СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
Противоэрозионные севообороты	12
Противоэрозионная обработка почв	105
Пути повышения плодородия эродированных земель	250
Освоение малопродуктивных и бросовых эродированных земель	335
Защита почв от дефляции	393
Опыт освоения почвозащитных систем земледелия в хозяйствах	431
Литература	458

РСФСР
ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ
ПРОГРАММА

А.Н. КАШТАНОВ
академик ВАСХНИЛ

М.Н. ЗАСЛАВСКИЙ
доктор сельскохозяйственных наук, профессор

ПОЧВОВОДО-ОХРАННОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

МОСКВА • РОССЕЛЬХОЗИЗДАТ • 1984

ББК 41.4
К31
УДК 631.45:58

На основании исследований, проведенных в Алтайском крае и Молдавской ССР, а также обобщения достижений науки и передовой практики в других регионах страны авторы настоящей монографии излагают основы почвоводоохранного земледелия на эрозионно- и дефляционноопасных землях в связи с интенсификацией сельскохозяйственного производства. В книге рассматриваются главные положения проектирования и внедрения в производство противоэрозионных севооборотов, приемов обработки почв, применения удобрений и других элементов почвозащитных систем земледелия на эрозионно- и дефляционноопасных землях, а также на землях, где совместно проявляются или могут возникнуть эрозия и дефляция. Особое внимание уделяется использованию почвозащитных свойств возделываемых культур и приемов обработки почвы, направленных на предотвращение склонового стока, продуктивное использование почвенной влаги, предупреждение эрозии, дефляции и загрязнения водоемов.

В настоящей монографии авторами частично использован материал, опубликованный ими в книге «Почвозащитное земледелие» (М., 1979).

К $\frac{3803010302-030}{M104(03)-84}$ 29—84

© Россельхозиздат, 1984

Введение

Проблема охраны и рационального использования земельных и водных ресурсов является глобальной, общечеловеческой. Земля и вода во все времена были, есть и будут главными условиями жизни человека на планете. В связи с этим дальнейшее развитие науки в этих аспектах приобретает ныне первостепенное значение.

Продовольственная программа СССР на период до 1990 года, разработанная в соответствии с решениями XXVI съезда партии и одобренная майским (1982 г.) Пленумом ЦК КПСС, и в хозяйственном и в политическом плане — важнейшая часть стратегии партии на текущее десятилетие. Цель Продовольственной программы состоит в том, чтобы в возможно более короткие сроки надежно обеспечить население страны продуктами питания. По своему замыслу, комплексному характеру и масштабности она призвана гарантировать прогресс всего народного хозяйства страны.

Главное условие успешной реализации Продовольственной программы — высокие темпы развития сельскохозяйственного производства на основе последовательной его интенсификации, всемерного укрепления материально-технической базы, ускоренного внедрения достижений науки и передового опыта в производство, эффективного использования основного средства производства — земли.

Самое важное в настоящее время — значительно поднять устойчивость и продуктивность земледелия, прежде всего зернового хозяйства и кормопроизводства. Основные пути решения этой задачи — увеличение урожайности сельскохозяйственных культур, дальнейший рост производства зерна, кормов и другой продукции на основе повышения плодородия почв и повсеместного внед-

рения зональных научно обоснованных систем земледелия.

Установка на всемерное повышение плодородия почв вытекает из марксистско-ленинского учения о земле и служит основополагающим стратегическим направлением аграрной политики. Передовая практика доказывает, что без расширенного воспроизводства материальных элементов почвенного плодородия (органических и минеральных веществ) нельзя обеспечить прогрессивный рост продуктивности и устойчивость земледелия. В связи с этим особый упор делается сейчас на развитие производства и увеличение применения минеральных, органических удобрений, а также на укрепление материально-технической базы службы плодородия в колхозах, совхозах и в системе Союзсельхозхимии.

Зональный (местный) подход отражает научно обоснованную тактику ведения земледелия, то есть выбор систем земледелия, технологий возделывания культур применительно к конкретным почвенно-климатическим условиям. На майском (1982 г.) Пленуме ЦК КПСС отмечалось, что повышение урожайности требует внедрения научно обоснованных, хорошо продуманных систем земледелия, в полной мере учитывающих природно-экономические условия каждой зоны и области, каждого района, каждого хозяйства. В сочетании с мелиорацией и химизацией эта мера даст возможность обеспечить получение более высоких и устойчивых урожаев зерновых, кормовых и других культур.

Указанное положение определяет целую программу действий для агрономической науки и практики, плановых и хозяйственных органов на ближайшую перспективу по дальнейшему совершенствованию и повышению эффективности систем земледелия в каждой республике, крае, области, районе, в каждом колхозе и совхозе. Речь, следовательно, идет прежде всего о быстрейшем освоении научно обоснованных зональных систем земледелия, наиболее полно учитывающих местные условия и позволяющих получать высокие и устойчивые урожаи при одновременном повышении плодородия почв.

Данные науки и передовой практики свидетельствуют о том, что наиболее успешно позволяют справиться с этими задачами системы почвозащитного земледелия. Известно, например, что Казахстан и ряд областей За-

падной Сибири в результате внедрения почвозащитной системы земледелия, разработанной здесь в 60-х годах под руководством академика ВАСХНИЛ А. И. Бараева, не только приостановили ветровую эрозию, но и практически удвоили производство зерна, повысили устойчивость земледелия в этих наиболее суровых зонах страны.

Вследствие того, что практически все почвы при определенных условиях могут подвергаться разрушению водой, ветром или машинами, все зональные системы земледелия должны иметь почвозащитный характер, то есть обеспечивать защиту почв от эрозии, дефляции, загрязнения и других неблагоприятных процессов, снижающих их плодородие. Эти системы должны базироваться на индустриальных энергосберегающих технологиях, создающих условия для высокопроизводительного труда и быть комплексными по своему содержанию.

Таким образом, современная зональная система земледелия — это комплекс (севообороты, обработка почвы, удобрения, борьба с сорняками, вредителями и болезнями и т. д.), все звенья которого наиболее полно учитывают и рационально реализуют местные почвенно-климатические и материально-технические ресурсы. Она должна соединять в себе новейшие достижения науки и практики в области размещения, специализации, организации, технологии производства сельскохозяйственных культур.

После Всесоюзного агрономического совещания (декабрь 1980 г.) учеными зональных сельскохозяйственных научных учреждений совместно со специалистами местных сельскохозяйственных органов под методическим руководством ВАСХНИЛ в каждой области, а также крае и республике, не имеющих областного деления, разработаны или уточнены по зонам системы ведения земледелия. Сейчас развернулась большая работа по их внедрению, которая, безусловно, положительно скажется на практических результатах.

Вместе с тем в процессе подготовки и рассмотрения зональных систем земледелия выявились недостатки как научного, так и практического порядка.

Наиболее существенный недостаток — в ряде зон не обеспечена строгая почвозащитная направленность раз-

работанных систем земледелия. Не везде должным образом учтены зональные почвенно-климатические условия и факторы, определяющие эрозионную и дефляционную опасность земель, фактическую эродированность и дефлированность почв, интенсивность проявления этих процессов.

Пожалуй, наиболее «узким» местом зональных систем оказалась обработка почвы. Главная причина этого — слабая научная проработка вопроса, недостаток новых экспериментальных данных об эффективности различных почвозащитных приемов, а кое-где — привычка, приверженность к старому, нежелание менять взгляды и подходы. Сказывается, кроме того, и недостаток противоэрозионной техники.

Особенно острой остается пока проблема повышения продуктивности и устойчивости земледелия в лесостепных и степных районах страны. Здесь, как известно, преобладают расчлененный рельеф и склоновые земли, активно развивается эрозия либо дефляция, а часто имеет место и совместное их проявление. На этой огромной территории — от Дальнего Востока до западных границ страны — расположено более половины пашни. В этих районах выпадает 400—600 мм осадков, ведется самое интенсивное земледелие с производством зерновых, технических и других культур, имеется высокоразвитое животноводство. Можно сказать, что это главное поле нашей страны.

Как известно, лесостепные районы далеко не однородны по условиям климата, рельефа, типам почв. Для каждого из этих районов нужны дифференцированные подходы при разработке почвозащитных систем земледелия, учитывающие всю специфичность и сложность местных условий, особенности проявления процессов эрозии и дефляции, которые создают пестроту в плодородии почв, резко снижают его.

При этом следует иметь в виду, что почвы склонов разных экспозиций существенно отличаются друг от друга по температурному, водному и питательному режимам.

В результате многолетних исследований нами установлено, что совместное развитие эрозии и дефляции в степных и лесостепных районах протекает во времени и пространстве, являясь следствием складывающихся здесь

погодных условий по периодам года, главным образом режима осадков, температур и ветра, а также особенностей рельефа местности.

Эрозия и дефляция могут проявляться совместно при различном чередовании процессов, например: сток талых вод→смыв и размыв почвы (конец марта — начало апреля)→иссушение→выдувание (конец мая — начало июня) или иссушение→выдувание (май)→ливневые осадки (июнь, июль)→переувлажнение→сток→смыв и размыв почвы.

Эти процессы могут протекать одновременно на одном и том же водосборном бассейне со сложным рельефом: на северных склонах эрозия, а на южных — дефляция. Последовательное проявление дефляции и эрозии часто наблюдается летом при смене острозасушливых периодов ливневыми осадками.

Совместное проявление эрозии и дефляции ведет к разрушению почвенного покрова за счет уменьшения мощности гумусового горизонта, снижения содержания органического и минерального веществ. Кроме того, резко ухудшаются физические свойства почвы — ее структура, скважность, водопроницаемость, влагоемкость.

Для восстановления и выравнивания плодородия на таких землях важно проводить комплекс работ по применению органических и минеральных удобрений в высоких нормах, травосеянию и др.

В связи с тем что совместное проявление эрозии и дефляции — сложный, обусловленный многочисленными факторами и их сочетаниями процесс разрушения почв, меры борьбы с этим явлением соответственно должны не ограничиваться отдельными приемами, а быть комплексными.

Почвозащитный комплекс на таких землях должен сочетать в себе как приемы борьбы с эрозией, так и с дефляцией.

Планово-организационной основой, объединяющей и взаимоувязывающей все элементы почвозащитного комплекса на склоновых землях в единое целое, должна быть противоэрозионная (почвоводоохранная) организация территории хозяйств, водосборных бассейнов, районов и зон. Она предусматривает наиболее рациональное использование и защиту от эрозии и дефляции пашни,

пастбищ, сенокосов и других угодий, а также охрану водных и других природных ресурсов, то есть создает условия для освоения систем почвоводоохранного земледелия, а в дальнейшем — и для организации управляемых агроэкосистем, что явится новым, более высоким этапом развития сельского хозяйства нашей страны.

Вводя понятие «почвоводоохранное земледелие», мы исходим из того, что и эрозия и дефляция начинаются с нарушения водного режима, а вода в лесостепных, степных, полупустынных и пустынных условиях — главный фактор, лимитирующий получение стабильных урожаев.

Овладеть водным режимом территории — значит обеспечить управление формированием урожая, повысить его устойчивость.

В настоящее время на передний план все более выдвигается проблема водоохранной организации (устройства) всей территории страны. С решением этой проблемы связаны устойчивость и продуктивность всего сельского хозяйства.

Наиболее эффективной в противоэрозионном отношении следует считать контурно-полосную или контурно-мелиоративную организацию территории, которая лучше других форм землеустройства и землепользования учитывает почвенные и рельефные особенности каждого водосборного бассейна. Высокая противоэрозионная эффективность контурно-полосной организации территории с конца 50-х годов была доказана во многих колхозах и совхозах Молдавии, а затем и в других республиках. Если контурная организация территории дополняется гидромелиоративными приемами (строительством валов, водоотводящих канав, лиманов-аккумуляторов склонового стока), то ее правомерно называть «контурно-мелиоративной».

Контурная организация территории — наиболее ярко выраженная форма дифференцированного (с учетом местных условий) подхода в земледелии для создания условий формирования по водосборным бассейнам целых агроэкосистем, обеспечивающих охрану и наиболее рациональное использование природных ресурсов.

«...заглядывая вперед на пять, на десять лет,— говорилось на XXVI съезде КПСС,— мы не можем забывать,

что именно в эти годы будет закладываться и создаваться народнохозяйственная структура, с которой страна вступит в двадцать первый век. Она должна воплощать основные черты и идеалы нового общества, быть в авангарде прогресса, олицетворять собой интеграцию науки и производства, союз творческой мысли и труда».

Это съездовское положение целиком и полностью распространяется и на такую важную отрасль, какой является земледелие. Отечественное земледелие конца нашего века должно воплощать в себе также все самое лучшее и передовое — опыт предыдущих лет, новейшие достижения современной науки, быть олицетворением образцового, хозяйского отношения к земле и окружающей среде.

Противоэрозионные севообороты

Севообороты — организационно-технологическая основа культурного земледелия. Их делят обычно по производственному назначению — на полевые и кормовые. Иногда выделяют и специальные севообороты (хлопковые, рисовые, картофельные, свекловичные, овощные и др.), предназначенные для возделывания культур, которые нельзя выращивать в полевых и кормовых севооборотах. Некоторые ученые различают только два типа севооборотов — полевые и специализированные. В число последних входят и кормовые севообороты. К какой же группе отнести почвозащитные севообороты?

Правильное землепользование предусматривает защиту почвы от различных процессов и явлений, снижающих ее плодородие и разрушающих почвенный покров. Следовательно, все севообороты в колхозах и совхозах должны обеспечивать не только получение высоких устойчивых урожаев дешевой продукции должного качества, но и выполнять мелиоративное назначение — защищать почву от эрозии и дефляции.

Под почвозащитными часто понимают севообороты с высоким насыщением (четыре — шесть полей) многолетними травами. Безусловно, чем больше в севообороте многолетних трав, тем выше его почвозащитная эффективность. Многолетние травы играют весьма важную роль в предотвращении эрозии и восстановлении плодородия эродированных почв.

Противоэрозионная эффективность многолетних трав зависит от их видового состава, густоты травостоя, характера развития корневой системы растений, мощности дернины и ее состояния. Особенно надежно защищают почву бобово-злаковые травосмеси, создающие густой надземный покров, разветвленную корневую систему и

способствующие образованию хорошей структуры почвы. Кроме того, корневая система, особенно бобовых трав, обогащает почву азотом, фосфором, калием и кальцием.

Отмечая хозяйственную необходимость и почвозащитную ценность посевов многолетних трав, нельзя в то же время согласиться с мнением некоторых ученых, умаляющих роль однолетних культур и считающих пропашные (кукурузу, сахарную свеклу, картофель и др.) вызывающими или усиливающими эрозию почвы.

В нашей стране пропашные культуры высевают на больших площадях. При возделывании на склоновых землях без применения противоэрозионных приемов эти культуры действительно не обеспечивают защиты почв от эрозии. Чаще всего эрозии подвергается почва под посевами кукурузы и сахарной свеклы в начальные фазы вегетации этих культур.

Многочисленные исследования показали, что на посевах кукурузы в случае внесения навоза и минеральных удобрений в повышенных нормах, применения весеннего полосного рыхления, щелевания и прерывистого бороздования почвы при обработке междурядий полосных посевов и других мероприятий на склонах 4—5° можно предотвратить эрозию почвы и получать довольно высокие урожаи. Например, в ОПХ Молдавского института почвоведения и агрохимии имени Н. А. Димо, в колхозах имени Кирова Чимишлийского, «Бируинца» Страшенского районов и в других хозяйствах Молдавской ССР при такой агротехнике получают по 40—50 ц/га зерна кукурузы.

Представляют интерес данные наблюдений, полученные в Алтайском НИИ земледелия и селекции сельскохозяйственных культур, о смыве почвы на чистом пару и посевах различных культур в случае обработки пара и зяби под посев культур плоскорезами. При такой обработке смыв почвы на посевах кукурузы оказался незначительно выше, чем на посевах пшеницы, и даже ниже, чем на посевах многолетних трав первого года пользования, а коэффициент стока на посевах кукурузы и пшеницы в 8 раз ниже, чем на посевах трав (табл. 1).

С целью получения высоких и стабильных урожаев в засушливых районах страны в противоэрозионных севооборотах допустима также паровая обработка почвы,

ТАБЛИЦА 1. Жидкий и твердый сток на склоне 0—5° юго-восточной экспозиции (пар и зябь обрабатывали плоскорезами)

Вариант опыта	Коэффициент стока	Смыв почвы, м³/га
Чистый пар	0,44	9,10
Кукуруза	0,07	0,70
Пшеница	0,07	0,53
Люцерна + кострец безостый первого года пользования	0,62	0,96

однако в данном случае необходимо применять мероприятия, предотвращающие эрозию: полосное размещение культур, посев сидератов, мульчирование почвы и использование противоэрозионных приемов обработки почвы при подъеме и содержании пара.

Противоэрозионную эффективность севооборотов, даже в случае небольшого удельного веса или отсутствия в них многолетних трав, можно значительно повысить за счет: правильного подбора и соотношения культур, применения оптимальных норм высева семян и сроков посева, особенно на смытых почвах, поукосных, пожнивных, озимых промежуточных и совмещенных посевов, широкого внедрения посевов сидератов и мульчирования почвы; контурного размещения полей с чередованием по склону полей, занятых многолетними травами, пропашными и однолетними культурами сплошного посева; создания внутри полей гребневидных террас (валов-террас); применения внутри полей полосных посевов культур; создания на парах буферных полос из многолетних трав или из однолетних культур; посева по стерне; противоэрозионной системы обработки почв; дифференцированной системы удобрений с учетом смытости почв, а также использования различных полимеров, латексов и других препаратов, повышающих противоэрозионную устойчивость почв; проведения необходимых лесомелиоративных и гидротехнических противоэрозионных мероприятий.

В зависимости от мелиоративного назначения почвозащитные севообороты на эрозионноопасных землях

должны быть противоэрозионными, на дефляционноопасных землях — противодефляционными, на эрозионно- и дефляционноопасных — противоэрозионно-противодефляционными.

Некоторые ученые считают, что противоэрозионные севообороты следует вводить только на склонах более 5—6° и на средне- и сильносмытых почвах. Это мнение ошибочно. Такие севообороты необходимы на всех эрозионноопасных землях. Без проведения специальных противоэрозионных мероприятий в районах с выпадением интенсивных ливней и стоком талых вод эрозия проявляется уже на склонах крутизной 1°, а иногда даже 0,5°.

Подбор культур. Структура и размещение севооборотов

Ключевой проблемой в сельском хозяйстве является в настоящее время ускоренное и устойчивое наращивание производства зерна. В связи с этим во всех республиках, краях и областях проводится работа, направленная на совершенствование структуры посевных площадей, повышение удельного веса в ней зерновых злаковых и зерновых бобовых культур.

Структура посевных площадей и севообороты, принятые для внедрения в колхозах и совхозах, наряду с решением главной задачи — производства необходимого количества зерна и другой растениеводческой продукции — должны предотвращать губительное проявление эрозии и дефляции. Это основной принцип, который учитывают при планировании структуры посевных площадей и рациональном использовании земли. При этом имеют в виду, что в число почвозащитных показателей структуры посевных площадей и севооборотов входят не только противоэрозионные и мелиоративные свойства культур, но и технология их возделывания на каждом поле севооборота.

Подбор культур для всех севооборотов осуществляют с учетом их хозяйственной необходимости, экономической эффективности возделывания и почвозащитной

способности. В интенсивном земледелии важно установить соотношение и чередование таких культур в севообороте, которые обеспечивают максимальный выход продукции с каждого гектара земли при сохранении и наращивании ее плодородия. Это возможно лишь при условии обеспечения надежной защиты почвы от эрозии и дефляции.

Почвозащитная способность культур зависит от состояния их надземной и корневой массы в период стока осадков, поэтому неодинакова в различные фазы вегетации растений. Чем обильнее зеленая масса и больше проективное покрытие почвы растениями, чем лучше развита корневая система последних в периоды выпадения ливней, тем успешнее те или иные культуры защищают почву от эрозии.

В специализированных колхозах, совхозах и производственных объединениях все более широкое распространение находят специализированные севообороты. В таких севооборотах, особенно зернового направления или насыщенных пропашными, выбор культур, обладающих высокими почвозащитными свойствами, ограничен. Поэтому здесь первостепенное значение приобретает использование противоэрозионных мероприятий.

