой на 24 и 23%, а с поверхностной обработкой — на 34 и 32% соответственно (рис. 1).

Согласно шкале интенсивности, объем стока талых вод за период исследований находился в диапазоне от

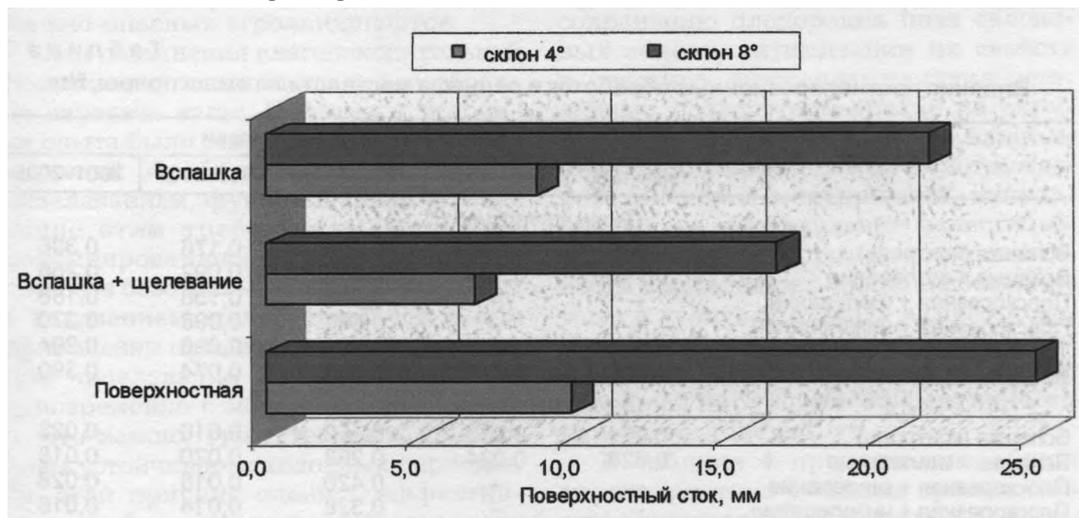


Рис. 1. Влияние противозерозионных обработок на объем поверхностного стока талых вод, 1981-2005 гг.

«очень слабого» (до 7 мм) до «сильного» (41-75 мм). Максимальные его значения зафиксированы в 1986 г. — 59,8 мм, с коэффициентом стока 0,42. В большинстве же случаев смоделированные и освоенные нами технологические схемы защиты почв от эрозии на склонах с «большой» (склон 4°) и «очень большой» (склон 8°) степенью потенциальной эрозионной опасности сдерживали интенсивность поверхностного стока в пределах от «слабого» до «умеренного».

Наиболее слабыми водорегулирующими свойствами обладает почва при поверхностной обработке. Минимализация (дискование на глубину 6-8 см) не обеспечивает эффективного уплотнения пахотного слоя даже с учетом дополнительного применения нами один раз в ротацию чизелевания на глубину 38-40 см. Только в последние годы отмечены некоторые позитивные изменения в процессах инфильтрации в этом варианте, обусловленные определенным улучшением показателей плодородия. Гетерогенное строение пахотного горизонта (наличие уплотненного слоя глубже 8 см) и низкая водоудерживающая аккумулирующая емкость поверхности почвы способствуют

дополнительным потерям талой воды на сток. В сочетании со слабой противоэрозионной устойчивостью верхнего слоя почвы это приводит к усилению эрозионных процессов.

Почвозащитная эффективность поверхностной обработки на протяжении почти всего периода исследований оставалась одной из самых низких среди изучаемых вариантов (табл. 3). Наиболее значительными эти различия отмечены за первые десять лет, особенно на склоне крутизной 8°, где потери почвы по отношению к вспашке были выше на 0,2 т/га, или 57%, а по отношению к щелеванию — на 0,4 т/га, или 74%. Вместе с тем за последние три ротации севооборота противоэрозионная устойчивость почв при поверхностной обработке возросла и уже заметно не отличалась от других вариантов. С одной стороны, на это повлияли погодные условия зимне-весенних периодов, нивелировавшие эти различия, с другой — использование с начала 1990-х годов мульчи в виде измельченной соломы, усилившей почвозащитные свойства верхнего слоя почвы и воспрепятствовавшей более интенсивному ее смыву и размыву.