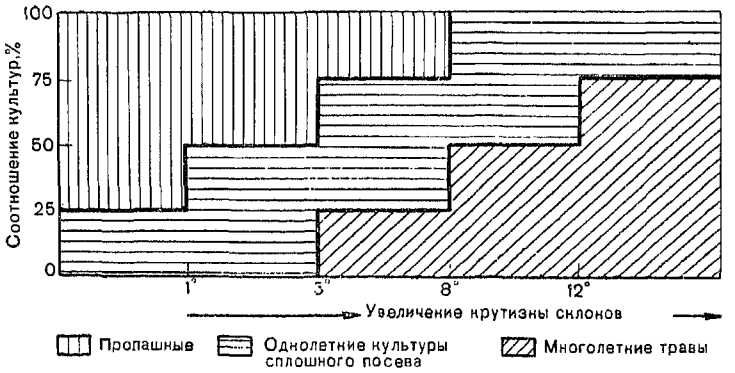


Рис. 1. Принципиальная схема изменения соотношения в севооборотах посевных площадей пропашных культур, однолетних культур сплошного посева и многолетних трав с увеличением крутизны склонов

Подбор и размещение различных культур в полях севооборотов осуществляют с учетом распределения пахотных земель по уклонам, степени смытости и потенциальной опасности эрозии (рис. 1).

На равнинных пахотных угодьях и пологих склонах с несмытыми или с очень слабосмытыми почвами целесообразно вводить севообороты с максимальным насыщением пропашными культурами, которые требовательны к почвам, трудоемки и хуже других культур защищают почву от эрозии. Выделение под пропашные культуры наиболее плодородных почв обеспечивает благоприятные условия для сбора высоких и стабильных урожаев. Возможность применения на ровных площадях комплексной механизации при высокой производительности агрегатов позволяет получать здесь продукцию с минимальными затратами труда и средств.

На склонах повышенной крутизны, где почвенный покров более смыт, потенциальная опасность эрозии возрастает и механизированная обработка почв затруднена, основное место в севооборотах отводят культурам сплошного посева.

На наиболее крутых и смытых склонах высокий удельный вес в севооборотах должны занимать многолетние травы — наименее трудоемкие и наиболее ценные по своим почвозащитным свойствам. Вводимые здесь севообороты при большом насыщении травами обладают особенно высокой противоэрозионной эффективностью. Такие севообороты размещают обычно вблизи животноводческих ферм и комплексов.

Основными принципами проектирования почвозащитных севооборотов для склоновых земель являются: всесторонний учет агрономических особенностей склоновых земель; подбор культур, обеспечивающих наибольший экономический и почвозащитный эффект; нарезка полей и рабочих участков, позволяющих успешно использовать машинно-тракторные агрегаты при возделывании культур на склонах; выполнение планов по производству растениеводческой продукции при наименьшей ее себестоимости.

Сравнительную оценку проектируемых почвозащитных севооборотов на склонах осуществляют по средневзвешенной урожайности культур и выходу продукции с 1 га севооборотной площади, средневзвешенному

проективному покрытию почвы растениями в периоды выпадения ливней и стока талых вод, количеству проходов машинно-тракторных агрегатов при возделывании культур, условиям и производительности работы машин, себестоимости и качеству продукции.

При разработке структуры севооборотов различных типов и их размещении учитывают прежде всего уровень снижения урожайности различных культур на почвах разной степени смытости. Без этого трудно решить главную задачу — получение максимального количества продукции с наименьшими затратами труда и средств.

Расчеты показывают, что перемещение посевов сельскохозяйственных культур, резко снижающих урожайность на смытых почвах и слабо защищающих почву от эрозии, на ровные и пологие участки с более плодородными почвами, а культур, менее требовательных к плодородию и хорошо защищающих почву от эрозии,— на участки с более крутыми склонами позволит сократить интенсивность эрозии в 2—3 раза и увеличить производство продукции земледелия в стране в пересчете на зерно до 10 млн. т (Д. Е. Ванин, А. С. Извеков, 1980).

Наукой и практикой накоплены многочисленные данные об уровне снижения урожайности различных культур на смытых почвах в разных регионах страны. Первые исследования в этом направлении проводились в Молдавии в 50—60-х годах. Результаты одного из них приведены в таблице 2.

В следующем году на среднесмытом типичном черноземе опытного участка было установлено снижение урожайности кукурузы на 39%, пшеницы — на 28, сои — на 9 и гороха — на 5%.

Таким образом, наибольшее снижение урожайности на среднесмытом типичном черноземе в сравнении с несмытым наблюдалось у сахарной свеклы. Второе место по этому показателю занимала кукуруза и самое незначительное снижение урожайности зарегистрировано у бобовых культур — сои и гороха. Примерно такая же закономерность была отмечена в колхозах «Бируинца» Страшенского, имени Кирова Котовского районов и в других хозяйствах Молдавской ССР.

На Алтае, по данным АНИИЗиС, на среднесмытом выщелоченном черноземе в сравнении с несмытым урожайность пшеницы и кукурузы (на зеленую массу) сни-

ТАБЛИЦА 2. Урожайность культур на типичном несмытом и среднесмытом черноземе (колхоз имени Суворова Сорокского района Молдавской ССР, 1962)

Культура	Продукция	Урожай, ц/га		Снижение урожая на среднесмытых почвах	
		несмытые почвы	среднесмытые почвы	ц/га	%
Сахарная свекла	Корни	268	103	165	62
Кукуруза	Зеленая масса на силос	327	180	147	45
Подсолнечник	Семена	19,3	15,6	3,7	19
Соя	Зеленая масса	160	140	20	12
Горох	Зерно	21,6	18,4	3,2	14

зилась на 29%, овса — на 15 и смеси люцерны с кострецом безостым — на 10%. В других исследованиях, проведенных в Алтайском крае, урожайность кукурузы на среднесмытом черноземе в среднем за пять лет уменьшилась на 30%, овса — на 21 и многолетних трав — на 15% (В. Е. Мусохранов, 1979).

В одном из исследований, выполненных на Южном Урале, урожайность пшеницы и проса на среднесмытом черноземе снизилась на 31—33%, озимой ржи и овса — на 18% (Г. Н. Лысак, 1981).

На основе статистической обработки результатов многочисленных исследований, проведенных в Центрально-Черноземной зоне, М. И. Лопыревом (1982) получена следующая зависимость урожайности культур от степени смытости черноземов (табл. 3).

В Одесской области на среднесмытом обыкновенном черноземе установлено снижение урожайности подсолнечника на 46%, озимой пшеницы, озимой ржи и ярового ячменя — на 33—36 и гороха — на 14%.

В Ворошиловградской области на среднесмытом черноземе урожайность кукурузы уменьшилась на 55—63%, а озимой пшеницы — на 20—25% (В. Л. Дмитренко, 1979).

В таблице 4 представлены данные о сравнительном

ТАБЛИЦА 3. Зависимость урожайности культур от степени смытости черноземов (средние данные)

Культура	Снижение урожайности на почвах, %		
	слабосмытых	среднесмытых	сильносмытых
Озимые	12	25	36
Яровые зерновые (ячмень, овес)	15	31	48
Кукуруза на зерно	19	36	49
Кукуруза на силос	22	42	56
Подсолнечник	8	20	58
Сахарная свекла	20—30	40—50	60—80
Просо	11	33	67
Многолетние травы	5	15	29

снижении урожайности полевых культур на черноземах разной степени эродированности по результатам исследований ВНИИ кукурузы.

Следует отметить, что уровень снижения урожайности различных культур на смытых черноземах определяется часто погодными условиями, особенно обеспеченностью растений влагой. Так, по данным ВНИИ кукурузы (В. М. Круть и др., 1980), урожайность кукурузы на

ТАБЛИЦА 4. Урожайность полевых культур на черноземах разной степени эродированности, ц/га (по данным ВНИИ кукурузы, в среднем за четыре года)

Культура	Почва		
	неэродированная	слабоэродированная	среднеэродированная
Озимая рожь	40,7	39,9	38,6
Озимая пшеница	39,8	38,1	33,1
Горох	23,3	22,2	20,9
Овес	24,4	23,3	20,7
Ячмень	25,9	23,2	18,7
Подсолнечник	22,8	21,2	19,0
Кукуруза на зеленый корм	152,0	143,0	131,0
Кукуруза на силос	235,0	218,0	188,0
Кукуруза на зерно	37,5	35,4	28,1
Эспарцет	225,0	219,0	205,0
Люцерна	231,0	216,0	184,0

среднеэродированных почвах в засушливом 1972 году была ниже обычной на 59%, ячменя — на 37, гороха — на 33, озимой пшеницы — на 20 и ржи — на 7%. Это обусловлено тем, что налив зерна у яровых проходит позже, чем у озимых, особенно у ржи, когда влажность эродированных почв бывает минимальной, что особенно проявляется в засушливые годы.

На дерново-подзолистых пылевато-суглинистых смытых почвах Логойского района Минской области наибольшее снижение урожайности отмечено у озимой ржи: на слабосмытых почвах — на 45%, на среднесмытых — на 53 и на сильносмытых почвах — на 63%. Ячмень несколько меньше реагировал на степень смытости почв. Урожайность его на слабосмытых почвах снижалась на 37%, на среднесмытых — на 50 и на сильносмытых почвах — на 61%. Наименьшее снижение урожайности на смытых почвах наблюдалось у картофеля (А. Г. Медведев, С. М. Зайко, 1966).

По данным наблюдений, проведенных в совхозе «Каширский» Московской области, на сильносмытых темно-серых лесных почвах в сравнении с несмытыми урожайность яровой пшеницы уменьшилась в 3 раза, ярового ячменя — в 4, озимой ржи и подсолнечника — в 8, гречихи — в 12 и озимой пшеницы — в 14 раз (Г. В. Мазурец, 1975). Примерно такое же снижение урожайности культур на дерново-подзолистых почвах Московской области установлено ранее Г. А. Пресняковой (1946). По ее данным, урожайность яровой пшеницы на сильносмытых почвах в сравнении с несмытыми уменьшалась в 3 раза, озимой ржи — в 8, гречихи — в 12 раз.

Во ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии обобщены многочисленные данные об уровне снижения урожайности различных культур на смытых почвах в сравнении с несмытыми в Центрально-Черноземной зоне (ЦЧЗ), на Украине, в Молдавии, на Северном Кавказе, в Белоруссии, Нечерноземье (табл. 5).

В этом же институте проведена группировка культур по уровню снижения урожайности на смытых почвах. К наиболее реагирующим на эродированность почв отнесены: свекла, хлопчатник, овощные, бахчевые культуры, подсолнечник, картофель, морковь, табак, махорка, конопля, мак, кориандр, озимая и яровая пшеница, просо, кукуруза, снижающие урожайность на слабосмытых

ТАБЛИЦА 5. Влияние степени эродированности почв на снижение урожайности сельскохозяйственных культур (обобщенные данные), % от урожайности на несмытых почвах

Культура	Степень эродированности почв		
	слабая	средняя	сильная
Озимая пшеница	85—90	50—60	30—35
Озимая рожь	85—90	55—65	35—40
Яровой ячмень	80—85	45—55	30—40
Овес	80—85	55—60	35—45
Кукуруза (зерно)	80—85	60—70	15—25
Горох, вика	85—95	70—60	50—60
Сахарная свекла, картофель	80—90	30—40	10—15
Подсолнечник	70—80	40—50	20—30
Вико-овсяная смесь	85—90	65—70	35—45
Суданская трава	80—90	55—60	30—40
Многолетние травы	90—95	85—90	60—75

почвах на 10—30%, на среднесмытых — на 30—70 и на сильносмытых — на 65—90%. Во вторую группу включены ячмень, гречиха, сорго, зерновые бобовые культуры, однолетние травы, снижающие урожайность на слабосмытых почвах на 5—15%, на среднесмытых — на 30—55 и на сильносмытых — на 40—70%. В третью группу вошли культуры, наименее реагирующие на степень смытости почв: овес, озимая рожь и многолетние травы, снижающие урожайность на слабосмытых почвах на 5—10%, на среднесмытых — на 15—40 и на сильносмытых — на 25—55% (Д. Е. Ванин, 1979).

По нашему мнению, нельзя для столь различных регионов страны определять единые группы культур по их реакции на степень эродированности почв разных генетических типов. Кроме того, вызывает сомнение отнесение в одну и ту же группу ряда культур, в том числе таких, как сахарная свекла и картофель, для которых даны единые показатели уровня снижения урожайности на почвах разной степени смытости, а также включение во вторую группу зерновых бобовых культур, которые, по данным многочисленных исследований, наименее реагируют на смытость почв.

Как известно, урожайность культур определяется со-

четанием многочисленных факторов. Поэтому в каждом конкретном случае необходимо выявлять культуры, наиболее урожайные по совокупности условий произрастания. Так, исследования, проведенные в Литовском НИИ земледелия и экономики сельского хозяйства, показали, что в условиях республики почвы, наиболее пригодные для выращивания пшеницы и сахарной свеклы, меньше всего подходят для выращивания озимой ржи, картофеля и кукурузы на силос. И, наоборот, на тех почвах, где урожайность картофеля, ржи и кукурузы бывает высокой, пшеница, сахарная свекла и люцерна дают относительно низкие урожаи (К. Я. Спрога, 1980).

Исходя из этого, нельзя пользоваться универсальными показателями уровня снижения урожайности различных культур на почвах разной степени смытости. В каждом конкретном случае в пределах небольших регионов важно определять уровень снижения на смытых почвах урожайности возделываемых здесь культур и на основе этого определять оптимальную структуру севооборотов, обеспечивающую получение максимальной урожайности культур. С этой целью вычисляют средневзвешенную урожайность культур для массива севооборота, включающего почвы разной степени смытости, по формуле:

$$V_{ср.\ вз} = \frac{V_1S_1 + V_2S_2 + \ldots}{100},$$

где $V_{ср.\ вз}$ — средневзвешенная урожайность культуры с учетом распределения почв по степени смытости, % от урожайности этой культуры на несмытых почвах; V_1, V_2 — урожайность культуры на почвах разной степени смытости, % от урожайности этой культуры на несмытой почве; S_1, S_2 — площади несмытых и разной степени (слабо-, средне- и сильно-) смытых почв, % от общей площади массива севооборота.

Допустим, что многолетними наблюдениями для определенной зоны выявлен следующий уровень снижения урожайности культур на черноземах разной степени смытости (% от урожайности на несмытых почвах):

	Слабосмытые почвы	Среднесмытые почвы	Сильносмытые почвы
Зерновые бобовые	95	90	80
Подсолнечник	90	80	60
Пшеница	85	70	40
Сахарная свекла	80	60	20

Предположим, что в массив севооборота входит 10% несмытых почв, 35 — слабосмытых, 40 — среднесмытых и 15% сильносмытых. Подставив цифровые значения в формулу, получим величины средневзвешенной урожайности различных культур с учетом смытости почвенного покрова данного массива:

$$\text{зерновые бобовые} — \frac{100 \cdot 10 + 95 \cdot 35 + 90 \cdot 40 + 80 \cdot 15}{100} = 91\ \%;$$

$$\text{подсолнечник} — \frac{100 \cdot 10 + 90 \cdot 35 + 80 \cdot 40 + 60 \cdot 15}{100} = 82\ \%;$$

$$\text{пшеница} — \frac{100 \cdot 10 + 85 \cdot 35 + 70 \cdot 40 + 40 \cdot 15}{100} = 73\ \%;$$

$$\text{сахарная свекла} — \frac{100 \cdot 10 + 85 \cdot 35 + 60 \cdot 40 + 20 \cdot 15}{100} = 62\ \%.$$

Сопоставив различные варианты севооборотов, можно подобрать состав и соотношение культур, наиболее рациональные с точки зрения получения максимального выхода необходимой сельскохозяйственной продукции в конкретных условиях.

Подсчеты возможного снижения урожайности культур вследствие смытости почвы используют не только при разработке схем севооборотов, но и при обосновании мероприятий по повышению урожайности культур, планировании величины урожая, себестоимости продукции и при решении других вопросов рационального использования земель.

Наряду с оценкой величины урожая конкретного состава культур необходима оценка и качества сельскохозяйственной продукции, получаемой на склонах со смытыми почвами. Так, анализ муки показывает, что зерно пшеницы, выращенной на среднесмытых почвах, имеет пониженное содержание сырой клейковины (до 1,5 — 2%). Физические свойства теста, полученного из образцов зерна, собранного на участках со среднесмытыми почвами, ниже, чем у теста, полученного из образцов зерна, выращенного на несмытых почвах. Кроме того, в первом случае установлено также уменьшение объемного выхода хлеба, снижение его вкусовых качеств и товарности.

Весьма важно правильно подобрать сорта культур для выращивания на смытых почвах. В связи с этим представляют интерес результаты сравнительного изучения урожайности различных сортов озимой пшеницы на несмытых и смытых почвах. Из рассмотренных в таблице 6 четырех сортов этой культуры Альбидум 114 оказался наименее урожайным на несмытых и наиболее урожайным на смытых почвах.

ТАБЛИЦА 6. Урожайность некоторых сортов озимой пшеницы на несмытых темно-серых лесных почвах водораздела и среднесмытых почвах южного склона (по данным П. Я. Ремезюка, 1976)

Сорт	Урожайность на несмытой почве, ц/га	Урожайность на среднесмытой почве в среднем за три года, ц/га
Льговская 47	41,5	25,8
Харьковская 38	41,2	21,1
Краснодарская 39	41,0	28,2
Альбидум 114	40,8	28,9

В то же время один из наиболее высокоурожайных сортов на несмытых почвах — Харьковская 38 — давал самый низкий урожай на смытых почвах. Так, если урожайность сорта Альбидум 114 на смытых почвах снизилась на 11,9 ц/га, то Харьковской 38 — на 20,1 ц/га. Следовательно, сорта, районированные для несмытых почв, нельзя механически переносить в районы со смытыми почвами.

В связи с тем, что одной из задач почвозащитного земледелия в районах с недостаточным увлажнением является максимальное использование осадков, необходимо принимать во внимание влияние агрофона на коэффициент стока осадков.

Результаты пятилетних исследований, проведенных в Алтайском крае, показали, что максимальный сток наблюдается на участках с посевами многолетних трав (в том случае, если под ними не применяли щелевание почвы). Коэффициент стока колебался здесь от 0,62 до 0,84. Значительный сток зарегистрирован и на тех участ-

ках, где не проводили осеннюю обработку почвы, а также на паровых полях. В этих случаях он достигал 0,65.

Следует отметить важность учета экспозиции склонов на сток и смыв почвы под посевами различных культур. Например, по данным исследований, выполненных на Алтае, на южных склонах коэффициент стока был меньше, чем на северных. Восточные склоны по коэффициенту стока оказались близки к южным, а западные — к северным (табл. 7).

ТАБЛИЦА 7. Коэффициент стока в зависимости от экспозиции склона (в среднем за три года)

Вариант опыта	Экспозиция склона			
	северная	южная	восточная	западная
Без обработки (стерня)	0,74	0,60	—	—
Многолетние травы	0,90	0,64	0,67	0,76

При этом увеличение крутизны южного склона с 3 до 8° приводило к увеличению коэффициента стока на участках, занятых многолетними травами, с 0,59 до 0,68, а с безотвальной обработкой пласта трав — с 0,19 до 0,24.

Результаты статистической обработки многочисленных наблюдений, проведенных за поверхностным стоком в Центрально-Черноземной зоне, показали следующий характер распределения стока в зависимости от состояния поверхности пашни (табл. 8).

Увеличение стока по стерне в сравнении с зябью обусловлено, с одной стороны, созданием микрорельефа

ТАБЛИЦА 8. Влияние агрофонов на поверхностный сток талых вод на черноземах и серых лесных почвах

Агрофон	Черноземы		Серые лесные почвы	
	коэффициент стока	слой стока, мм	коэффициент стока	слой стока, мм
Зябь (обычная вспашка)	0,28	29	0,47	48
Озимые	0,50	51	0,56	65
Стерня	0,56	61	0,73	75
Многолетние травы	0,48	52	0,62	66
Целина, залежь	0,38	41	0,56	57

фа на зяби, улучшением здесь условий впитывания и фильтрации воды, с другой, высокими запасами воды в снеге на стерне, отсутствием в данном случае микронеровностей и весьма слабой инфильтрацией воды в почву вследствие естественного уплотнения последней за вегетационный период, усиленного многократными проходами машин и агрегатов в период уборки урожая (В. Д. Иванов, 1981).

При разрабстке схем противоэрозионных севооборотов важно учитывать почвозащитную и почвоулучшающую способность различных культур. Она определяется прежде всего полнотой проективного покрытия почвы растениями в периоды стока талых вод и выпадения ливней.

В таблице 9 представлены среднемноголетние показатели почвозащитной эффективности растительного покрова в период стока талых вод для Центрально - Черноземной зоны.

ТАБЛИЦА 9. Среднемноголетние показатели почвозащитной эффективности агрофонов за период стока талых вод в ЦЧЗ (по В. Д. Иванову, 1981)

Агрофон	Число лет наблюдений	Относительный показатель смыва почвы
Зябь	127	1,00
Стерня	22	0,63
Озимые культуры	65	0,45
Многолетние травы	57	0,10

Несмотря на то что большие различия в числе лет наблюдений, в зависимости от варианта опыта, несколько снижают ценность представленных в таблице 9 данных, общая тенденция уменьшения смыва почвы по различным агрофонам, по-видимому, отражает действительность.

Результатами исследований, проведенных Донским зональным НИИСХ в течение десяти лет (1969—1978), установлено, что на обрабатываемых почвах наблюдались два цикла максимального проявления эрозии: первый — во время зимних оттепелей и весеннего снеготаяния и второй — весной или летом при выпадении ливней (рис. 2). Наибольшее разрушение почвы от весеннего снеготаяния имело место в 1970 и 1976 гг. Сток талых вод на зяби в эти годы

составил 20—49 мм, а смыв почвы — 19—100 т/га. Последний под посевами озимой пшеницы равнялся 6—31 т/га. В период выпадения ливней эрозия почв развивалась главным образом на чистом пару, причем наиболее интенсивно в 1973 и 1977 гг.: смыв почвы колебался здесь в пределах 60—110 т/га. В то же время под культурами сплошного посева он оказался в 9—12 раз меньше. Годовой смыв почвы с пашни в среднем за годы исследований на слабоэродированных почвах составил 2,8 т/га, на среднеэродированных — 17,1 и на сильноэродированных — 47,8 т/га (Е. В. Полуэктов, Е. В. Грызлов, 1979).

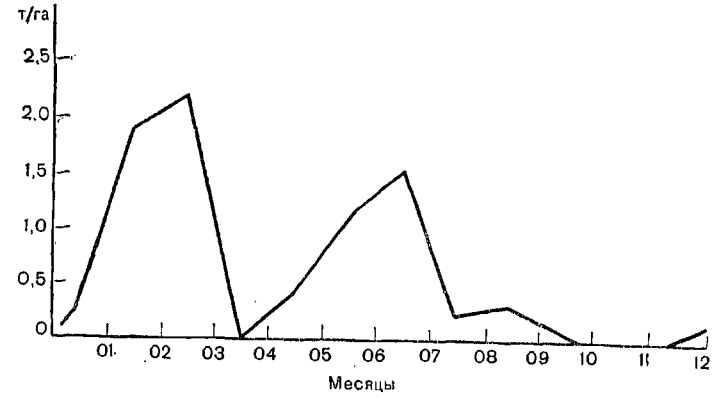


Рис. 2. График смыва почвы (в среднем за 1969—1978 гг., Ростовская область)

По данным ВНИИ кукурузы, наибольший годовой смыв почвы (8,4 т/га) от стока талых вод на склонах 2,5—3° с обыкновенными черноземами в среднем за четыре года был на зяби и наименьший (соответственно 0,7 и 2,9 т/га) — на посевах многолетних трав и озимых культур (В. М. Круть, 1980).

А. П. Вервейко (1968) приведены следующие «коэффициенты эрозионной опасности культур»: для черного пара — 1, свеклы и кукурузы — 0,85, картофеля, подсолнечника — 0,75, яровых зерновых — 0,5, смеси кукурузы с горохом и чиной, гороха, вико-овсяной смеси — 0,35, озимых зерновых — 0,30, многолетних трав первого года пользования — 0,08, второго года пользования — 0,03 и многолетних трав третьего года пользования — 0,01.

Прежде всего следует отметить, что название «коэффициенты эрозионной опасности культур» неудачно. Как известно, все культуры в разной степени защищают почву от эрозии, а не создают опасности ее проявления. Для определенной территории эти коэффициенты, по-видимому, вполне правильно отражают почвозащитную способность различных культур, однако им стали придавать универсальное значение для всей территории страны, что является большой ошибкой, поскольку в различных зонах, в зависимости от характера выпадения осадков и фенофаз вегетации, одни и те же культуры могут обладать разной почвозащитной способностью.

Для количественной оценки почвозащитной характеристики культур, входящих в противоэрозионный севооборот, вычисляют средневзвешенное проективное покрытие почвы культурами в эрозионноопасные периоды по формуле:

$$P_{ср.\ вз} = \frac{P_1S_1 + P_2S_2 + \ldots}{100},$$

где $P_{ср.\ вз}$ — средневзвешенное проективное покрытие почвы культурами, входящими в противоэрозионный севооборот, в период выпадения ливней и стока талых вод, %; P_1, P_2 ... — проективное покрытие почвы культурами в эрозионноопасные периоды, %; S_1, S_2 ... — посевная площадь культур, % от площади севооборота.

При рассмотрении различных вариантов противоэрозионных севооборотов с учетом данных о средневзвешенном проективном покрытии почвы культурами в период выпадения ливней и стока талых вод можно оценить, насколько тот или иной вариант обеспечивает защиту почв от эрозии.

Пример. В конкретных климатических условиях проективное покрытие почвы растениями в мае для многолетних трав составляет 90%, озимой пшеницы — 60, яровых колосовых — 20 и кукурузы — 5%. При структуре севооборота, где озимая пшеница занимает 25%, яровые колосовые — 25 и кукуруза — 50% площади, средневзвешенное проективное покрытие почвы растениями в мае равно:

$$\frac{25 \cdot 60 + 25 \cdot 20 + 50 \cdot 5}{100} = 22{,}5\ \%.$$

В том случае, если в структуре почвозащитного севооборота многолетние травы занимают 25%, озимая пшеница — 50 и яровые колосовые — 25%, средневзвешенное проективное покрытие почвы растениями в мае составит:

$$\frac{25 \cdot 90 + 50 \cdot 25 + 25 \cdot 20}{100} = 57{,}5\ \%.$$

Следовательно, во втором варианте почвозащитная способность севооборота в мае в 2 раза выше, чем в первом. Аналогично определяют почвозащитную способность севооборота по средневзвешенному проективному покрытию почвы растениями в другие месяцы.

По результатам оценки изменяют состав культур либо предусматривают меры, направленные на предотвращение эрозии (специальные приемы обработки почв и др.).

Оценивая почвозащитную способность различных культур по динамике проективного покрытия, вместе с тем принимают во внимание, что эта способность может проявиться только при выпадении осадков, вызывающих сток и эрозию. Поэтому важно знать режим осадков: в какую фазу вегетации растений выпадают наиболее эрозионноопасные осадки и в какой степени именно в этот период растения защищают почву от эрозии.

Для выяснения почвозащитной роли той или иной культуры в конкретных почвенно-климатических условиях целесообразно строить совмещенные календарные графики динамики выпадения эрозионноопасных осадков и изменения проективного покрытия почвы выращиваемыми культурами.

Чем больше проективное покрытие почвы растениями и меньше эрозионный индекс дождевых осадков, тем меньше потенциальная опасность эрозии. Эту зависимость можно выразить формулой:

$$P_0 = \frac{P_p}{R},$$

где P_0 — потенциальная опасность эрозии в зависимости от проективного покрытия почвы культурами и эрозионного индекса дождевых осадков; P_p — проективное покрытие почвы культурами, %; R — эрозионный индекс дождевых осадков.

Для районов с проявлением эрозии от стока талых вод, а также от ливней, выпадающих в первую половину лета, с увеличением крутизны склонов в противоэрозионных севооборотах целесообразно уменьшать долю пропашных культур и увеличивать площади культур сплошного посева, особенно многолетних трав.

При подборе культур для севооборотов, размещенных на склонах со смытыми почвами, наряду с почвозащитной способностью выявляют роль различных культур в восстановлении плодородия смытых почв.

Продуктивность большинства культур определяется урожаем зеленой массы или зерна. Однако для севооборотов, размещенных на смытых почвах, важна также величина накопления в почве пожнивных и корневых остатков различными культурами.

В литературе опубликовано большое количество сведений о накоплении в почве корневых и пожнивных остатков после выращивания различных культур. Так, по данным ВНИИ зернового хозяйства (Казахская ССР), в изученных севооборотах было отмечено следующее среднее количество растительных остатков: после уборки кукурузы и горохово-овсяной смеси — соответственно 53,6 и 41,7 ц/га, пшеницы, размещенной по чистому пару,— 46,9, второй пшеницы после пара — 44,5 и ячменя — 39,5 ц/га. Минимальное количество растительных остатков (24,6 ц/га) зарегистрировано после бессменного возделывания пшеницы.

По материалам Северо-Западного НИИСХ, на посевах клевера с тимофеевкой при урожае сена за два года пользования 130—140 ц/га воздушно-сухая масса корневых и пожнивных остатков равнялась 90,1 ц/га, в то время как после уборки озимой ржи, размещенной по занятому пару,— 47,5, а при бессменном посеве этой культуры — 32,1 ц/га (М. Ф. Стихин, 1974). Количество корневых и пожнивных остатков в пересчете на сухую массу после уборки многолетних трав достигает иногда 120—140 ц/га.

Накоплено много данных, говорящих о том, что после выращивания многолетних трав значительно возрастает содержание гумуса в почве. Так, по И. А. Цивенко (1977), в дерново-подзолистой суглинистой почве Подмосковья в восьмипольном севообороте с двухгодичным использованием клевера на шестой год второй ротации содержа-

ние гумуса увеличилось на 0,34%. Как свидетельствуют результаты исследований Белорусской сельскохозяйственной академии, в севообороте с двумя полями многолетних трав в сравнении с севооборотом без трав содержание гумуса в дерново-подзолистой почве в конце ротации возросло на 0,12—0,15%.

Хорошо известно, что многолетние травы приводят к увеличению содержания в почве структурных агрегатов. Так, по данным Северо-Западного НИИСХ, в дерново-подзолистой почве на поле клевера с тимофеевкой при урожае сена 60—70 ц/га количество водопрочных агрегатов в почве возросло с 35—40 до 58—66% (М. Ф. Стихин, 1979).

Все это говорит о важном значении максимального насыщения почвозащитных севооборотов многолетними травами. Повышая продуктивность земель, они одновременно отлично защищают почву от эрозии, способствуют восстановлению плодородия смытых почв и увеличивают их противоэрозионную устойчивость. По данным ВНИИ кормов, бобовые культуры фиксируют азот воздуха в следующих размерах (% от его количества, содержащегося в биомассе): клевер — 70—75, кормовые бобы и озимая вика — 55—60, горох и яровая вика — 30—40 (М. А. Смурыгин, Д. А. Алтунин, 1981). Хотя зерновые бобовые значительно уступают многолетним травам по почвозащитной и почвоулучшающей способности, однако и они уменьшают отрицательный баланс азота в смытых почвах. Эти культуры, как правило, дают урожай несколько ниже зерновых колосовых, однако недобор зерна компенсируется повышением урожайности последующих культур севооборота. Поэтому почвозащитные севообороты наряду с многолетними травами весьма желательно насыщать зерновыми бобовыми культурами, а также однолетними бобовыми травами.

С точки зрения почвозащитного и почвоулучшающего влияния культур первое место занимают многолетние бобово-злаковые смеси и чистые посевы многолетних бобовых трав. Затем идут однолетние бобовые и бобово-злаковые смеси. Далее следуют колосовые культуры сплошного сева. Наименьшей почвозащитной и почвоулучшающей способностью чаще всего обладают пропашные культуры — кукуруза, подсолнечник, свекла и другие.

В случае проектирования почвозащитных севооборотов учитывают также агрономические особенности склонов различных экспозиций. Исследованиями, проведенными в Приобье Алтая, установлено, что на склонах южных и северных экспозиций одной и той же крутизны по-разному складываются условия произрастания растений и формирования урожая.

ТАБЛИЦА 10. Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0–100 см на склонах в период появления всходов яровой пшеницы, мм

Часть склона	Экспозиция склонов (уклон)	
	северо-восточная (0–4°)	юго-восточная (0–5°)
Водораздел	179,5	110,9
Верхняя	202,9	132,8
Средняя	211,7	166,5
Нижняя	160,5	164,7

На юго-восточных, южных и юго-западных ветроударных склонах хуже задерживается и накапливается снег, вследствие чего глубже промерзает почва. После сухой осени в малоснежные ветреные зимы на таких склонах часто наблюдается дефляция. Весной здесь раньше начинается снеготаяние, сопровождающееся большим стоком воды и непродуктивным испарением влаги, почва достигает спелости на 5—15 дней раньше, чем на северных склонах.

На северных и северо-восточных склонах снега накапливается больше, почвы меньше промерзают и медленнее прогреваются весной, снеготаяние протекает здесь спокойнее и дольше (15—20 дней вместо 5—10 на южных склонах). Испарение и сток талых вод здесь меньше, запасы влаги к моменту появления всходов яровой пшеницы, как правило, выше, чем на склонах южных экспозиций (табл. 10).

В районах с частыми ливнями в зависимости от направления ветра на склонах различных экспозиций выпадает неодинаковый слой осадков (табл. 11), причем разница может достигать 150% и более. В связи с этим по среднемноголетним данным важно выявлять распределение ливневых осадков на склонах различных экспозиций и учитывать этот фактор при подборе культур для севооборотов, размещаемых на склоновых землях.

ТАБЛИЦА 11. Слой осадков, зафиксированный на опытных площадках в зависимости от их уклона и экспозиции, мм
(по данным А. Г. Рожкова и К. М. Яловицкого, 1966)

Дата выпадения ливня	Слой осадков на горизонтальной площадке	Слой осадков при уклоне площадок 10° и разных экспозициях			
		северной	восточной	южной	западной
11—12 июня	24,8	28,7	26,3	19,1	20,8
20 июня	17,5	26,7	16,8	11,5	17,9
1 июля	33,3	41,0	24,0	24,8	40,7

Почвы на склонах южных экспозиций содержат обычно несколько меньше гумуса. Кроме того, они, особенно в районах с сильным стоком талых вод, более эродированы, что и обусловливает неодинаковый уровень плодородия почв на склонах разных экспозиций. Например, в Приобской лесостепи на склонах северной, северо-восточной и северо-западной экспозиций урожайность яровой пшеницы и овса в засушливые годы была заметно выше, чем на склонах южной, юго-западной и юго-восточной экспозиций. Существенные различия наблюдались также в урожайности различных сортов яровой пшеницы. Так, сорт пшеницы Харьковская 46 давал более высокий урожай на склонах северных, Саратовская 29 — южных экспозиций.

В том случае, если на длинных склонах поля севооборотов размещают полосами, то, кроме экспозиции, учитывают почвенно-агроклиматические условия различных частей склона — верхней, средней и нижней.

На склонах различных экспозиций и на участках с равновеликой удаленностью от водораздела потенциальная опасность эрозии бывает неодинаковой, что также принимают во внимание при подборе культур для почвозащитных севооборотов.

Поскольку главным назначением каждого севооборота является получение максимального урожая необходимой растениеводческой продукции, то и почвозащитные севообороты, размещенные на склонах, оценивают в первую очередь с этой позиции.

В связи со сказанным представляет интерес изучение севооборотов различных типов, проведенное в АНИИЗиС на эродированных склонах. Установлено, что наибольший выход растениеводческой продукции обеспечивали зернотравяные севообороты (табл. 12). Эти севообороты

ТАБЛИЦА 12. Выход растениеводческой продукции в зависимости от структуры посевных площадей в севооборотах ОПХ имени В. В. Докучаева АНИИЗиС

Структура посевных площадей в севооборотах	Всего получено продукции с 1 га севооборотной площади	
	ц/га корм. ед.	в сопоставимых ценах, руб.
Зерновые — 75 %, чистый пар — 25 %	20,0	122,66
Зерновые — 75 %, чистый кулисный пар — 25 %	21,1	130,22
Зерновые — 67 %, чистый пар — 13, кукуруза — 10, многолетние травы — 10 %	22,3	128,23
Зерновые — 64 %, чистый пар — 10, кукуруза — 10, многолетние травы — 16%	23,3	129,02
Зерновые — 50 %, многолетние травы — 50 %	24,5	121,37

одновременно наилучшим образом защищали почву от эрозии и способствовали восстановлению плодородия смытых почв.

Следует остановиться также на результатах исследований, проведенных в колхозе «Россия» Змеиногорского района Алтайского края на выщелоченном суглинистом черноземе. Варианты опыта: 1 — чистый пар (контроль), 2 — пар, занятый вико-овсяной смесью, со вспашкой почвы вслед за уборкой урожая зеленой массы (конец второй декады июля), 3 — пар, занятый донником, со вспашкой почвы вслед за уборкой зеленой массы (конец июня), 4 — пар, занятый донником, с запашкой отавы (15 — 20 августа), 5 — пар, занятый эспарцетом, со вспашкой почвы вслед за уборкой зеленой массы (конец июня), 6 — пар, занятый эспарцетом, с запашкой отавы (15—20 августа). Уборку донника осуществляли в фазе бутонизации, эспарцета — в начале фазы цветения и вико-ов-

ТАБЛИЦА 13. Урожай зеленой массы парозанимающей культуры, а также урожай и качество зерна твердой яровой пшеницы в колхозе „Россия" Змеиногорского района Алтайского края (в среднем за 1977—1979 гг.)

Вариант опыта	Урожай зеленой массы парозанимающей культуры, ц/га	Урожай зерна твердой яровой пшеницы, ц/га	Качество зерна, полученного с посевов пшеницы по чистому и занятым парам		
			содержание белка, %	содержание клейковины в муке, %	группа клейковины
Чистый пар	—	23,8	15,5	34,0	1
Пар, занятый вико-овсяной смесью, со вспашкой почвы вслед за уборкой урожая	168,0	21,8	12,8	30,0	2
Пар, занятый донником, со вспашкой почвы вслед за уборкой урожая	207	22,0	14,9	33,0	2
Пар, занятый донником, с запашкой отавы	207	21,9	15,1	33,9	1
Пар, занятый эспарцетом, со вспашкой почвы вслед за уборкой урожая зеленой массы	163,6	23,3	14,5	32,0	1
Пар, занятый эспарцетом, с запашкой отавы	163,6	23,0	15,4	34,1	1

сяной смеси — выметывания. В таблице 13 приведены результаты этих исследований.

Как видно из таблицы 13, практически на всех вариантах опыта был получен высокий урожай зерна твердой яровой пшеницы. При этом наибольшую эффективность обеспечил посев твердой пшеницы по парам, занятым донником и эспарцетом, со вспашкой почвы вслед за уборкой урожая зеленой массы. Не уступал им по эффективности и пар, занятый эспарцетом, при более позд-

них сроках основной обработки почвы под пшеницу (после отрастания отавы).

Качество зерна твердой яровой пшеницы, выращенной на парах, занятых донником и эспарцетом, было достаточно высоким и практически не отличалось от качества зерна, полученного по чистому пару. При повторных посевах пшеницы на фоне изучавшихся видов паров были получены также высокие урожаи зерна. Причем снижение урожая зерна в вариантах опыта, где парозанимающими культурами служили донник и эспарцет, по сравнению с вариантом с чистым паром колебалось в пределах 0,5—1 ц/га. И только там, где парозанимающей культурой была вико-овсяная смесь, урожай зерна оказался на 1,5 ц/га меньше, чем по чистому пару (И. Я. Шумаков и др., 1981). Таким образом, результаты проведенных исследований показали, что в предгорьях Алтая можно добиться увеличения производства высококачественного зерна твердых и сильных пшениц при одновременном получении кормов для нужд животноводства, повышении плодородия почв за счет запашки органической массы бобовых трав и обеспечении защиты почв от эрозии.

Исследованиями, проведенными СибНИИСХозом в Омской области, установлено, что в лесостепи Западной Сибири, где осадки не являются фактором, лимитирующим величину урожая, вместо чистого пара целесообразно иметь занятые пары с посевом на них донника или люцерны и особенно сидеральные пары. В этом случае наряду с высокой экономической эффективностью обеспечивается защита почвы от эрозии и расширенное воспроизводство плодородия почв. Эти выводы подтверждены результатами исследований, проведенных в колхозе имени Ленина и в совхозе «Черемновский» Омской области (Я. Г. Зюско, 1981). Выход продукции по севооборотам и их экономическая оценка в этих хозяйствах приведены в таблице 14.