Таблица 3

Влияние противоэрозионных обработок и рельефа местности на смыв почвы, т/га

Вариант	Ротации севооборота, по годам					
	1981–1985	1986–1990	1991–1995	1996–2000	2001–2005	
<i>Склон крутизной 8°</i>						
Вспашка (контроль)	0,348	0,336	0,696	0,176	0,336	
Вспашка + щелевание	0,146	0,134	0,536	0,092	0,256	
Плоскорезная + щелевание	—	—	0,668	0,158	0,188	
Плоскорезная + чизелевание	—	—	0,694	0,098	0,270	
Поверхностная + щелевание	—	—	0,602	0,096	0,294	
Поверхностная	0,606	0,470	0,740	0,074	0,390	
<i>Склон крутизной 4°</i>						
Вспашка (контроль)	0,074	0,062	0,402	0,016	0,028	
Вспашка + щелевание	0,028	0,024	0,268	0,020	0,018	
Плоскорезная + щелевание	—	—	0,420	0,018	0,028	
Плоскорезная + чизелевание	—	—	0,328	0,014	0,016	
Поверхностная + щелевание	—	—	0,300	0,018	0,016	
Поверхностная	0,068	0,070	0,392	0,020	0,030	
НСР ₀₅ фактор	<u>A</u>	<u>0,159</u>	<u>0,131</u>	<u>0,150</u>	<u>0,050</u>	<u>0,073</u>
	<u>B</u>	<u>0,194</u>	<u>0,161</u>	<u>0,259</u>	<u>0,088</u>	<u>0,126</u>

Дополнительное применение в этом варианте щелевания заметно повысило почвозащитный эффект (поверхностная + щелевание). Нарезание щелей с расстоянием между проходами агрегата через 3-4 м и разуплотнение почвы лапами щелевателя на глубину 40-50 см способствуют увеличению интенсивности поглощения талой воды на 10% и снижению эродирующего воздействия стока на 22% по сравнению с вариантом, где применялось только дискование.

За первые две ротации с применением различных агротехнических мероприятий и их сочетаний эрозия пахотных почв была приостановлена, а в вариантах с поверхностной обработкой — заметно снижена. Однако изменение климатических и погодных условий с начала 1990-х годов внесло существенные коррективы в эту позитивную тенденцию. Масштабное развитие деградации почв во время третьей ротации севооборота, резкое уменьшение ее в четвертой и увеличение в пятой определили этот период в целом как неблагоприятный для процессов устойчивого и экологически безопасного функционирования эрозивно-опасных агроландшафтов.

Для повышения влагонакопительной способности почвы щели целесообразно нарезать чаще. Поэтому в условиях опыта были освоены варианты плоскорезной обработки со щелеванием и чизелеванием, функционально отвечающие этим требованиям. Изучение комбинированных ярусно-послойных способов безотвальной обработки почвы с нарезанием щелей через 1,4 м при применении щелевания и через 0,7 м — при чизелевании началось с 1990 г., одновременно с модернизацией опыта и, что важно, существенным изменением устойчивости холодных периодов. По этой причине оценить эффективность работы плоскореза-щелевателя (ПЩН-2,5) в обычных погодных и климатических условиях не представилось возможным. Между тем комбинирован-

ные безотвальные обработки обладают потенциально высоким противоэрозийным эффектом за счет активизации процессов водопоглощения в результате разрыхления пахотного и подпахотного горизонтов почвы, сохранения пожнивных остатков на ее поверхности и уменьшения техногенной нагрузки. Но даже с учетом сложных условий проведения эксперимента потери мелкозема в результате эрозийных процессов при комбинированных безотвальных обработках заметно не превышали аналогичные показатели ущерба в других вариантах.

В целом при рассмотрении почвозащитной роли спроектированных и освоенных технологий обработки почвы за 25-летний период наблюдений в рамках стационарного многофакторного полевого опыта следует еще раз отметить экологическую значимость варианта вспашки со щелеванием (рис. 2). Эффективное разуплотнение пахотного и подпахотного горизонтов в этом варианте обеспечило снижение потерь почвы по сравнению с обычной вспашкой и поверхностной обработкой на 39 и 44% соответственно. Следовательно, щелевание способствует реальному сохранению плодородия почв склоновых земель, оптимизации их свойств и режимов, снижению влияния негативных последствий эрозии на окружающую среду, и является важным почвозащитным приемом в системе агротехнических мероприятий, направленных на оздоровление экологической обстановки и повышение устойчивости земледелия. Однако в последние годы в условиях теплых зимних сезонов этот прием нельзя считать оптимальным, прежде всего из-за слабой стокорегулирующей эффективности нарезанных щелей.