Эффективность эспарцета как парозанимающей культуры на склонах со среднесмытым тяжелосуглинистым черноземом изучали в Донском зональном НИИСХ (Н. А. Зеленский, 1982). Суммарный смыв почвы с черного пара в среднем за три года был в 25 раз больше, чем с пара, занятого эспарцетом. Преимущество черного пара по запасам продуктивной влаги в почве обусло-

ТАБЛИЦА 14. Выход продукции по севооборотам и их экономическая оценка

Хозяйства и севообороты	Зерно, ц/га	Солома, ц/га	Сено, ц/га	Кормовые единицы, ц/га	Белок, ц/га	Пожнивные и корневые остатки, ц/га	Чистый доход с 1 га, руб.	Затраты на 1 ц зерна, руб.	Уровень рентабельности, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Колхоз имени Ленина (1976—1979 гг.)									
Чистый пар—пшеница—пшеница—ячмень	32,3	33,7	—	47,1	4,3	63,5	23,0	10,91	60,0
Пар, занятый донником, —пшеница—пшеница—ячмень	36,6	38,1	42,9	71,9	9,2	195,0	194,3	10,60	50,0
Сидеральный донниковый пар—пшеница—пшеница—ячмень	41,7	45,2	19,6	69,7	7,5	206,1	183,3	9,31	47,2
Люцерна (два укоса)—люцерна (один укос) с последующей полупаровой обработкой почвы—пшеница—пшеница	31,2	34,7	77,6	78,5	13,7	317,6	362,8	9,41	123,4

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Совхоз „Черемновский" (1975—1978 гг.)									
Чистый пар—пшеница—пшеница—ячмень	44,5	72,0	—	70,8	6,4	76,6	266,7	7,68	78,2
Пар, занятый донником,—пшеница—пшеница—ячмень	47,2	73,4	19,0	83,0	8,5	178,2	339,3	7,37	97,5
Сидеральный донниковый пар—пшеница—пшеница—ячмень	44,4	69,7	—	70,3	6,3	176,8	260,7	7,55	77,7
Донник (один укос) с запашкой отавы—пшеница—пшеница—ячмень	43,8	69,4	19.0	78,1	8,1	212,0	294,6	7,87	85,4
Донник (два укоса)—пшеница—пшеница—ячмень	44,0	71,6	29,8	83,3	9,2	223,1	328,7	7,97	93,8

вило некоторое увеличение урожайности озимой пшеницы в сравнении с занятым паром, однако впоследствии наибольшее влияние на урожайность второй озимой пшеницы оказал пар, занятый эспарцетом. При этом как черный, так и занятый пар обеспечили получение зерна высокого качества (табл. 15). В звене севооборота пар — озимая пшеница — озимая пшеница выход зерна оказался одинаковым независимо от вида пара, однако сбор кормовых единиц был выше в севообороте с занятым паром. Эспарцет как парозанимающая культура накапливал в почве до 60—80 ц/га корневых остатков, которые содержали 2,05% азота и 0,6% фосфора. Подсчитано, что по своему удобрительному действию корневые и пожнивные остатки эспарцета равноценны внесению под вспашку 25—30 т/га навоза.

На основании проведенных исследований установлено, что эспарцет как парозанимающую культуру можно выращивать в севооборотах на эродированных склонах в центральных и северных районах Ростовской области

ТАБЛИЦА 15. Сравнительная эффективность чистого пара и пара, занятого эспарцетом, на среднесмытом черноземе Ростовской области

Показатель	Черный пар, отвальная обработка почвы	Пар, занятый эспарцетом, отвальная обработка почвы
Смыв почвы в весенний период, м³/га	16,4	—
Смыв почвы в период парования, м³/га	17,4	1,3
Суммарный смыв почвы, м³/га	33,8	1,3
Запас продуктивной влаги перед посевом пшеницы в слое почвы 0—100 см, мм	119,9	84,9
Урожайность парозанимающей культуры, ц/га	—	39,3
Урожайность озимой пшеницы, размещенной по пару, ц/га	35,3	34,0
Урожайность второй озимой пшеницы, размещенной по пару, ц/га	23,6	25,5
Выход зерна—всего, ц/га	58,9	59,5
Выход кормовых единиц, ц/га	68,9	90,8
Содержание белка в зерне пшеницы, %	13,09	13,17
Содержание клейковины в зерне пшеницы, %	26,3	26,5
Хлебопекарная сила муки, е. а.	221	281

при среднегодовой сумме осадков 460—470 мм. Это способствует укреплению кормовой базы животноводства без снижения производства зерна и его качества и одновременно резко уменьшает эрозию и повышает плодородие почв.

Исследования, проведенные на Красноградской опытной станции Харьковской области, позволили сделать вывод, что в северной части Украины целесообразно применять занятые пары, поскольку положительное влияние чистого пара на водный режим почвы сказывается только на первой культуре. Лучшими парозанимающими культурами считаются здесь горох и кукуруза на зеленый корм, вико-овсяная смесь, люцерна и эспарцет (после первого укоса), а также горох на зерно. Одновременно с занятыми парами для получения гарантированных урожаев пшеницы с высокими посевными и хлебопекарными качествами целесообразно иметь и небольшую площадь чистого пара (Е. М. Лебедь, 1979). Последний в этом случае следует применять на наиболее равнинных землях, где отсутствует опасность эрозии почвы.

Технология возделывания пропашных, однолетних культур сплошного посева и многолетних трав обусловливает различные требования к размещению этих культур на склонах разной крутизны для обеспечения качественного выполнения полевых работ и производительного использования машинно-тракторного парка.

С увеличением крутизны склонов возникают большие трудности для работы машинно-тракторных агрегатов, что ведет к ухудшению качества полевых работ, снижению производительности и увеличению износа машин.

Для объективной оценки различных вариантов противоэрозионных севооборотов по технологическим картам учитывают количество проходов машинно-тракторных агрегатов, которые необходимо выполнить при возделывании той или иной культуры. Так, число всех видов механизированных работ при выращивании пропашных культур составляет 25—30, озимых зерновых — 20—25, яровых зерновых — 15—20 и однолетних трав — 5—8.

С увеличением крутизны склонов предпочтение отдают севооборотам с малотрудоемкими культурами.

Себестоимость продукции, полученной в противоэрозионных севооборотах, определяют по формуле:

$$К = К_1 + К_2 + К_3,$$

где К — себестоимость 1 ц продукции, полученной в противоэрозионном севообороте, руб; $К_1$ — себестоимость 1 ц продукции, получаемой в равнинных условиях рельефа на несмытых почвах, руб.; $К_2$ — увеличение себестоимости 1 ц продукции, полученной в противоэрозионном севообороте, за счет снижения урожайности и повышения затрат на возделывание культур на склонах, руб.; $К_3$ — увеличение себестоимости 1 ц продукции, полученной в противоэрозионном севообороте, за счет дополнительных затрат на осуществление мероприятий по защите почв от эрозии и повышению урожайности культур на смытых почвах, руб.

Себестоимость 1 ц продукции в противоэрозионном севообороте в результате снижения урожайности и повышения затрат на возделывание культур на склонах ($К_2$) может увеличиваться за счет: ухудшения плодородия смытых почв; наличия огрехов при посеве, подрезания растений при культивации пропашных культур; неравномерного созревания растений на почвах разной степени эродированности; увеличения потерь зерна при уборке культур на склонах; снижения производительности машинно-тракторных агрегатов, повышенного расхода горючего и смазочных материалов, увеличения простоев машин, дополнительных затрат средств на проведение ремонта машин; увеличения транспортных расходов и других слагаемых.

Себестоимость 1 ц продукции в противоэрозионном севообороте в результате дополнительных затрат на осуществление мероприятий по защите почв от эрозии и повышения урожайности культур на смытых почвах ($К_3$) может возрастать за счет: повышения норм высева семян культур на смытых почвах; увеличения норм внесения органических и минеральных удобрений; применения полимеров, латексов и других препаратов и материалов для защиты почв от эрозии; увеличения расходов на приобретение специальных машин и орудий для противоэрозионной обработки почв; дополнительных расходов на проведение валкования, бороздования, лункования, щелевания и других противоэрозионных приемов обработки почв на склонах; осуществления контурной разбивки полей и рабочих участков, а также контурного посева и посадки культур; холостых проходов при работе машинно-тракторных агрегатов на склонах с полосны-

ми посевами культур; затрат на строительство валов, канав-террас, запруд и других гидротехнических противоэрозионных сооружений; затрат на различные лесомелиоративные противоэрозионные мероприятия и др.

Всесторонний анализ вариантов схем противоэрозионных севооборотов позволяет отобрать лучший из них, в наибольшей мере обеспечивающий получение высоких урожаев более дешевой сельскохозяйственной продукции при одновременной надежной защите почв от эрозии и восстановлении плодородия смытых почв.

Во ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии разработаны рекомендации по структуре пашни и схемам севооборотов, размещаемых на склонах различной крутизны.

Для черноземов и темно-серых почв Курской области на склонах 0—3° этим институтом рекомендованы следующие севообороты.

Зерносвекловичные и зернокартофельные севообороты: I. 1 — чистый пар и многолетние травы (буферные полосы), 2 — озимая пшеница, 3 — сахарная свекла или картофель, 4 — зерновые бобовые, 5 — озимая пшеница, 6 — крупяные культуры, 7 — яровые зерновые с подсевом многолетних трав; II. 1 — чистый пар и многолетние травы (буферные полосы), 2 — озимая пшеница, 3 — сахарная свекла или картофель, 4 — зерновые бобовые, 5 — озимая пшеница, 6 — крупяные и яровые зерновые с подсевом многолетних трав; III. 1 — чистый пар, зерновые бобовые культуры и многолетние травы (буферные полосы), 2 — озимая пшеница, 3 — свекла или картофель, 4 — крупяные культуры, 5 — яровые зерновые с подсевом многолетних трав; IV. 1 — чистый пар, зерновые бобовые культуры и многолетние травы (буферные полосы), 2 — озимая пшеница, 3 — сахарная свекла или картофель, 4 — крупяные и яровые зерновые культуры с подсевом многолетних трав.

Прифермские севообороты: I. 1 — многолетние травы, 2—3 — пропашные, 4 — однолетние травы или зерновые бобовые культуры, 5 — озимые, 6—7 — пропашные, 8 — яровые зерновые культуры или однолетние травы с подсевом многолетних трав; II. 1 — многолетние травы, 2 — яровые зерновые, 3—4 — пропашные, 5 — яровые зерновые культуры или однолетние

травы с подсевом многолетних трав; III. 1 — первый год однолетние травы с подсевом многолетних трав, а в последующие три-четыре года — многолетние травы, 2 — кукуруза в течение четырех-пяти лет.

Для черноземов и темно-серых лесных почв на склонах 3—5° рекомендованы зернотравяные севообороты со следующим чередованием культур: 1 — многолетние травы, 2 — озимая пшеница, 3 — зерновые бобовые культуры или однолетние травы, 4 — озимая пшеница, 5 — ячмень с подсевом многолетних трав. Если площадь севооборота равна менее 300 га, то целесообразна следующая схема севооборота: 1 — многолетние травы, 2 — озимая пшеница, 3 — ячмень с подсевом многолетних трав.

Для черноземов и темно-серых лесных почв на склонах более 5° рекомендованы зернотравяные севообороты с таким чередованием культур: 1—2 — многолетние травы, 3 — озимая пшеница, 4 — овес с подсевом многолетних трав; выводное поле многолетних трав.

Для серых и светло-серых лесных почв на склонах 0—2° рекомендованы:

зерносвекловичные и зернокартофельные севообороты: I. 1 — 0,5 поля чистый пар и 0,5 поля многолетние травы (полосное размещение), 2 — озимая пшеница, 3 — сахарная свекла или картофель, 4 — зерновые бобовые, 5 — озимая пшеница, 6 — крупяные, 7 — яровые зерновые с подсевом многолетних трав; II. 1—0,5 поля чистый пар и 0,5 поля многолетние травы (полосное размещение), 2 — озимая пшеница, 3 — свекла и крупяные, 4 — зерновые бобовые культуры и однолетние травы, 5 — озимая пшеница, 6 — яровые зерновые с подсевом многолетних трав; III. 1—0,5 поля чистый пар и 0,5 поля многолетние травы (полосное размещение), 2 — озимая пшеница, 3 — свекла или картофель, 4 — крупяные, 5 — яровые зерновые культуры с подсевом многолетних трав; IV. 1 — 0,5 поля чистый пар и 0,5 поля многолетние травы (полосное размещение), 2 — озимая пшеница, 3 — свекла или картофель, 4 — яровые зерновые с подсевом многолетних трав;

прифермские севообороты: 1 — многолетние травы, 2 — яровая пшеница, 3—4 — пропашные, 5 — яровые зерновые культуры или однолетние травы с подсе-

вом многолетних трав; при полосном размещении культур: 1 — первый год однолетние травы с подсевом многолетних трав, а в последующие два-три года — многолетние травы, 2 — кукуруза в течение трех-четырех лет.

Для серых и светло-серых лесных почв на склонах 2—4° рекомендованы зернотравяные севообороты: 1—2 — многолетние травы, 3 — озимая рожь, 4 — овес с подсевом многолетних трав; при площади севооборота менее 300 га: 1 — многолетние травы, 2 — озимая рожь, 3 — овес с подсевом многолетних трав.

Для серых и светло-серых лесных почв на склонах более 4° рекомендован травянозерновой севооборот: 1—3 — многолетние травы, 4 — озимая рожь, 5 — овес с подсевом многолетних трав; выводное поле многолетних трав.

Разработанная ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии система севооборотов предусматривает рациональное размещение посевов с учетом плодородия почв, уклонов местности и почвозащитной способности культур. При этом соблюдается научно обоснованное чередование культур в севооборотах, обеспечиваются благоприятные условия для полосного размещения чистого пара, зерновых бобовых культур и однолетних трав, создания кулис из высокостебельных культур, применения дифференцированной системы обработки почвы, удобрений, борьбы с сорняками, вредителями и болезнями, движения почвообрабатывающих, посевных и других орудий и машин по горизонтали. Освоение специализированных севооборотов с короткой ротацией, особенно в верхней части склона, позволяет повысить уровень внутрихозяйственной специализации и концентрации производства продукции земледелия, улучшить использование техники, снизить себестоимость продукции, а также повысить продуктивность склоновых земель и производительность труда (Д. Е. Ванин, А. В. Посохов и др., 1981).

Рекомендации ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии по внедрению на склонах Курской области дифференцированных севооборотов претворяются в жизнь. Так, в первой бригаде колхоза «40 лет Октября» Курского района пашня по крутизне склонов распределяется следующим образом: до 1° — 150 га, 1—2° — 486, 2—3° — 1187, 3—5° — 551 и более 5° — 388 га. Из 2762 га пашни несмытые почвы занимают 1110 га, слабосмы-

тые — 527, среднесмытые — 802 и сильносмытые — 323 га. Ранее на всей площади пашни был введен один двенадцатипольный севооборот, а именно: 1 — горох и однолетние травы, 2 — озимые, 3 — сахарная свекла и картофель, 4 — ячмень с подсевом многолетних трав, 5 — многолетние травы, 6 — озимые, 7 — сахарная свекла, 8 — кукуруза и овес, 9 — озимые, 10 — крупяные, 11 — картофель, 12 — яровые зерновые культуры. Сейчас для этой бригады разработана новая система севооборотов. Вместо одного вводятся четыре севооборота. Первый из них — зернопропашной четырехпольный, занимающий 1370 га. Он размещен на лучших землях склонов до 3°. Схема чередования культур в первом севообороте: 1 — однолетние травы, 2 — озимые, 3 — картофель, 4 — яровая пшеница. Второй севооборот кормовой, двухпольный, размещен на площади 466 га вблизи фермы крупного рогатого скота на слабо- и среднесмытых почвах склонов до 3°. Схема чередования культур во втором севообороте: 1 — кукуруза, 2 — ячмень. Третий севооборот —зернотравяной, четырехпольный, расположен на площади 576 га на среднесмытых почвах склонов 3—5°. Схема чередования культур в третьем севообороте: 1 — зерновые бобовые, 2 — озимые, 3 — ячмень с подсевом многолетних трав, 4 — многолетние травы. Четвертый севооборот — травопольный, пятипольный, размещен на площади 350 га на сильносмытых почвах склонов более 5°. Схема чередования культур в четвертом севообороте: 1—3 — многолетние травы, 4 — озимые, 5 — овес с подсевом многолетних трав.

ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии для всех крупных земледельческих районов страны на склонах до 3° рекомендует севообороты с чистым паром, пропашными и зерновыми культурами; 3—5° со среднесмытыми почвами — севообороты с существенным преобладанием зерновых злаковых и зерновых бобовых культур сплошного посева, многолетних и однолетних трав (без чистого пара и пропашных культур); более 5° с сильносмытыми почвами — севообороты с одинаковым соотношением зерновых культур и многолетних трав или с некоторым преобладанием многолетних трав над однолетними культурами сплошного посева. Разумеется, эта общая схема, в зависимости от регионов страны будет претерпевать те или иные изменения.

На длинных склонах различной крутизны предлагается размещать два или три севооборота. Так, на длинных склонах до 7° можно размещать поля трех севооборотов. В верхней части склона (до 3°) рекомендуется применять севообороты с однолетними травами, чистым паром, озимыми зерновыми, ячменем, яровой пшеницей, просом, сахарной свеклой, картофелем; на средней части склонов 3—5° — с горохом, викой, многолетними травами одного года пользования, гречихой, озимыми, ячменем; в нижней части склонов 5—7° — севообороты с овсом, озимой рожью и многолетними травами. На длинных склонах до 5° можно, например, размещать два севооборота. Поля первого севооборота с однолетними травами, чистым паром, озимыми зерновыми, ячменем, яровой пшеницей, просом, сахарной свеклой, картофелем целесообразно располагать в верхней части склонов с уклоном до 3°. На нижней части склонов с уклоном 3—5° рационально размещать поля севооборота с горохом, викой, гречихой + многолетние травы одного года пользования, озимыми зерновыми, ячменем, овсом.

В Молдавской ССР с середины 60-х годов стали внедрять в практику рациональную структуру посевных площадей с учетом крутизны склонов и эродированности почвенного покрова. Ранее пропашные занимали здесь 60—65 % посевных площадей, однолетние культуры сплошного посева — 30—35, многолетние травы — 2—3%. С 1968 г. начали применять дифференцированное планирование посевных площадей с учетом распределения их по уклонам (табл. 16), а также потребности

ТАБЛИЦА 16. Рекомендуемое соотношение культур в зависимости от распределения пахотных земель по уклонам (Молдавская ССР)

Крутизна склонов, град	Соотношение культур, %		
	пропашные	однолетние сплошного посева	многолетние травы
1	70—80	20—30	—
1—5	40—60	40—60	—
5—8	20—30	40—60	20—30
8—12	—	40—60	40—60
>12	—	20—30	70—80

в производстве той или иной продукции, экономической целесообразности выращивания культур и организационных возможностей хозяйств.

В прошлом в колхозах и совхозах в один севооборот обычно входили земли с различной крутизной склонов и различной степенью смытости почв. В лучшем случае в одно поле стремились включать земли с однородным рельефом, в худшем — в границах поля оказывались и равнинные площади на водоразделах, и склоны, и пониженные участки, расположенные в балках. Однако даже если при землеустройстве в холмистых районах внутри каждого поля достигалась относительная однородность рельефа, то и тогда поля одного севооборота, расположенные и на водоразделах, и на склонах различной крутизны, характеризовались большой пестротой почвенного покрова. При таком размещении полей нельзя было правильно подбирать культуры для севооборотов с учетом плодородия почв и особенностей рельефа, поскольку, будучи включенными в ротацию севооборотов, они поочередно занимали поля и на водоразделах, и на склонах различной крутизны, и на несмытых, и на смытых почвах с различной агрономической характеристикой.

В настоящее время в Молдавской ССР территорию для севооборотов различных типов выделяют на основе карт уклонов, где обозначают все пахотные земли, а затем с учетом уклонов и смытости почв намечают контуры для размещения севооборотов различных типов.

В большинстве колхозов Молдавии выделяют два типа севооборотов: первый — на равнинных участках и склонах до 5° и второй — на склонах более 5°. Границей разделения полей севооборотов различных типов принята крутизна склонов 5° по следующим соображениям. На более пологих склонах в Молдавии преобладают слабосмытые, а на более крутых — средне- и сильносмытые почвы. Урожайность большинства злаковых культур снижается здесь на 30—50 %. При уклонах более 5° значительно возрастает потенциальная опасность эрозии, для предотвращения которой необходимо проведение дополнительных противоэрозионных мероприятий. Кроме того, на крутых склонах резко ухудшается качество выполнения полевых работ, особенно при возделывании пропашных культур. На таких склонах увеличивают удель-

ный вес однолетних культур сплошного посева и многолетних трав.

В севооборотах, размещаемых на равнинных землях, полям придают форму слабовытянутых прямоугольников, что создает благоприятные условия для механизации работ. Поля, расположенные на склонах, нарезают в виде более вытянутых прямоугольников: чем больше уклон, тем меньше ширина поля.

В совхозе «Бируинца» Страшенского района успешно освоены дифференцированные почвозащитные севообороты на землях с различными уклонами. Здесь в бригаде села Гидигич 96 % всех земель находится на склонах, в том числе 46 % — более 5°. По старому землеустройству все пахотные земли были объединены в десятипольный севооборот. В границы одного поля включали небольшие равнинные участки и склоны до 15°. 50—60% площади пашни обрабатывали вдоль склонов. Неправильная организация территории способствовала усилению эрозионных процессов.

На основе данных о распределении смытых почв выделили земли для севооборотов двух типов. Семипольный севооборот разместили на выровненных несмытых и слабосмытых землях. 95 % площади этого севооборота были с уклонами менее 5° и только 5 % — 5—8°. В севообороте, состоящем из семи полей, пять предназначены под пропашные культуры. Все они имеют форму вытянутых прямоугольников.

Поля второго севооборота занимают преимущественно склоны со смытыми почвами: 76 % площади — склоны более 5° и только 16 % — менее 5°. Во втором севообороте предусмотрено полосное размещение культур. В его структуре 50 % пропашных и 50 % зерновых злаковых и зерновых бобовых культур сплошного посева. Для обоих севооборотов разработан комплекс противоэрозионных приемов обработки почвы и других мероприятий.

На Придеснянской опытной станции (Черниговская область) на более выровненных землях с уклонами до 5° введен девятипольный, а на склонах 5—9° — пятипольный севооборот. Поля первого севооборота занимают приводораздельные земли, а второго — расположены между оврагами и балками на нижней части склонов. Последний севооборот без пропашных культур и с высо-

ким удельным весом многолетних трав. Учитывая сложность конфигурации межовражных участков, данный севооборот осваивали по методу чередования культур во времени на каждом обособленном участке — поле.

В девятипольном севообороте принято следующее чередование культур: 1 — люпин на зеленый корм и силос, 2 — озимые культуры, 3 — многолетние травы, 4 — озимые, 5 — картофель, 6 — лен, 7 — озимые, 8 — кукуруза и люпин на зерно, 9 — яровые зерновые. Сбор кормовых единиц с каждого гектара пашни за вычетом льна составляет в этом севообороте 20 ц, затраты на 1 га севооборотной площади — 15,6 чел.-дней, себестоимость 1 ц корм. ед.— 7 руб.

В пятипольном почвозащитном севообороте принята следующая схема чередования культур: 1 — озимые, 2— 4 — многолетние травы, 5 — яровые зерновые культуры. При сборе кормовых единиц с каждого гектара 20 ц затраты на 1 га севооборотной площади равны в этом севообороте 6,5 чел.-дня, или в 2,4 раза меньше, чем в девятипольном севообороте, а себестоимость 1 ц корм. ед.— 2 руб. (почти в 3 раза меньше, чем в девятипольном севообороте).

В результате рационального использования эродированных пахотных земель и других угодий (очень крутые склоны были залужены) за последнее десятилетие на Придеснянской опытной станции более чем вдвое возросли урожайность и валовые сборы сельскохозяйственных культур, а также производство продукции животноводства. Урожайность зерновых культур достигла здесь 35 ц/га. На каждые 100 га сельскохозяйственных угодий производится по 100 ц мяса и по 800 ц молока (В. Г. Писарцов, 1979).

Успешно осваивают на склонах почвозащитные севообороты в колхозе «Заветы Ильича» Обуховского района Киевской области. Здесь на склонах более 4° со слабо- и среднесмытыми почвами на площади 756 га с 1975 г. введены севообороты без пропашных культур, например с таким чередованием культур: 1—2 — многолетние травы, 3 — озимая пшеница, 4 — горох, 5 — озимая пшеница, 6 — яровые зерновые с подсевом трав (И. Е. Хондич, 1982).

Дифференцированные севообороты с учетом рельефа и эродированности почв применяют во многих хо-

зяйствах Латвийской ССР. Так, в колхозе «Красный Октябрь» Прейльского района освоены севообороты трех типов, а именно: на равнинных землях с наиболее высоким уровнем плодородия: 1 — ячмень с подсевом раннего клевера, 2 — клевер, 3 — озимая рожь, озимая пшеница, 4 — лен, свекла, картофель, 5 — ячмень, 6 — кукуруза, овес; на землях со средним уровнем плодородия: 1 — ячмень с подсевом позднеспелого клевера с тимофеевкой, 2—3 — многолетние травы, 4 — озимая рожь, 5 — ячмень, 6 — овес; на наименее плодородных склоновых землях большой крутизны: 1 — ячмень с подсевом клевера и злаковых трав, 2—4 — многолетние травы, 5— озимая рожь, 6 — овес.

Во многих хозяйствах зерново-скотоводческого и свекловодческого направлений Центрально-Черноземной зоны, Северного Кавказа, Украины, Молдавии и ряда других регионов страны наиболее выровненные земли и склоны до 2—3° рекомендуется отводить под специализированные свекловичные севообороты, а более крутые склоны — главным образом под кормовые севообороты. При наличии значительных площадей пахотных земель с крутыми склонами и эродированными почвами в таких хозяйствах наряду с выращиванием сахарной свеклы рекомендуется специализация на доращивании молодняка на мясо или на производстве молока.

В целях повышения урожайности всех возделываемых культур, создания наилучших условий для производительного использования сельскохозяйственной техники, уменьшения затрат ручного труда при производстве продукции, снижения ее себестоимости и обеспечения защиты почв от эрозии во многих районах требуется пересмотреть установившуюся специализацию и структуру посевных площадей. В частности, это касается размещения пропашных культур в районах, где пахотные земли расположены на склонах более 4—5°. По-видимому, как общее правило, севообороты с пропашными культурами должны занимать земли склонов крутизной менее 5—6°. Там, где такие земли отсутствуют или площади их весьма ограничены, структуру посевных площадей изменяют в направлении замены пропашных однолетними культурами сплошного посева и многолетними травами.

Вопрос об изменении специализации сельскохозяйст-

венного производства, структуры посевных площадей и севооборотов различных типов необходимо решать с учетом отдаленности мест выращивания культур от мест хранения и использования продукции — животноводческих ферм, сахарных заводов и других предприятий по переработке сельскохозяйственной продукции.

Особое внимание важно уделять размещению севооборотов, в которых выращивают сахарную свеклу. Такие севообороты нельзя располагать на склонах более 2—3°, поскольку при существующей технологии возделывания этой культуры здесь нельзя обеспечить высокопроизводительное использование техники и качественное проведение всех полевых работ, направленных на получение высоких урожаев с низкой себестоимостью продукции.

Эффективность отвода под свекловичные севообороты равнинных земель с наиболее плодородными почвами можно показать на примере колхоза «Заря коммунизма» Кореневского района Курской области. В структуре посевных площадей сахарная свекла занимает здесь около 15%. До недавнего времени производство этой культуры было убыточным, а урожаи низкими. Мероприятия по повышению урожайности сахарной свеклы и снижению себестоимости продукции начали с того, что в новом проекте землеустройства нарезали три свекловичных севооборота с крупными (по 200 га) полями правильной конфигурации, что позволило не только высокопроизводительно использовать технику, но и резко уменьшить проявление эрозии на территории колхоза за счет перемещения сахарной свеклы со склоновых земель на равнинные земли. В свекловичных севооборотах увеличили долю зерновых бобовых культур как хороших предшественников озимых. Значительную часть посевов озимой пшеницы разместили по унавоженному пару. Яровая пшеница и ячмень, идущие в севообороте после сахарной свеклы, хорошо используют последействие 18 т/га туков и 40—50 т/га навоза, которые вносят в занятые пары непосредственно под свеклу. Урожай корнеплодов свеклы в среднем за десятую пятилетку составил 400 ц/га. Каждый гектар свекловичной плантации стал давать хозяйству около 460 руб. чистого дохода. Выручка от реализации свеклы в среднем за пятилетку достигла 846 тыс. руб. Доля дохода от реализации

корнеплодов составила более половины дохода, полученного от реализации всей продукции растениеводства (Е. М. Матвеенко, 1982).

Особенно продуманно нужно использовать пахотные земли в горных районах страны, где склоны отличаются большой крутизной и часто используются нерационально. Так, в ряде районов Армянской ССР около половины посевов пропашных размещают на склонах 8°, а в некоторых хозяйствах (совхозах «Айгеовит», «Хаштрак» Иджеванского района и в других) 70—80 % посевов пропашных культур располагают на склонах до 17°. В результате здесь имеет место весьма сильная эрозия почвы.

В Армгипроземе были проанализированы причины размещения пропашных культур на крутых склонах. Почвенно-климатические условия горных районов республики благоприятны для выращивания табака, поэтому здесь очень часто выращивают его на крутых склонах, а культуры сплошного посева — на равнинных землях. Кроме того, при возделывании табака в горных районах применяют главным образом ручной труд, тогда как посев и уборка зерновых культур полностью механизированы. Удивительную «живучесть» табака в горных районах объясняют (Р. О. Закоян, Ю. Л. Костанян, 1980) и тем, что это весьма рентабельная культура. Доходы от его возделывания в среднем по республике даже в сравнении с виноградниками в 1,5—2 раза, а в Ехегнадзорском районе — в 7 раз больше. Потери плодородия почвы при этом не учитывают. Поэтому Армгипрозем считает необходимым пересмотреть планы посева пропашных культур на основе наиболее полного и объективного учета природных условий каждого хозяйства, запретить возделывание пропашных на склонах 6° и там, где это возможно, переместить эти культуры на равнинные земли, заменив их на склонах сельскохозяйственными культурами сплошного посева, а также плодовыми садами и виноградниками.

Планирующим органам при определении специализации хозяйств важно учитывать природные условия территории и эрозионную опасность земель. Правильное определение специализации хозяйств и состава возделываемых культур — одно из решающих направлений в защите почв от эрозии. Оно поможет избежать вложе-

ния больших средств на проведение дорогостоящих противоэрозионных мероприятий на склонах.

Следует еще раз особо подчеркнуть целесообразность максимального насыщения многолетними травами севооборотов, размещенных на крутых эродированных склонах. Кормовые достоинства бобовых многолетних трав общеизвестны. Так, в 100 ц сена содержится примерно 300 кг азота, 50—60 — фосфора, 150—170 кг калия, большое количество переваримого белка, каротина, кальция. Посевы многолетних трав практически полностью предотвращают эрозию. Как показали исследования, проведенные на склонах Карпат, наряду с высокими урожаями сена, достигавшими 143 ц/га, в слое почвы 0—30 см накапливалось до 132 ц/га воздушно-сухой корневой массы, в которой было до 112 кг/га азота, до 52 — фосфора и до 136 кг/га калия (В. С. Юшак, 1981). При достаточном количестве осадков севообороты с многолетними травами по кормовой продуктивности часто превосходят зернопропашные севообороты. Кроме того, многолетние травы меньше, чем пропашные культуры, нуждаются в применении удобрений. Введение на склонах севооборотов с высоким насыщением многолетними травами позволит более рационально использовать удобрения, поскольку эффективность их выше в зернопропашных севооборотах, чем в травопольных. Так, исследованиями ВНИИ удобрений и агропочвоведения имени Д. Н. Прянишникова (ВИУА) установлено, что при использовании бесподстилочного навоза в нормах 50 и 100 т/га прибавка урожая в зернопропашных севооборотах бывает значительно выше, чем в травопольных севооборотах (В. Г. Береснев, А. Л. Шершнев, 1980).

Пахотные земли, размещенные на крутых склонах с эродированными почвами, иногда бывает целесообразно исключать из полеводства и залужать многолетними травами. Эффективность подобного мероприятия, в частности, можно показать на примере Новосибирской агролесомелиоративной опытной станции. В прошлом на склонах до 8° со смытыми почвами здесь был шестипольный почвозащитный севооборот со следующим чередованием культур: 1 — яровые с подсевом трав, 2—5 — многолетние травы, 6 — озимые, 7 — яровые культуры. Этот севооборот не обеспечивал защиты почв от

эрозии. Так, в 1971 г. при весеннем стоке смыв почвы с зяби и посевов озимых колебался в пределах 20,3—22,6 м^3/га, хотя под посевами трав он полностью отсутствовал. Урожайность зерновых была нестабильной и колебалась от 8 до 20 ц/га. Неравномерность созревания почвы для проведения различных сельскохозяйственных работ, неудобства для работы техники на крутых расчлененных склонах, низкие и пестрые урожаи на почвах разной степени смытости затрудняли решение задачи повышения продуктивности земель. На станции решили вывести балочные склоновые земли из полеводства и провести их залужение. После осуществления этого мероприятия урожайность кормовых культур в среднем за шесть лет составила 53 ц/га, а в годы с выпадением большого количества летних осадков — 80 ц/га корм. ед. Это в 1,7—2,6 раза больше, чем собирали прежде, когда был севооборот (Е. И. Тубольцев, М. М. Ломакин, 1979).

Исследования, проведенные в Дагестанской АССР, показали, что на крутых склонах с сильносмытыми почвами урожайность зерновых в сравнении с равнинными землями снижается до 8 раз, а себестоимость зерна возрастает до 13 раз. Выращивание зерновых на 13,3 тыс. га такой пашни приносит ежегодный убыток хозяйствам в размере 550 тыс. руб. Если провести залужение этих земель, то на них можно ежегодно получать 104 тыс. ц корм. ед. (сено). Чистая прибыль от реализации прироста мяса овец, которая будет получена в результате укрепления кормовой базы животноводства, составит более 340 тыс. руб. (М. Ю. Белоцерковский, 1979). При этом будет предотвращено дальнейшее разрушение земель при постепенном восстановлении плодородия смытых почв.

При решении вопросов углубленной специализации и повышения качества сельскохозяйственной продукции весьма важно учитывать также рельеф и почвенные условия при размещении различных сортов культур (зерновых, табака, а также виноградников, плодовых) в зависимости от направления использования растениеводческой продукции. С учетом этого в полеводстве определяют схемы севооборотов и технологию возделывания культур. Так, в зависимости от цели использования зерна ячменя, его качество должно быть различным: в зер-

не этой культуры для кормовых и пищевых целей должно содержаться больше белка, для использования в пивоваренном производстве в нем, наоборот, должно быть мало белка и много крахмала. Исследования, проведенные в Литовской ССР (Г. Ю. Стаугайтис, 1981), показали, что в зерне ячменя, выращенного в севооборотах с многолетними травами (смесь клевера с тимофеевкой), как правило, содержалось большое количество сырого белка и мало крахмала. Приготовленный из такого зерна солод оказался низкого качества, причем чем выше был удельный вес многолетних трав в севообороте, тем ниже было качество зерна для нужд пивоварения. Поэтому в звеньях севооборотов с многолетними травами, которые наиболее целесообразно выращивать на эрозионноопасных землях, нужно возделывать ячмень для кормовых и пищевых целей.

Таким образом, при обосновании схем почвозащитных севооборотов на склоновых землях нужно учитывать многочисленные факторы, определяющие эрозионную опасность земель, а также целесообразность возделывания тех или иных культур, которые должны обеспечивать получение высоких и устойчивых урожаев, необходимое качество сельскохозяйственной продукции, низкую ее себестоимость, высокую рентабельность производства, защиту почв от эрозии и повышение плодородия эродированных земель.

Севообороты с полосным размещением культур

Одним из важных приемов повышения почвозащитной роли севооборотов является полосное размещение культур, предусматривающее чередование поперек склона полос многолетних трав и однолетних культур или однолетних культур сплошного посева с пропашными. При разбивке склона на полосы в границах каждой из них обеспечивается выровненность рельефа, плодородия почвы и микроклимата. В связи с этим почва весной поспевает более дружно. Появляются условия для проведения внутри каждой полосы однородной и одновре-

менной обработки почвы и применения удобрений, что способствует получению более выравненных и высоких урожаев.

В случае полосного размещения культур резко сокращаются сток и смыв почвы. На склоне чередуются полосы почв с разной степенью уплотненности, обладающих различной водопоглотительной способностью. В результате полосы с взрыхленной или со слабоуплотненной почвой не только хорошо поглощают выпадающие осадки, но и перехватывают сток с полос, где почва более уплотнена. Кроме того, вследствие чередования культур с различной структурообразующей способностью на склонах создаются полосы почв с различной степенью оструктуренности. Полосы с лучшей структурой почвы перехватывают сток с полос, где почва менее оструктурена.

Следовательно, чередование полос с различной уплотненностью почвы ведет к уменьшению опасности эрозии.

При полосном размещении на склонах чередуются культуры, обладающие различной почвозащитной эффективностью в эрозионноопасные периоды. В случае чередования по склону культур сплошного посева с пропашными первые распыляют сток на множество мельчайших струй и тем самым способствуют лучшему поглощению воды почвой. В то же время они задерживают почву, смытую с полос пропашных культур, сокращая сток и эрозию.

В случае полосного выращивания культур поперек склона исключены обработки вдоль склона. Все виды полевых работ осуществляют здесь только контурно-перпендикулярно склоновому стоку, что резко уменьшает эрозию почвы.

На склонах повышенной крутизны при односторонней вспашке полос постепенно формируются напашные террасы, что благоприятствует уменьшению стока и эрозии, а также улучшает условия для работы машин. Во многих районах страны на таких террасах можно закладывать сады и виноградники.

Изучение эффективности полосных посевов культур на склонах впервые в СССР в широких масштабах было начато в Молдавии в конце 50-х годов. За длительный период использования этого приема на склонах в поле-

водстве накоплено большое количество данных, свидетельствующих о высокой эффективности полосного земледелия. Приведем некоторые из них.

В совхозе «Леовский» Леовского района на одной части склона 5—6° в 1959 г. засеяли девять полос ячменем и девять — кукурузой, а на другой части склона проводили обычный поперечный посев кукурузы. Полосы создали шириной 21 м, что соответствовало шестикратному захвату зерновой сеялки СД-24 и пятикратному — кукурузной сеялки СКГН-6. Смыв почвы от двух ливней в 1959 г. на поле со сплошным посевом кукурузы составил 196 т/га, а с полосным посевом кукурузы и ячменя — 11 т/га, в 1960 г. от трех ливней — соответственно 180 и 58 т/га. В 1961 г. на поле со сплошным посевом кукурузы смыв почвы равнялся 50 т/га, а с полосными посевами кукурузы и ячменя — 17 т/га. На поле с полосными посевами в среднем за три года он оказался в 5 раз меньше, чем со сплошным посевом кукурузы. Урожай зерна кукурузы на полосах в 1959 г. был на 3,2 ц/га, а зеленой массы кукурузы в 1960 г.— на 39 и в 1961 г.— на 27 ц/га выше, чем на контроле.

В колхозе имени Суворова Сорокского района в 1960 г. на склоне 5—7° было размещено по контурам 17 полос. Одну половину из них засеяли вико-овсяной смесью, а другую — кукурузой. На соседнем участке склона на всем поле посеяли кукурузу. В период ливней смыв почвы на полосных посевах оказался значительно меньше, чем на сплошных. Так, при одном ливне, прошедшем в июле, смыв почвы на поле с полосными посевами равнялся 27 т/га, а со сплошными посевами кукурузы — 180 т/га. В этом хозяйстве урожай зерна кукурузы в 1960 г. был на 1,9 ц/га, а зеленой массы этой культуры на силос в 1961 г.— на 15 ц/га выше, чем на сплошных посевах.