В таблице 4 представлена общая характеристика развития эрозии почв при снеготаянии за длительный период исследований, включающая в себя оценку всех основных управляемых антропогенных и не управляемых эко-

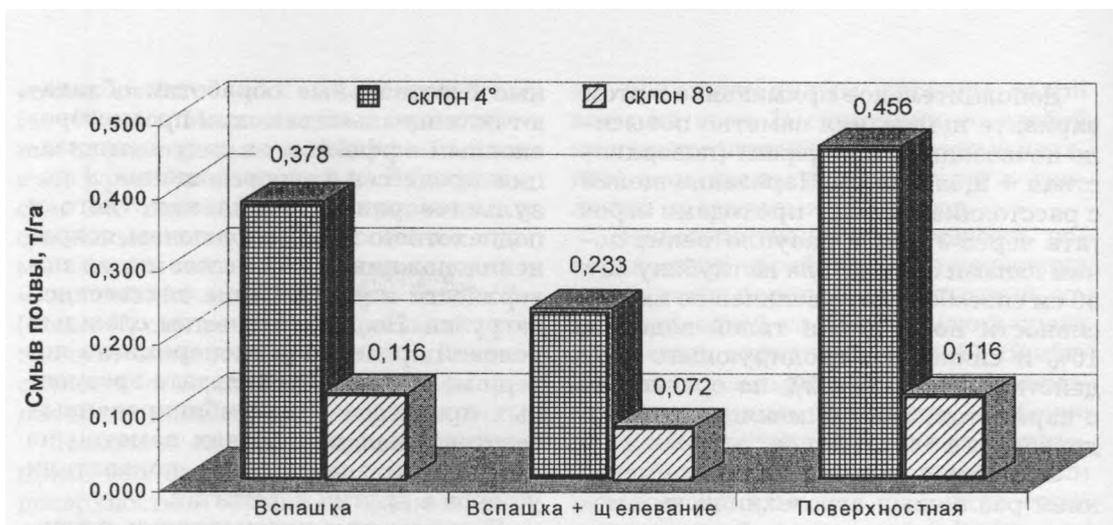


Таблица 4

Влияние почвозащитных обработок и рельефа местности на условия формирования и развития процессов эрозии, 1981-2005 гг.

Вариант	Глубина промерзания почвы перед стоком, см	Запасы воды в снеге перед стоком + осадки во время стока, мм	Продолжительность стока, сут	Сток, мм	Коэффициент стока, Кст	Смыв почвы, т/га
<i>Склон крутизной 8°</i>						
Вспашка (контроль)	34	76,4	7,3	21,5	0,30	0,378
Вспашка + щелевание	32	74,6	6,7	16,6	0,24	0,233
Поверхностная	33	75,8	7,2	25,0	0,33	0,456
<i>Склон крутизной 4°</i>						
Вспашка (контроль)	30	79,1	3,8	8,8	0,12	0,116
Вспашка + щелевание	30	78,4	3,5	6,7	0,10	0,072
Поверхностная	30	80,1	3,9	9,9	0,14	0,116
НСР ₀₅ фактор	$\frac{A}{B}$			$\frac{2,8}{3,4}$		$\frac{0,061}{0,075}$

логических факторов, определяющих этот процесс.

Для условий сложного рельефа, где очень высока потенциальная опасность развития почвенно-деградационных процессов, большое значение имеет уклон поверхности. С увеличением крутизны склона вдвое существенно возрастает и опасность проявления процессов эрозии, о чем свидетельствуют показатели глубины и степени промерзания почвенного профиля, продолжительности и интенсивности снеготаяния, слоя и коэффициента

стока. В результате неблагоприятного сочетания и проявления на таких склонах перечисленных факторов резко повышается и экологическая нагрузка на почву. Процессы деградации проходят наиболее интенсивно и имеют свои особые степенные зависимости. Например, при увеличении поверхностного стока талых вод в среднем в 2,5 раза потери почвы возрастают в 3,5 раза.

На склоне крутизной 8° при запасах воды в снеге около 75 мм непродуктивные потери влаги при применении щелевания сократились по срав-

нению с контрольным вариантом и поверхностной обработкой на 23 и 34%, коэффициент стока уменьшился на 0,06 и 0,09, а смыв почвы снизился на 39 и 49% соответственно. Подобные результаты получены и на склоне крутизной 4°.