В колхозе имени Кирова Котовского района на одной части склона 6—7° в 1960 г. разместили полосные посевы кукурузы и озимой пшеницы, а на другой — все поле засеяли кукурузой. После двух ливней, прошедших 28 и 30 мая с суммой осадков 48 мм, провели учет смытой почвы путем замера струйчатых размывов, а также намывов почвы в полосах. Результаты учета приведены в таблице 17. Обращает на себя внимание весьма большой смыв почвы на поле со сплошным посевом куку-

ТАБЛИЦА 17. Смыв почвы на полях со сплошными и полосными посевами культур после двух ливней—28 и 30 мая 1960 г.
(колхоз имени Кирова Котовского района Молдавской ССР)

Номер профиля	Расстояние от водораздела, м	Объем струйчатых размывов и намывов, м³/га									
		полосные посевы							сплошной рядовой посев кукурузы поперек склона		
		кукурузы			озимой пшеницы			средний смыв на поле с полосными посевами			
		смыв	намыв	общий смыв	смыв	намыв	общий смыв		смыв	намыв	общий смыв
1	300	18,1	2,1	1,6					77,5	14,0	63,5
2	320				3,3	11,5	8,2	3,9			
3	500	28,1	3,3	24,8					132,9	8,9	124,3
4					3,8	7,7	3,9	10,5			
5	600	23,0	4,5	18,5					177,3		177,3
6	620				5,0	11,2	6,2	6,2			
Среднее по шести профилям				20			6	7			122

русы: с отдалением от водораздела он возрос в 3 раза — с 63 до 177 м³/га. На полосах кукурузы смыв почвы колебался от 16 до 25 м³/га. На полосах озимой пшеницы намыв оказался больше смыва на 4—8 м³/га. В целом на склоне с полосными посевами культур смыв почвы равнялся 7 м³/га, в то время как на сплошных посевах кукурузы — 122 м³/га. Урожай зеленой массы кукурузы на силос на полосных посевах был выше, чем на сплошных посевах, на 5 ц/га.

В колхозе «Бируинца» Страшенского района в 1960 г. на двух склонах 5° были освоены следующие четырехпольные почвозащитные севообороты с полосным размещением культур (табл. 18).

Таким образом, в первом севообороте полосы кукурузы с соей в первый и третий годы чередовались с полосами зерновых бобовых (гороха, чины), а второй и четвертый — с посевами озимой пшеницы. Во втором севообороте полосы озимой пшеницы в первый и третий годы чередовались с полосами кукурузы с соей, а во второй и четвертый — полосы кукурузы с соей с по-

ТАБЛИЦА 18. Схема чередования культур в четырехпольных почвозащитных севооборотах (колхоз „Бирунница" Страшенского района Молдавской ССР, 1960 г.)

Номер схемы севооборота	Полосы	Чередование культур по годам в полосах			
		1	2	3	4
1	Нечетные	Кукуруза с соей	Кукуруза с соей	Зерновые бобовые культуры	Озимая пшеница
	Четные	Зерновые бобовые культуры	Озимая пшеница	Кукуруза с соей	Кукуруза с соей
2	Нечетные	Озимая пшеница	Кукуруза с соей	Кукуруза с соей	Зерновые бобовые культуры
	Четные	Кукуруза с соей	Зерновые бобовые культуры	Озимая пшеница	Кукуруза с соей

лосами зерновых бобовых культур. Это позволило ежегодно 50 % площади занимать кукурузой, высеваемой совместно с соей на силос, 25 % — зерновыми бобовыми и 25% — озимой пшеницей. В этом хозяйстве на полосных посевах было отмечено значительное уменьшение эрозии почв и повышение урожайности кукурузы в сравнении с вариантом, где применяли сплошные посевы этой культуры.

В настоящее время во многих хозяйствах Молдавии широко применяют почвозащитные севообороты с полосным размещением культур. На пологих склонах освоены севообороты с полосным чередованием по склону пропашных с однолетними культурами сплошного посева, а на более крутых склонах — однолетних культур сплошного посева с многолетними травами. Полосное земледелие явилось весьма эффективным приемом ликвидации промоин на склонах. Так, в колхозе имени Кирова Котовского района на склоне, сильноизрезанном промоинами, в результате применения в течение шести лет полосных посевов культур было полностью предотвращено развитие линейной эрозии и произошло заравнивание всех промоин.

После опубликования материалов по итогам изучения и перспективам применения полосного земледелия в Молдавии такое земледелие на склонах стали изучать и применять в ряде краев и областей РСФСР, Украинской ССР, Азербайджанской ССР и в других республиках.

Важные результаты изучения эффективности полосного земледелия были получены, в частности, в Ростовской области и в Краснодарском крае РСФСР.

В ОПХ Донского зонального НИИСХ полосное возделывание культур на склонах 2,5—5° в 1979 г. уже применяли на площади 600 га. Здесь в соответствии с принятыми севооборотами чередуют полосы многолетних трав, озимой пшеницы, ярового ячменя с полосами пропашных культур — кукурузы или подсолнечника, а также с полосами чистого пара. Ширина полос (54 м) рассчитана на пять проходов трехсеялочного агрегата. Установлено (Е. В. Полуэктов, 1978), что полосы, занятые различными культурами, существенно влияют на перераспределение снега ветром. Снег легко сдувался с отвальной зяби и задерживался на посевах озимой пшеницы, на стерне многолетних трав и на плоскорезной зяби. На полосах озимой пшеницы в среднем за четыре года снега накапливалось в 1,3—1,5 раза больше, чем на вспаханной зяби. Полосное размещение посевов способствовало равномерному распределению снега на склонах. Весной от него в первую очередь освобождались полосы зяби, поскольку снега на них было меньше и он таял на черной поверхности быстрее. Если на полосах зяби образовывался поверхностный сток, то его перехватывали полосы озимой пшеницы, где снег лежал на три-четыре, а иногда и на пять — семь дней дольше, чем на зяби. К тому времени, когда с полос озимой пшеницы начинался сток, полосы зяби оказывались пересохшими с поверхности и сами были способны перехватить и задержать воду.

Результаты изучения Донским зональным НИИСХ противоэрозионной эффективности размещения чистого пара полосами, чередующимися с полосами сельскохозяйственных культур, показали, что этот прием значительно снижает интенсивность проявления эрозии в период как весеннего снеготаяния, так и выпадения ливней (табл. 19).

ТАБЛИЦА 19. Смыв почвы при полосном размещении чистого пара и посевов озимой пшеницы, м³/га (по Е. В. Полуэктову, 1978)

Дата выпадения осадков и их количество, мм	Крутизна склона, град	Расстояние от водораздела, м	Сплошное размещение пара (контроль)	Чередование чистого пара с полосами озимой пшеницы
22.06.73—46	1	80	0,3	—
29.06.73—30	2,5	380	16,0	1,5
	3,5	450	43,9	3,3
19.08.73—37,3	1	80	0,1	—
	2,5	380	8,7	0,5
	3,5	450	37,4	2,8

В период весеннего снеготаяния 1976 г. при сплошном размещении озимой пшеницы смыв почвы составил 30,3 м³/га, а на полосах озимой пшеницы, чередовавшихся с зябью, не превышал 7 м³/га. Смыв почвы с полос зяби, чередовавшихся с посевами пшеницы, во время снеготаяния в среднем за шесть лет наблюдений (1973—1978) равнялся 11,4 т/га, а на участках без полос пшеницы — 42,8 т/га. Сток талых вод на склонах с полосными посевами пшеницы был в 2 раза меньше, чем на участках без полос. Во время ливней смыв почвы при полосном размещении парующей почвы с полосами пшеницы оказался в 6—10 раз меньше, чем на чистом пару без полос пшеницы. Установлено, что наличие полосных посевов существенно сказывается на микроклимате приземного слоя. Скорость ветра в сравнении с контролем снизилась здесь на 40—50 %, летняя температура поверхностного слоя почвы уменьшилась на 3,2°, а испарение влаги с поверхности почвы — на 12 %. Это благоприятствовало сохранению, рациональному использованию почвенной влаги и повышению урожайности возделываемых культур. Урожай зерна озимой пшеницы и ячменя в среднем за годы исследований на полосных посевах был на 1—3 ц/га, а зеленой массы кукурузы на 20 ц/га выше, чем на сплошных посевах этих культур.

Результаты исследований, проведенных Ставропольским НИИСХ в ОПХ «Михайловское» Шпаковского района, а также в колхозах имени Войтика Александровского, «Правда» Петровского районов и в других хозяйствах, тоже свидетельствуют о высокой эффективности полос-

ных посевов. Например, в ОПХ «Михайловское» при использовании полосных посевов смыв почвы уменьшался почти в 20 раз. Даже в острозасушливые 1968—1969 годы при полосном возделывании культур в сравнении со сплошными посевами была получена прибавка урожая зерна озимой пшеницы 0,9 ц/га, зеленой массы кукурузы — 5—15 и сена люцерны — 1—14 ц/га (Н. И. Жданов, 1975). В 1980 г. полосное размещение сельскохозяйственных культур на склонах в колхозе имени Ленина Шпаковского района применяли на площади 2000 га. При этом на 1200 га посевы многолетних трав чередовали с посевами озимых и пропашных и на 800 га — посевы пропашных с посевами озимых. В этом хозяйстве установлено, что хорошо раскустившиеся озимые в случае чередования их с полосами отвальной зяби страдают от заноса почвой с распаханных полос. Плоскорезная обработка и другие противоэрозионные мероприятия должны уменьшать проявление эрозии с таких полос (В. И. Шульженко, И. В. Петрова, 1981).

В связи с этим несомненный интерес представляют результаты изучения эффективности щелевания почвы при полосном земледелии (Е. В. Полуэктов, 1981). Как известно, после многократной вспашки полос вразвал на границах полос образуются земляные валики высотой 15—30 см и шириной в основании 2—4 м. Они не могут полностью задержать сток талых вод и предотвратить смыв почвы с зяби, поскольку скапливающаяся в период весеннего снеготаяния вода, обычно не успев просочиться в мерзлую почву, протекает через земляные преграды и оказывается ниже по склону на полосах, занятых посевами. Причем она выносит с поля почву, которая кольматируется в посевах, причиняя им определенный вред.

Избежать этого можно путем щелевания полос зяби, вследствие чего резко возрастает скорость просачивания воды в почву.

В результате образования земляных валиков может создаваться также опасность концентрации стока на ложбинчатых склонах, что может привести к образованию промоин и даже оврагов. В ОПХ «Рассвет» Донского зонального НИИСХ в местах возможного концентрированного стока талых вод выкопали и засыпали соломой водопоглощающие канавы глубиной 0,8—1,2 м. Общая

их протяженность составила 3 км. Они предотвращали проявление линейной эрозии почвы.

Высокая эффективность полосного возделывания культур на склонах доказана на Украине. В Черновицкой области изучали сток, смыв почвы и урожайность культур в противоэрозионном севообороте (1—3 — многолетние травы, 4 — озимая пшеница, 5 — кукуруза на силос, 6 — яровой ячмень с подсевом многолетних трав) при сплошном и полосном размещении их на склоне 4—7°. Почва участка — серая лесная оподзоленная слабоэродированная в верхней части склона и среднеэродированная — в средней его части. В таблице 20 приведены результаты этих исследований.

ТАБЛИЦА 20. Сток, смыв почвы и урожайность культур при сплошных и полосных посевах

Показатель	Размещение культур	Кукуруза на силос (1972, 1975, 1979 гг.)	Яровой ячмень (1973, 1976, 1979 гг.)	Озимая пшеница (1971, 1974, 1979 гг.)	Многолетние травы (1971—1979 гг.)
Сток, м³/г	Сплошное	77,3	59,4	149,0	144,7
	Полосное	10,8	16,2	69,4	—
Смыв почвы, т/га	Сплошное	2,74	0,45	3,88	2,10
	Полосное	1,17	0,02	2,82	—
Урожайность культур на среднесмытой почве, ц/га	Сплошное	217 (зеленая масса)	21,9 (зерно)	21,8 (зерно)	35,2 (сено)
	Полосное	244	25,4	25,3	40,3

Таким образом, в среднем за десять лет на полосных посевах в сравнении со сплошными сток уменьшился в 4,4 раза, смыв почвы — в 2,3 раза, урожай зерна ярового ячменя и озимой пшеницы возрос на 3,5 ц/га, зеленой массы кукурузы на силос — на 27 и сена многолетних трав — на 5,1 ц/га. Важно отметить, что в этих исследованиях учет стока и смыва почвы проводили на стоковых площадках по 450 м² в трехкратной повторности в течение десяти лет, или полной ротации севооборота. В вариантах с применением противоэрозионных приемов обработки на полосных посевах среднегодовой смыв почвы на склоне составил всего 1,65 т/га, в том числе на полосах кукурузы — 1,11, ярового ячменя —

0,01, озимой пшеницы — 0,53 ц/га, а на полосах многолетних трав он полностью отсутствовал (А. А. Черняховский, 1982). Таким образом, в случае применения полосных посевов культур в сочетании с противоэрозионными приемами обработки почвы можно практически полностью предотвратить интенсивную эрозию.

На Донецкой противоэрозионной опытной станции полосное размещение посевов на склонах применяют на площади 664 га. Только за счет этого смыв почвы на склонах различной крутизны уменьшился в 1,5—5 раз, а урожайность зерновых возросла в среднем на 1,2 ц/га (А. А. Подкопаев и др., 1982). Полосные посевы в большинстве случаев проводят здесь на склонах 4—5°. В осенне-зимний и весенний периоды почву от смыва хорошо защищают полосы культур сплошного посева (многолетних трав, озимых, а также стерни зерновых культур), а летом после их уборки — полосы пропашных культур, которые к этому времени хорошо разрастаются, образуя мощную надземную массу. Ширину полос многолетних трав, озимых и яровых зерновых увязывают с шириной захвата посевной и уборочной техники, а пропашных культур — и с шириной захвата орудий, используемых для междурядной обработки почвы.

Полосные посевы на склонах широко применяют в Верхнеднепровском районе Днепропетровской области. Так, в колхозе «Россия» на поле, расположенном на склоне до 5°, при чередовании посевов подсолнечника с многолетними травами полосами шириной 42 м смыв почвы от ливня со слоем осадков 35 мм составил 12,3 м^3/га, а на сплошном посеве подсолнечника — 53,5 м^3/га. Сбор семян подсолнечника при полосном размещении посевов оказался на 1,3 ц/га больше, чем при сплошном. Если ширина полос равнялась 21 м, эффект от этого приема был еще выше: смыв почвы уменьшился в 3 раза, а сбор семян подсолнечника возрос на 2,1 ц/га (В. Е. Стрельцов, 1982).

Высокая эффективность полосных посевов культур установлена и в республиках Закавказья. В Армении на склоне 8—10° длиной 145 м со среднесмытым черноземом изучали четыре варианта полосных посевов культур. Наилучший почвозащитный эффект дало чередование однолетних культур с многолетними травами. Так, наименьшие суммарные сток и смыв почвы были зафикси-

рованы на варианте с чередованием озимой пшеницы с эспарцетом. Здесь в сравнении со сплошным посевом озимой пшеницы сток сократился в 4 раза, а смыв почвы — в 33 раза. Самый низкий эффект получен в варианте с чередованием полос ярового ячменя и озимой пшеницы. Однако и здесь сток и смыв почвы оказались значительно меньше, чем на сплошном посеве ярового ячменя. На полосах в сравнении со сплошными посевами культур содержание влаги в слое почвы 0—60 см в среднем за три года было выше: под посевами ярового ячменя — на 1 %, озимой пшеницы — на 1,5 и эспарцета — на 2 %. В отдельных наблюдениях, особенно при определении влажности почвы сразу после выпадения ливней, содержание влаги в почве на полосных посевах ярового ячменя было на 2,2—2,7 %, озимой пшеницы — на 2,2—3,3 и эспарцета — на 1,8—3,6 %, выше, чем на сплошных посевах этих культур. Прибавка урожая зерна озимой пшеницы за год на полосных посевах в сравнении со сплошными посевами в среднем за три года составила 2,1 ц/га, ярового ячменя — 2 и сена эспарцета — 11 ц/га (Г. М. Атасунц, 1971).

Полосные посевы культур на склонах применяют во многих хозяйствах Азербайджана. Так, в совхозе «Путь Ильича» Кедабекского района на склоне 8—12° чередование полос картофеля с полосами озимых зерновых культур позволило уменьшить смыв почвы в летние месяцы с 42 до 10 т/га, а полос озимой пшеницы и многолетних трав — полностью предотвратить эрозию почвы. Прибавка урожая клубней картофеля от полосного размещения посевов достигла 23 ц/га и зерна озимой пшеницы — 2,4 ц/га при урожае на контроле соответственно 97 и 16 ц/га (К. С. Рагимов, В. Л. Коробов, 1982).

Как показали результаты многочисленных исследований, смыв почвы от стока талых вод под посевами озимых культур на порядок величин меньше, чем под зябью, а под посевами многолетних трав на два-три порядка меньше, чем под зябью и посевами озимых. Поэтому важно максимально использовать почвозащитные способности озимых культур и особенно многолетних трав. Как правило, на склоновых землях зяблевую и паровую обработку почвы нужно проводить полосами при сочетании их с полосными посевами озимых культур и многолетних трав. Учитывая весьма высокую почвоза-

щитную роль многолетних трав, ими обычно не следует занимать целиком поля, а нужно размещать эти посевы полосами, чередуя их с полосами культур, обладающих меньшей почвозащитной способностью.

Полосное земледелие применяют в самых различных почвозащитных севооборотах. Простейшим из них может служить двупольный люцерново-кукурузный севооборот. Через три года проводят замену культур в полосах.

В ряде хозяйств Курской области используют следующие схемы полосного выращивания культур на склонах, разработанные ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии.

1. В течение первых пяти лет на четных полосах бессменно размещают кукурузу, а на нечетных — следующие культуры: 1 — однолетние травы с подсевом многолетних трав, 2—5 — многолетние травы. В следующие пять лет четные и нечетные полосы меняют местами.

2. В течение четырех лет на четных полосах бессменно выращивают кукурузу, а на нечетных вводят севооборот со следующим чередованием культур: 1 — зерновые бобовые, 2 — озимые, 3 — яровые колосовые, 4 — многолетние травы. В следующие четыре года четные и нечетные полосы меняют местами.

3. В течение трех лет на четных полосах бессменно выращивают кукурузу, а на нечетных в первый год — ячмень, во второй — яровую пшеницу.

Полосное размещение культур вызывает необходимость особой организации территории севооборотных массивов, построения схем севооборотов, системы обработки почв и других элементов земледелия. Состав и порядок смены культур в севооборотах при полосном размещении культур могут быть различными, однако они всегда должны обеспечивать чередование на склоне полос культур с различной почвозащитной характеристикой в течение всего эрозионноопасного периода.

При подборе культур для выращивания на полосах учитывают сроки посева, динамику проективного покрытия почвы растениями, интенсивность нарастания зеленой массы, степень развития корневой системы, дату уборки урожая, режим выпадения осадков, формирующих сток.

Полосное размещение культур можно осуществлять в рамках принятых в хозяйстве севооборотов. При этом

ТАБЛИЦА 21. Схема пятипольного почвозащитного севооборота с полосным размещением культур для восточных районов Ростовской области

Номер поля	Полоса	Год				
		первый	второй	третий	четвертый	пятый
1	Нечетная	Пар	Озимые	Кукуруза, однолетние травы	Ячмень	Многолетние травы
	Четная	Озимые	Пар	Озимые	Однолетние травы	Ячмень
2	Нечетная	»	»	»	Однолетние травы, кукуруза	»
	Четная	Пар	Озимые	Многолетние травы	Ячмень	Многолетние травы
3	Нечетная	Однолетние травы, кукуруза	Ячмень	Пар	Озимые	Однолетние травы, кукуруза
	Четная	Многолетние травы	Многолетние травы	Многолетние травы	Многолетние травы	Многолетние травы
4	Нечетная	Ячмень	Однолетние травы, кукуруза	Ячмень	Пар	Озимые
	Четная	Однолетние травы, кукуруза	Ячмень	Пар	Озимые	Однолетние травы, кукуруза
5	Нечетная	Многолетние травы	Многолетние травы	Многолетние травы	Многолетние травы	Многолетние травы
	Четная	Ячмень	Однолетние травы, кукуруза	Ячмень	Пар	Озимые

происходит как бы объединение двух полей в одно, где поочередно одни полосы находятся под защитой других. В таблице 21 в качестве примера приведена схема пятипольного почвозащитного севооборота с полосным размещением культур для восточных районов Ростовской области, где объединены два пятипольных севооборота: один — с четными и второй — с нечетными полосами (Е. В. Грызлов, 1975).