О противоэрозионной эффективности щелевания, как и других приемов обработки пашни склоновых полей, наглядно свидетельствуют показатели перераспределения части поверхностного стока талых вод в более безопасный внутрипочвенный горизонтальный сток, который параллельно изучали при использовании длительных водно-балансовых площадок на глубине 20 и 50 см (табл. 5).

В последнее время исследования внутрипочвенного горизонтального стока талых вод в Центральном Нечерноземье практически не проводятся, что, возможно, связано с отсутствием необходимых условий для его наблюдений. Между тем этот показатель занимает важное место в системе регулирования стока талых вод. Перераспределение части стока талых с поверхности почвы в нижележащие ее горизонты при определенных условиях оказывает заметное положительное влияние на снижение интенсивности процессов смыва и разрушения почвы стекающими водами. Кроме того, без учета горизонтального стока невозможно объективно оценить динамику

почвенной влаги в водном балансе склоновых земель.

Исследованиями в рамках длительного опыта подтверждено, что наиболее существенное влияние на формирование внутрипочвенного горизонтального стока оказывают условия увлажнения, глубина и степень промерзания почвы, интенсивность таяния снега и оттаивания пахотного горизонта, а также степень его уплотнения.

Значительное влияние на этот показатель также оказывает и крутизна склона (рис. 3). Уклон поверхности является неперенным условием для движения воды и внутри почвы. Возрастание крутизны в 2 раза (с 4° до 8°) способствует увеличению объема внутрипочвенного стока в среднем в 4,2 раза. При этом важно отметить, что наиболее заметные различия между склонами по этому показателю (в 5 раз) отмечены в последние годы в условиях теплых зим. Количество воды, просочившейся в почву и сформировавшей горизонтальный сток, от общего ее объема на склоне крутизной 8° составляет 10%, на склоне крутизной 4° — 6% с основным его образованием на глубине 50 см (96%).

Наиболее интенсивный внутрипочвенный сток в зоне дерново-подзолистых почв отмечен при применении вспашки со щелеванием. Благоприятное строение почвенного профиля в результате механической обработки

Таблица 5

Действие противоэрозионных обработок и элементов рельефа на объем внутрипочвенного горизонтального стока талых вод, мм

Вариант	Ротации севооборота, по годам				
	1981–1985	1986–1990	1991–1995	1996–2000	2001–2005
<i>Склон крутизной 8°</i>					
Вспашка (контроль)	2,76	2,86	0,44	1,60	3,36
Вспашка + щелевание	3,56	4,10	0,34	0,80	3,64
Поверхностная	2,40	1,80	0,52	1,90	3,64
<i>Склон крутизной 4°</i>					
Вспашка (контроль)	1,54	0,02	0,12	0,14	0,92
Вспашка + щелевание	2,20	0,12	0,20	0,18	0,90
Поверхностная	0,90	0,02	0,02	0,08	0,68