Большое внимание важно уделять правильному определению ширины полос. С одной стороны, она должна в наибольшей степени обеспечивать предотвращение эрозии, а с другой — создавать условия для производительной работы машинно-тракторных агрегатов. Чем шире полоса, тем меньше ее противоэрозионная эффективность, поскольку с удлинением линии тока возрастают сток и смыв почвы, что может отразиться на величине урожая. Так, по данным исследований, прибавка урожая сена люцерны в сравнении с контролем на полосах шириной 21 м составляла 13,2 ц/га, 42 м — 8 ц/га, зеленой массы кукурузы — соответственно 15,2 и 9 ц/га (Н. И. Жданов, 1975).

На одном склоне можно нарезать полосы разной ширины: на приводораздельной пологой части его — 30—40 м, а ниже, на крутой выпуклой части,— 15—20 м.

Опасность развития эрозии на том или ином склоне определяется сочетанием многочисленных факторов, поэтому трудно рекомендовать определение ширины полос в зависимости только от крутизны склонов. Общее правило: с увеличением крутизны склонов следует уменьшать ширину полос. При этом учитывают, что в случае чередования однолетних культур сплошного посева с пропашными полосы должны быть более узкими, чем при чередовании однолетних культур с многолетними травами.

В таблице 22 приведена схема изменения ширины полос в зависимости от крутизны склонов. С учетом местных факторов, обусловливающих эрозионную опасность земель, и распределения пашни по уклонам эту схему можно детализировать.

В том случае, если возникает опасность развития эрозии от поверхностного стока вод в периоды, когда почвозащитная роль растительного покрова недостаточна, а почвы отличаются низкой водопроницаемостью, по-

ТАБЛИЦА 22. Схема изменения ширины полос в зависимости от крутизны склонов

Крутизна склона, град	Рекомендуемая ширина полос, м	
	при чередовании на склоне полос многолетних трав с однолетними культурами	при чередовании на склоне однолетних культур сплошного посева с пропашными
1—3	100—80	80—60
3—5	80—60	60—40
5—8	60—40	40—20
8—10	40—20	20—10
10—12	20—10	20—10

лосы делают более узкими, а при небольшой опасности эрозии — более широкими.

При определении ширины полос учитывают также ширину захвата основных агрегатов, которые будут использованы на возделывании культур. В Молдавии, например, наиболее распространены полосы шириной 21 и 42 м. В первом случае они соответствуют шестикратному захвату зерновой сеялки СД-24 и пятикратному — кукурузной сеялки СКГН-6, а во втором — двенадцатикратному и десятикратному захватам сеялок. В опытно-производственном хозяйстве Донского зонального НИИСХ на склонах 2—4,5° ширина полос составляет 54 м, что соответствует пятикратному захвату трехсеялочного агрегата. На более крутых склонах здесь нарезают полосы шириной 10—30 м (Е. В. Грызлов, 1975). Однако определить ширину полос с учетом кратности захвата основных почвообрабатывающих орудий трудно, поскольку работу выполняют различные сельскохозяйственные машины с неодинаковой шириной захвата. Кроме того, в случае односторонней вспашки полос на склонах более 5—6° постепенно формируются напашные террасы, что уменьшает ширину полос. Чем круче склон, тем больше сокращается ширина полос при напашном террасировании. Таким образом, постепенное изменение ширины полос, в свою очередь, осложняет определение такой их ширины, которая бы точно соответствовала кратному захвату почвообрабатывающих орудий.

При обработке каждой полосы последний проход выполняют не на всю ширину захвата агрегата, в резуль-

тате чего частично снижается производительность машин и орудий. Установлено (Н. И. Жданов, 1975), что с уменьшением ширины полос до 30 м производительность машин и орудий с шириной захвата до 4 м уменьшается незначительно (примерно на 7 %). С дальнейшим сокращением ширины полос производительность их падает более резко, причем чем больше ширина захвата машин, тем выше потери производительности при одинаковой ширине полос.

Большое внимание важно уделять правильной разбивке склонов на полосы. Полосы равной ширины размещают в направлении основной части горизонталей, что легко достигается на ровных склонах, где расстояние между горизонталями почти не изменяется. Труднее разбивать такие склоны, где горизонтали то сближаются, то расходятся. Для того чтобы придать полосам большую контурность, в данном случае через каждые четыре — шесть — восемь полос вводят одну корректирующую. Ее можно засеять многолетними травами или использовать для посадки плодовых деревьев, лесных или кустарниковых пород. На склонах, расчлененных балками, а также на холмистых возвышенностях полосам придают плавные изгибы, удобные для поворота машин.

В хозяйствах Ростовской области разбивку полос на склонах осуществляют следующим образом. Примерно в середине поля нарезают базисную линию. Методом копирования вверх и вниз от нее откладывают полосы принятой ширины. Копирование проводят при помощи сцепа сеялок. Для этого, начиная от базисной линии, засевают первую полосу. Затем вхолостую, с выключенными высевающими аппаратами, сцеп сеялок движется вдоль следующей полосы на всю ее ширину. Очередную полосу опять засевают, после чего агрегат движется вхолостую, и так до конца поля. Базисная линия и сами полосы должны иметь направление горизонталей, но необязательно быть строго параллельными им. Отклонение от направления горизонталей допускается при условии, если уклон не превышает 2° на отрезке не более 50 м. На сложных склонах, расчлененных отвержками балок, когда боковые уклоны вдоль полос превышают 2°, на отрезках длиной более 50 м применяют корректирующие полосы — клинья. Их постоянно залужают

многолетними травами (рис. 3). Такие участки предотвращают размыв почв по днищам лощин и балок и, кроме того, делают изгибы полос плавными (Е. В. Грызлов, 1975).

Полосное размещение культур широко применяют в США. Здесь при изучении влияния ширины полос на смыв почвы в севообороте со следующим чередованием культур: 1 — кукуруза, 2 — зерновые, 3—4 — травы — установлено, что ежегодная потеря почвы при ширине полос 15 м в среднем за 12 лет составляла 3,13 т/га,

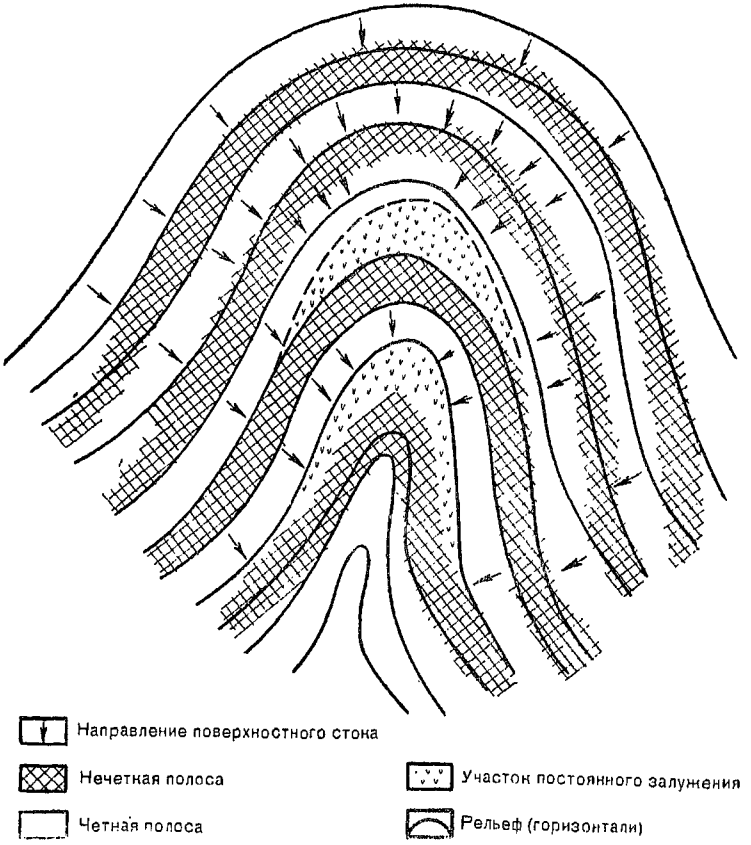


Рис. 3. Схема разбивки сложных склонов под полосные посевы культур в Ростовской области

30 м — 5,82, 37 м — 6,94 и 45 м — 7,17 т/га. Таким образом, с увеличением ширины полос эффективность этого способа снижается. Однако узкие полосы создают трудности при механизации работ. В большинстве штатов ширина полос при полосном размещении культур в зависимости от количества выпадающих осадков, почвенного покрова, характера склона и культуры колеблется от 18 до 45 м (Г. Конке, А. Бертран, 1962).

Буферные полосы на парах и на полях, занятых пропашными культурами

Буферные полосы на парах. Для получения высоких урожаев зерна пшеницы паровая обработка почв в определенных условиях необходима и в противоэрозионных севооборотах, размещаемых на склонах. При этом важно иметь в виду, что на парах, расположенных на склонах, почва, не защищенная растительным покровом и не скрепленная корневой системой растений, нуждается в особой заботе, поскольку в данном случае она сильно подвергается разрушению эрозией. Наряду со специальными приемами обработки почв важное значение в борьбе с эрозией на парах имеют буферные полосы, состоящие из посевов однолетних культур и многолетних трав.

Хорошие буферные полосы обеспечивают посевы вико-ржаной или других смесей бобовых и злаковых культур, а также чистые посевы озимых — вики, ржи, пшеницы. Зимой такие полосы задерживают снег и способствуют его накоплению, а весной замедляют сток осадков и развитие эрозии. Ранней весной полосы можно создавать из посевов яровых — вики, чины, гороха, а также из вико-овсяной и других бобово-злаковых смесей.

Из поздних яровых культур на полосах высевают кукурузу, сорго, суданскую траву. Часть растений сорго и кукурузы можно оставить на посевах озимых в качестве кулис для снегозадержания. Буферные полосы весной уменьшают проявление дефляции.

Многолетние травы на полосах наиболее целесообразно высевать под покров предшественника черного

пара. При этом после уборки покровной культуры черный пар поднимают только на участках между буферными полосами, а почву, освободившуюся из-под них, пашут лишь на второй год, примерно за месяц до посева озимых. Если предшественником пара служит пропашная культура, например подсолнечник, то буферные полосы создают весной одновременно с посевом пропашных культур. Такие полосы уменьшают сток осадков и смыв почвы.

Буферные полосы на парах, широко применяемые во многих хозяйствах, дают высокий эффект. Так, в Мордовской АССР установлено, что к моменту сева яровых культур в слое почвы 1,2 м в межполосном пространстве содержалось на 10—20 мм влаги больше, чем на полях без буферных полос. В результате урожайность последующих культур в случае применения буферных полос была выше: яровой пшеницы — на 1,5 ц/га, овса — на 1, суданской травы на сено — на 4 ц/га в сравнении с вариантом без применения буферных полос.

Создание буферных полос из культур сплошного посева шириной в один — три прохода сеялки через каждые 30—50 м предусмотрено рекомендациями по защите почв от эрозии на юге Украинской ССР.

Не одно десятилетие используют буферные полосы и во многих районах Молдавской ССР. Так, в колхозе имени XXI съезда Новоаненского района на одной части поля, расположенного на склоне 6—8°, создавали буферные полосы из озимой пшеницы, на второй — из ярового ячменя, а на третьей части поля пар оставляли без буферных полос. Полосы были шириной 6,5 м, располагались на расстоянии 40 м друг от друга. После ливня слоем 47 мм смыв почвы на пару без буферных полос составил 188 м³/га, на пару между полосами ярового ячменя — 99 и между полосами озимой пшеницы —

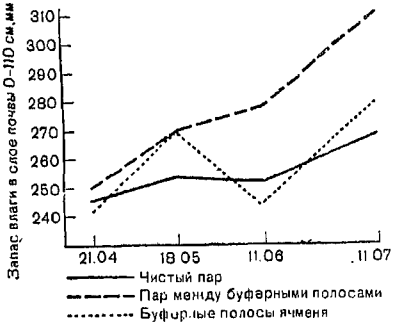


Рис. 4. Влажность почвы на пару без буферных полос и с буферными полосами

44 м³/га. Причем в буферном пару почва задерживалась у полос и оставалась, таким образом, в пределах поля. Буферные полосы замедляли и распыляли поверхностный сток и способствовали лучшему поглощению осадков почвой. В результате увеличивались запасы почвенной влаги на участке пара между буферными полосами (рис. 4).

Буферные полосы шириной 6 м из кукурузы создавали в колхозе «Заря коммунизма» Котовского района Молдавской ССР. В верхней половине склона (5—7°) полосы размещали на расстоянии 40 м друг от друга, в нижней — 30 м. После интенсивного ливня смыв почвы на пару между полосами равнялся 15, без полос — 181 м³/га. Средний урожай зерна по буферному пару составил 23,2 ц/га, по чистому — 20,2 ц/га.

В других районах Молдавской ССР на склонах применяют буферные полосы из сорго, подсолнечника, могара, суданской травы (ширина полос — 4,5 м, расстояние между ними — 50 м). Они также уменьшают сток осадков и предотвращают смыв почвы.

Весьма высокую противоэрозионную эффективность обеспечили буферные полосы из посевов гороха на парах (склоны 3—5°) в колхозе имени Лазо Новоаненского района Молдавской ССР (табл. 23). Ширина полос равнялась здесь 15—20 м. После уборки гороха полосы обрабатывали одновременно с чистым паром. Затем на них высевали озимую пшеницу.

Буферные полосы широко применяют в Донбассе, где смыв почвы на паровых полях, расположенных на склонах, при выпадении ливней нередко превышает 100—120 т/га. Такие полосы создают здесь, как правило, из посевов гороховo-овсяной смеси. Ширина их равна двум-трем проходам сеялки. Расстояние между полосами на склонах до 2° — 50—70 м, а на более крутых — 40—50 м. Как показали наблюдения Донецкой противоэрозионной опытной станции, буферные полосы не только уменьшают смыв, но и увеличивают накопление влаги в почве, что в конечном счете способствует росту урожаев возделываемых культур (А. А. Подкопаев и др., 1982).

В Спитакском районе Армянской ССР на полях Спитакского свекловодческого совхоза на площади 20 га и в колхозе с. Сарамечь на 200 га в течение пяти лет

ТАБЛИЦА 23. Смыв почвы на пару между буферными полосами и на чистом пару (колхоз имени Лазо Новоаненского района Молдавской ССР)

Дата наблюдений	Номер профиля	На каком участке поля проведен учет водороин	Число водороин на 100 м	Смыв почвы по объему водороин, $м^3/га$
1	2	3	4	5
	1	Верхняя часть склона 8°		
		На пару между буферными полосами	18	39
		На чистом пару без буферных полос	40	155
	2	Средняя часть склона 10°		
		На пару между буферными полосами	36	78
		На чистом пару без буферных полос	62	166
20 июня	3	Средняя часть склона 12°		
		На пару между буферными полосами	32	101
		На чистом пару без буферных полос	91	193
	4	Нижняя часть склона 14°		
		На пару между буферными полосами	57	141
		На чистом пару без буферных полос	79	237
		Средний смыв почвы на пару между буферными полосами		90
		Средний смыв почвы на чистом пару без буферных полос		188
	2	Средняя часть склона 10°		
		На пару между буферными полосами	27	105
		На чистом пару без буферных полос	42	211

Продолжение

1	2	3	4	5
3 августа	3	Средняя часть склона 12°		
		На пару между буферными полосами	40	157
		На чистом пару без буферных полос	37	228
	4	Нижняя часть склона 14°		
		На пару между буферными полосами	46	176
		На чистом пару без буферных полос	37	273
		Средний смыв почвы на пару между буферными полосами		146
		Средний смыв почвы на чистом пару без буферных полос		237
20 июня и 3 августа		Всего по двум наблюдениям:		
		смыв почвы на участках пара между буферными полосами		236
		смыв почвы на чистом пару без буферных полос		425

изучали эффективность буферных полос из посевов многолетних трав шириной 6—8 м и с расстоянием между полосами 40—50 м. Выявлено, что наряду с резким уменьшением эрозии на парах с буферными полосами в сравнении с вариантом без буферных полос увеличивалась влажность почвы, что способствовало повышению урожайности озимой пшеницы. Прибавка урожая зерна этой культуры в одном из опытов на парах с буферными полосами в среднем за пять лет составила 3,1 ц/га, а в другом — 3 ц/га (Д. С. Багдасарян, 1982).

В Татарской АССР в случае применения буферных полос шириной 11—13 м из посевов клевера смыв почвы с зяби на склонах 3—7° снижался в 10 раз в сравне-

нии с участками зяби без буферных полос (А. П. Пухачев, 1982).

Высокая эффективность буферных полос из посевов многолетних трав подтверждена рядом исследований, проведенных в Сибири. Известно, что на посевах многолетних трав, размещенных на склонах, наблюдается большой сток талых вод. При посеве трав на зяби полосами резко уменьшается поверхностный сток и смыв почвы. В случае размещения трав полосами шириной 15 м в среднем за три года поверхностный сток уменьшился в 1,5 раза, а смыв почвы — в 20,5 раза (В. М. Уваров, 1981).

В ОПХ имени В. В. Докучаева Алтайского НИИ земледелия и селекции сельскохозяйственных культур в зависимости от уклона склона, ложбинчатости, водосборной площади буферные полосы на длинных склонах создают из посевов многолетних трав. Ширина таких полос — 15—20 м, межполосное пространство — 100—150 м (В. Е. Мусохранов, 1979).

Ширину буферных полос и расстояние между ними определяют в каждом конкретном случае в зависимости от крутизны склонов. Так, на склоне 6—8° с суглинистыми почвами можно создавать буферные полосы шириной 6—10 м через каждые 40—50 м. С увеличением крутизны склона ширину полос увеличивают, а расстояние между ними уменьшают. При этом учитывают длину и форму склона, водопроницаемость и противоэрозионную устойчивость почв, размер водосборной площади, направление стока, характер растительности на участке склона, лежащем выше участков пара, и другие факторы, влияющие на сток и смыв почвы. В частности, на длинных склонах с отдалением от водораздела полосы расширяют.

Расстояние между полосами во избежание образования клиньев при обработке пара должно быть на всем протяжении одинаковым.

Ширину полос устанавливают кратной ширине захвата сеялки, которую будут использовать при посеве.

Уход за буферными полосами слагается из обработки пара между полосами и ухода за растениями в них. Чем больше густота растений в полосах и чем лучше они развиты, тем выше их способность замедлять сток осадков, предотвращать эрозию и задерживать смытую

почву. Для обеспечения достаточной густоты растений нормы высева семян, а также нормы внесения удобрений несколько увеличивают.

Буферные полосы на парах позволяют уменьшить развитие эрозии и получать дополнительную продукцию для животноводства.

Буферные полосы на полях, занятых пропашными культурами. Большинство пропашных культур в первой половине вегетационного периода слабо защищают почву от эрозии. На таких полях целесообразно создавать буферные полосы из культур сплошного посева — озимой ржи, многолетних трав и др. В сочетании с противоэрозионными приемами обработки полей такие полосы уменьшают эрозию. Например, в Краснодарском крае на эрозионноопасных участках, засеянных кукурузой и табаком, используют буферные полосы из многолетних трав. Ширина полос — 2,5 м, расстояние между ними — 25—30 м. Эти полосы оказались высокоэффективными в борьбе с эрозией почвы.

На Дальнем Востоке буферные полосы из многолетних трав в посевах пропашных культур размещают обычно на склонах 3—5°. Ширина полос — 10 м, расстояние между ними — 80—100 м, продолжительность действия — три года.

Различные варианты посевов буферных полос широко применяют в Украинской и Молдавской ССР. Так, в колхозе «Коммунар» Корсунь-Шевченковского района Черкасской области УССР на склоне 3—5° при распашке многолетней люцерны оставили полосы ее шириной 8,5 м через каждые 21 м. Между полосами посеяли кукурузу. Смыв почвы на участке с буферными полосами составил 8—12 м³/га, без них — 18—47 м³/га. Прибавка урожая зеленой массы кукурузы по сравнению с контролем равнялась 61 ц/га. Кроме того, получили по 17 ц/га сена люцерны.

В колхозе имени Куйбышева Городокского района Хмельницкой области с участков поля, расположенных между буферными полосами из многолетних трав, собрали по 207 ц/га зеленой массы кукурузы в молочно-восковой спелости, на контроле — 187 ц/га, сахарной свеклы — соответственно 205 и 160 ц/га. Значительно снизился и смыв почвы между полосами.