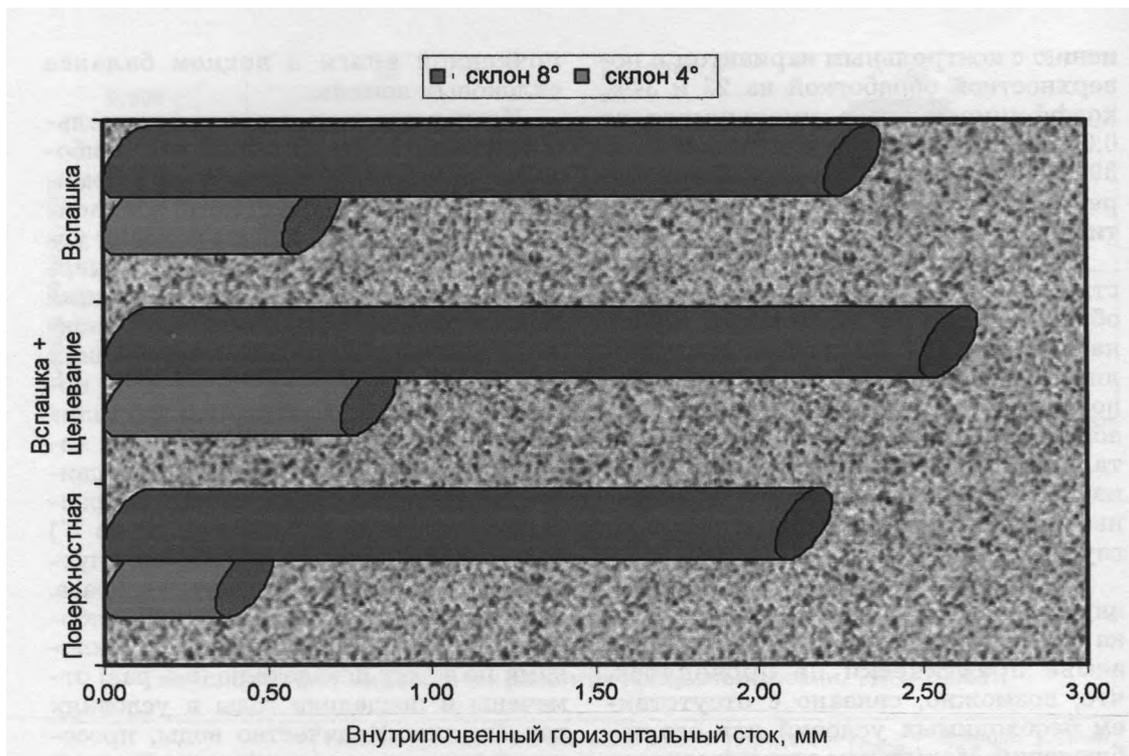


Рис. 3. Влияние противоэрозионных обработок на объем внутрипочвенного горизонтального стока талых вод в зависимости от крутизны склона, 1981-2005 гг.

при щелевании обеспечивает оптимальные условия для инфильтрации избытка влаги в почву. На склоне крутизной 8° объем горизонтального стока в этом варианте был на 13 и 21% выше, чем по вспашке и поверхностной обработке. На склоне крутизной 4° эти различия еще более значительны и составили 31 и 111% соответственно. Неплохие показатели отмечены в последние годы и по фону дискования. Следовательно, перераспределение части стока талых вод с поверхности почвы в нижележащие ее горизонты в результате приемов щелевания и минимализации оказывает позитивное влияние на гидрологический режим почвы, а также на снижение интенсивности процессов разрушения верхнего ее горизонта стекающими водами. Тем не менее, несмотря на общий положительный результат это не исключает а, напротив, предполагает

дифференцированное применение этих агроприемов в зависимости от складывающихся почвенных и погодных условий ландшафта.

Таким образом, результаты длительных исследований убедительно свидетельствуют, что любой из рассматриваемых приемов и способов обработки почвы, направленных на повышение экологической устойчивости земледелия на склоновых землях, имеет свои преимущества и недостатки. Масштабы развития эрозии дерново-подзолистых почв зависят от изменений почвенных режимов, свойств и показателей в результате интенсивных антропогенных воздействий. Наблюдаемая в последние годы смена экологической обстановки в результате потепления и резкое усиление влияния на функционирование ландшафтных комплексов внешних факторов существенно осложняют эту оценку. Колебания

климата и его глобальные изменения представляют собой фундаментальное препятствие не только для точного прогнозирования параметров эрозии, но и для самой возможности адекватно представлять происходящие процессы почвообразования на пахотных землях. Эти обстоятельства требуют особо внимательного, строго дифференцированного подхода к выбору приема или способа обработки почвы в системе противозерозионного земледелия с учетом конкретных условий ландшафта.

Библиографический список

1. *Кауштанов А.Н., Евтушенко В.Е.* Агроэкология почв склонов. М.: Колос, 1997. — 2. *Кауштанов А.Н., Щерба-*

ков А.П., Швобс Г.И. и др. Концепция формирования высокопродуктивных экологически устойчивых агроландшафтов и совершенствование систем земледелия на ландшафтной основе. Курск, 1992. — 3. *Ломакин М.М.* Мульчирующая обработка почвы на склонах. М.: Агропромиздат, 1988. — 4. *Сеников В.А., Ларин Л.Г., Белолубцев А.И. и др.* Колебания и изменения климата Петровско-Разумовского за 125-летний период наблюдений // Известия ТСХА, 2005. Вып. 1. С. 141-146. — *Botterweg P.* Modelling the effects of climatic change on runoff and erosion in central southern Norway // Conserving Soil Resources. European Perspectives, 1994. P. 273-285.

Рецензент — д. с.-х. н. Г.И. Баздырев

SUMMARY

Ecological variation resulted from global warming damages stability of erosion harmful agrolandscapes and their balance. The choice of either a cultural practice or the way of tillage in the system of anti-erosion farming should be strictly differentiated taking into account concrete natural climatic conditions of the area.