В колхозе имени XXI съезда КПСС Новоаненского

ТАБЛИЦА 24. Смыв почвы на поле с посевом кукурузы между буферными полосами и без буферных полос (колхоз имени XXI съезда КПСС Новоаненского района Молдавской ССР)

Дата наблюдений	Номер профиля	На каком участке поля проведен учет водороин	Число водороин	Смыв почвы по объему водороин, $м^3/га$
17 мая	1	Между буферными полосами	44	20
		Без буферных полос	57	65
	2	Между буферными полосами	57	27
		Без буферных полос	75	106
	3	Между буферными полосами	50	19
		Без буферных полос	73	73
		Всего на участках поля между буферными полосами		22
		Всего на участках поля без буферных полос		81
25 июня	1	Между буферными полосами	12	6
		Без буферных полос	30	21
	2	Между буферными полосами	19	8
		Без буферных полос	25	13
	3	Между буферными полосами	17	4
		Без буферных полос	31	14
		Всего на участках поля между буферными полосами		6
		Итого на участках поля без буферных полос		16
		Всего за два ливня: на поле с буферными полосами		28
		на поле без буферных полос		97

района Молдавской ССР буферные полосы из озимой ржи с люцерной применяли в посевах кукурузы на склонах 4—5°. Ширина полос — 7 м, расстояние между ними — 47 м.

Такие полосы способствовали уменьшению смыва почвы примерно в 3 раза (табл. 24).

Буферные полосы из кукурузо-гороховой смеси применяли в посевах кукурузы на склоне 4—5° в колхозе имени Суворова Сорокского района Молдавской ССР. Ширина полос — 14,5 м, расстояние между ними — 42 м. Смыв почвы после ливня на участке с буферными полосами составил 24 $м^3$/га, без них — 38 $м^3$/га. Прибавка урожая зеленой массы кукурузы в молочно-восковой спелости равнялась 29 ц/га в сравнении с контролем. Кроме того, с полос собрали по 200 ц/га зеленой массы кукурузо-гороховой смеси.

На Алтае и в других районах широко применяют стерневые полосы по зяби. Они уменьшают сток воды, смыв почвы, способствуют повышению урожайности выращиваемых культур. В одном из исследований, проведенных Алтайским НИИ земледелия и селекции сельскохозяйственных культур, по зяби со стерневыми полосами собрали 18 ц/га, а на контроле — 16 ц/га зерна яровой пшеницы.

Гребневидные террасы на полях севооборотов

Одной из эффективных мер борьбы с эрозией почвы является создание гребневидных террас. Их небольшая высота и пологие откосы обеспечивают нормальное передвижение по полю машинно-тракторных агрегатов. Такие террасы создают обычно на склонах до 6°. Они способствуют задержанию снега на полях и резко сокращают сток талых и ливневых вод.

Проектирование гребневидных террас в нашей стране впервые в широких масштабах было осуществлено в 1968 г. на площади 820 га в совхозе «Ефремово-Степановский» Тарасовского района и в колхозе имени Жданова Белокалитвинского района Ростовской области на склонах 5—10°. Параметры террас: строительная высо-

та — 0,5 м, рабочая высота — 0,35 м, заложение откосов — 1 : 6, ширина основания — 6 м, межтеррасное пространство на участке с уклоном 2,5° — 48 м, 5,5° — 18 и с уклоном 6° — 12 м. Для задержания стока на концах вала создали шпоры, расположенные под углом 110—140° к валу и являющиеся его продолжением. Вал насыпали грейдером. В первый год после строительства террасы засеяли многолетними травами с предварительным внесением удобрений. Террасы полностью предотвращали эрозию при выпадении ливней, а в зимнее время способствовали задержанию снега на склонах.

Влажность почвы на склоне с гребневидными террасами весной оказалась на 40 % выше, чем на склоне без террас (И. О. Белашев, И. О. Тюнин, 1970).

В 1972—1979 гг. в колхозе имени Дзержинского Курского района Курской области ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии проводились исследования по определению эффективности гребневидных террас на склоне 1—4° юго-восточной экспозиции. Террасы были заложены на расстоянии 43,2; 32,4 и 21,5 м друг от друга и рассчитаны на задержание 700; 600 и 400 $м^3$ воды поверхностного стока. Почва — темно-серая лесная тяжелосуглинистая.

Невысокие (35—40 см) валы с пологими откосами (влажный откос превышал высоту в 10 раз, сухой — в 8 раз) были созданы в 1971 г. путем напашки. За первые пять-шесть круговых проходов трактор с плугом проводил вспашку почвы всвал, затем переходил на работу только в одну сторону с отвалом пласта вниз по склону до образования необходимого профиля, применяя при этом обратные холостые проходы для трамбовки вала. После трех-четырех проходов формировались гребни вала путем вспашки всвал. Для окончательной планировки откосов использовали автогрейдеры. Затраты на строительство земляных сооружений в зависимости от ширины межтеррасных пространств составили: при использовании трактора ДТ-75 с плугом ПН-4-35 — 20—41 руб. и трактора Т-150К с плугом ПН-4-35, оборудованным отвалом ВК-1,— 16—32 руб.

Установлено, что гребневидные террасы обеспечивают увеличение запасов влаги в почве за счет талых и ливневых вод и предотвращают смыв почвы (табл. 25).

ТАБЛИЦА 25. Эффективность гребневидных террас в колхозе имени Дзержинского Курской области (в среднем за 1972—1979 гг.)

Показатель	Контроль (без террас)	При межтеррасном расстоянии, м		
		21,6	32,4	43,2
Запас воды в снеге, м³/га	850	1080	1020	950
Сток, м³/га	420	5	40	90
Суммарное водопоглощение, м³/га	430	1075	980	860
Смыв почвы, т/га	3,5	—	—	—

За восемь лет эксплуатации гребневидных террас заполнение прудков наблюдалось 5 раз, причем ширина водного зеркала колебалась в пределах 3—8,8 м, толщина слоя — 9—34 см, а продолжительность затопления, как правило, не превышала десяти дней. В прудках гребневидных террас, где осенью применяли щелевание, впитывание влаги проходило быстрее — за три — пять дней.

При выращивании кукурузы на опытном участке в 1974 г. был зарегистрирован самый большой ливень. В результате с нетеррасированного участка было смыто 190 м³/га почвы, а на склоне с гребневидными террасами потеря почвы была предотвращена. В зависимости от величины межтеррасного расстояния в прудках было задержано 1,5—8,7 м³ почвы. При этом если на контроле практически вся влага осадков была потеряна, то на террасах она была собрана в прудки и через сутки впиталась в почву. Таким образом, на террасированных склонах, не опасаясь эрозии почвы, можно выращивать кукурузу.

Прибавка урожая в пересчете на кормовые единицы от террасирования склонов в среднем за 1972—1979 гг. составила 3,3—6,3 ц/га (табл. 26). При этом если в первые два года после строительства гребневидных террас разница в урожаях в сравнении с нетеррасированными участками практически отсутствовала, то в последующем она оказалась высокой. Причем почти во всех вариантах опыта с уменьшением расстояния между террасами прибавка урожая возрастала. Условно-чистый доход от

ТАБЛИЦА 26. Влияние террасирования склона на урожайность возделываемых культур, ц/га (колхоз имени Дзержинского Курского района Курской области)

Вариант опыта	Вико-овсяная смесь (зеленая масса), 1972 г.		Ячмень (зерно), 1973 г.	Кукуруза (зеленая масса), 1974 г.		Овес (зерно), 1975 г.	Кукуруза (зеленая масса), 1976 г.	Вико-овсяная смесь (зеленая масса), 1977 г.		Тритикале (зерно), 1978 г.	Лук (репка), 1979 г.	Средний за 1972—1978 гг. сбор кормовых единиц
Контроль (без гребневидных террас)	162	24,4	236	33,5	260	229	55,4	111	43,7			
Гребневидные террасы через 43,2 м	147	24,5	226	32,4	328	398	58,4	148	47,0			
Гребневидные террасы через 32,4 м	162	24,3	252	36,4	333	415	60,6	149	49,5			
Гребневидные террасы через 21,6 м	165	26,4	269	36,2	318	415	60,7	149	50,0			

террасирования составил в среднем 31,4 руб/га в год, а срок окупаемости затрат — 2,3 года.

Результаты исследований показали, что в первые годы после создания гребневидных террас на них лучше всего выращивать многолетние травы. Это ускоряет уплотнение откосов и ложа прудков, способствует улучшению структуры почвы и более рациональному использованию дополнительно накопленной влаги (В. К. Подгорный, А. Г. Рожков, Л. Г. Бутенко, 1981).

ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии в колхозе имени Дзержинского на склоне с гребневидными террасами изучался также вопрос подбора трав и травосмесей, способных надежно защищать сухие откосы и водотоки от разрушения эрозией в условиях Центрально-Черноземной зоны. На водотоках самой эффективной оказалась смесь, состоящая из костреца безостого, костреца прямого, райграса высокого и люцерны. Она обеспечила наилучшую защиту почвы от эрозии и получение высокого урожая сена — 65,7 ц/га. На сухих откосах хорошо зарекомендовали себя следующие травосмеси: кострец безостый + житняк; эспарцет + кострец безостый; житняк + эспарцет; кострец безостый + овсяница луговая + овсяница красная + эспарцет + люцерна. Урожай сена этих смесей равнялся 50—55 ц/га.

Как известно, урожайность трав и их почвозащитная эффективность значительно зависят от густоты стояния растений и степени развития их корневой системы. На водотоках общая густота растений трав составляла 844 шт/м^2, а масса корней — 143,6 ц/га, на сухих откосах у смесей с люцерной — соответственно 824 и 136,2 и без люцерны — 821 шт/м^2 и 128,1 ц/га. Корневая масса растений, отмирая, способствовала обогащению почвы органическим веществом и улучшению структуры почвы. Так, за годы исследований (1973—1978) количество водопрочных агрегатов размером более 0,25 мм в сравнении с исходным уровнем (49,8 %) возросло на 14—17 %. Содержание гумуса в слое почвы 0—20 см за этот период увеличилось на 0,46—0,56%, общего азота — на 0,024—0,037%.

Выявлено, что для залужения водотоков и сухих откосов целесообразно использовать травосмеси, состоящие из одного-двух бобовых и двух-трех злаковых компонентов (И. А. Овчинников, 1980).

В Центрально-Черноземной зоне на примере Курской области доказана эффективность сооружения гребневидных террас на склонах до 4°.

Представляют интерес результаты изучения эффективности гребневидных террас в лесостепной зоне на склонах 5—10°, построенных в колхозе «Прогресс» Васильковского района Киевской области по проекту, в составлении которого участвовали Украинский НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства, Украинский НИИ земледелия и Укрземпроект. Высота террас на различных участках склонов колебалась от 0,6 до 1,5 м в зависимости от микрорельефа: на ложбинах она увеличивалась, а на ровных участках склонов уменьшалась. Поперечный профиль гребневидной террасы показан на рисунке 5.

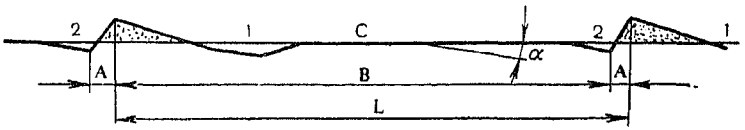


Рис. 5. Поперечный профиль гребневидной террасы:

L — расстояние между основными линиями валов; B — ширина обрабатываемой полосы; A — крутой откос вала, засеянный многолетними травами; 1 — верхний прудок; 2 — нижний прудок; C — межтеррасное пространство; α — крутизна склона (по Г. Г. Кривонос, 1978)

Установлено, что гребневидные террасы существенно влияют на перераспределение снежного покрова. Наибольшая его высота наблюдалась в зоне верхних и нижних прудков — соответственно 82 и 112 см. От вышележащих валов к нижележащим она значительно увеличивалась. На межтеррасных пространствах мощность снежного покрова была такой же, как на склоне без террас.

Выявлено, что ранней весной после таяния снега, летом в период выпадения дождей и осенью после уборки урожая сельскохозяйственных культур запасы влаги в слое почвы 0—160 см на террасированном склоне в сравнении с контролем в среднем за три года были выше: весной на 13 мм, летом — на 23 и осенью на 7 мм.

Смыв почвы на нетеррасированном склоне в среднем за три года составил 83,5 $м^3$ га, а на склоне с гребневидными террасами (в пространстве между террасами) — 22,8 $м^3$/га. При этом вся почва задерживалась в прудках перед нижележащим гребнем террасы.

Во все годы наблюдений урожайность культур в колхозе «Прогресс» на склоне с гребневидными террасами оказалась выше, чем на нетеррасированном склоне: овса — на 1,1 ц/га, кукурузы и подсолнечника на зеленую массу — на 29 и озимой пшеницы — на 2,8 ц/га. Выход кормовых единиц в среднем за три года на склоне с гребневидными террасами составил 35,9 ц/га, а на нетеррасированном склоне — 32,8 ц/га (Г. Г. Кривонос, 1978).

Иногда гребневидные террасы сооружают бульдозерами. Стоимость строительства таких террас достигает 400—500 руб/га. В случае сооружения террас плугами она снижается в 15 раз. Во многих хозяйствах Донбасса при сооружении террас вначале по намеченному створу гребня террасы напахивают всвал полосу шириной 30—32 м, затем путем семи-восьмикратного прохода плуга (вспашка всвал) эту полосу постепенно сужают до 10 м. Образовавшиеся по обе стороны вала гребни и борозды выравнивают культиватором. В поперечном разрезе каждая гребневидная терраса имеет в среднем высоту 0,6 м и основание до 6 м. Глубина прудка у такого сооружения равна 0,4—0,6 м, заложение верхнего откоса — 1:10, нижнего — 1:6, или в среднем 1:8.

Как показали результаты исследований Украинской

сельскохозяйственной академии, зона активного влияния гребневидных террас составляет в среднем 35 м. В совхозе «Тимирязевский» Амвросиевского района Донецкой области прибавка урожая зерна озимой пшеницы в этой зоне в среднем за 1976—1979 гг. составила: в верхней выемке и прудке шириной 15 м — 6,5 ц/га (20,8% к контролю — урожаю на межтеррасном пространстве), на валу шириной 10 м — 11 ц/га (36,4% к контролю) и в нижней выемке шириной 10 м — 8,3 ц/га (26% к контролю). Средний урожай зерна на межтеррасном пространстве достиг 31,3 ц/га.

Урожайность культур в верхней и нижней выемках повышается вследствие обильного увлажнения всего корнеобитаемого слоя почвы в результате задержания талых и ливневых вод, а на валу — вследствие накопления высокоплодородного слоя почвы и поступления сюда дополнительного количества воды из верхнего прудка. В межтеррасном пространстве отмечено также увеличение урожайности озимой пшеницы за счет улучшения условий снегораспределения и уменьшения скорости поверхностного стока.

Каждый погонный километр гребневидных террас защищает около 10 га пахотных земель.

В совхозе «Тимирязевский» система гребневидных террас имеет протяженность 70 км. Каждый погонный километр террасы шириной в основании 10—12 м и высотой 0,5—0,6 м задерживает около 4 тыс. $м^3$ воды. В этом хозяйстве в результате внедрения системы гребневидных террас чистый доход с 1 га защищенной площади составил 15,86 руб. На каждый рубль затрат было получено дополнительно 4,4 руб. прибыли. Затраты на сооружение террас окупаются в первый год их эксплуатации (К. Н. Бобков, В. Л. Дмитренко, 1980).

На Донецкой противоэрозионной опытной станции прибавка урожая зерна озимой пшеницы на различных элементах гребневидных террас в сравнении с нетеррасированным склоном в 1979 г. составила 0,4 — 2,4 ц/га. В колхозе «Родина» Першотравневого района Донецкой области в 1976 г. урожай зерна ячменя на склоне с гребневидными террасами достиг 28,5 ц/га и оказался на 1,7 ц/га выше, чем на склоне без террас (А. А. Подкопаев, 1982).

Таким образом, сооружение гребневидных террас —

важный прием в системе мероприятий по защите почв от эрозии, способствующий наиболее полному использованию выпадающих осадков и повышению продуктивности склоновых земель.

Гребневидные террасы применяют во многих странах мира. В Австралии при их проектировании особенно тщательно рассчитывают межтеррасные расстояния и габариты водоотводящих сооружений. Откосы выравнивают, уплотняют, вносят на них удобрения и залужают. Особенно тщательно занимаются водотоками: посевы трав здесь регулярно подкармливают удобрениями, добиваясь создания прочной дернины. Только по истечении двух лет площадь, отведенную под гребневидные террасы, начинают обрабатывать для выращивания на ней различных сельскохозяйственных культур (И. В. Грищенко, 1981).

В США чаще всего применяют террасы двух типов — с широким основанием и с гребнем. Террасы первого типа строят в районах с достаточным увлажнением и тяжелыми почвами, медленно впитывающими воду, на участках с уклоном не более 7°. Их назначение — отвод поверхностного стока и его сброс по водотокам, защищенным многолетними травами. Для этого прокладывают очень широкие и мелкие каналы, вдоль которых сооружают невысокие, но широкие гребни. Такая конструкция террас уменьшает опасность размыва почвы и облегчает свободное передвижение машин на террасированных участках.

Террасы с гребнем распространены в районах с недостаточным увлажнением. Их основная роль — наиболее полное задержание поверхностного стока и создание оптимальных условий для впитывания воды в почву. При таком типе террас гребни делают выше и круче, канавы устраивают по возможности мельче таким образом, чтобы вода, задержанная гребнем, заливала большую площадь террасы. Эти террасы сооружают на участках с небольшим уклоном (1,5°) и с почвами, обладающими достаточной способностью поглощать влагу выпадающих осадков.

На практике два описанных типа террас имеют множество переходных форм. Так, в полузасушливых условиях некоторых штатов на пологих склонах строят террасы «Цинга». Вместо канала для сбора и медленного сброса излишней воды эти террасы имеют широкую по-

лосу, предназначенную для накопления воды и ее постепенного впитывания в почву. Гребень такой террасы широкий, высотой 30 см от дна полосы впитывания. Сток устраивают так, чтобы до тех пор, пока слой воды на полосе впитывания не достигнет 15 см, вода не сбрасывалась с террасы. Гребень террасы (откос 1:5) для предотвращения размыва укрепляют посевом многолетних трав. Террасы «Цинга» успешно предотвращают эрозию почв и уменьшают бесполезный расход воды, улучшая тем самым водный режим почв и способствуя повышению урожайности сельскохозяйственных культур.

Промежуточные и совмещенные посевы

Чем больше времени в течение года почва защищена растительным покровом и скреплена корневой системой растений, тем меньше опасность проявления эрозионных процессов.

Весьма важно, чтобы почва имела хороший растительный покров в периоды стока талых вод и выпадения ливней.

Почвозащитную роль растительного покрова в севооборотах можно значительно повысить за счет применения на склонах поукосных, пожнивных, озимых промежуточных и совмещенных посевов культур. Такие посевы служат здесь не только резервом получения дополнительной сельскохозяйственной продукции, но и важным средством защиты почв от эрозии. Кроме того, они обогащают почву корневыми и другими растительными остатками.

Возделывание поукосных и пожнивных культур позволяет наиболее рационально использовать почвенную влагу, которая после уборки урожая основной культуры испаряется с обнаженной поверхности почвы.

Хорошими предшественниками поукосных культур являются вико-ржаные, вико-овсяные смеси, рожь и другие культуры, убираемые на зеленый корм.

Отличными предшественниками пожнивных культур служат горох и чина. Высокие урожаи пожнивных культур получают многочисленные хозяйства юга страны после

уборки пшеницы и ячменя на зерно, особенно последнего, который созревает на 10—15 дней раньше пшеницы.

При подборе культур для летних посевов учитывают продолжительность вегетационного периода растений. При этом имеют в виду, что по условиям возделывания летние посевы существенно отличаются от весенних. Высокие температуры и большая долгота светового дня ускоряют фазы вегетации пожнивных и поукосных культур. Так, по данным Молдавского НИИ селекции, семеноводства и агротехники полевых культур, разница в продолжительности от появления всходов до колошения однолетних кормовых культур при различных сроках посева колебалась от 4 до 17 дней.

Для летних посевов подбирают наиболее засухоустойчивые растения, поскольку в данном случае после уборки основной культуры часто ощущается недостаток влаги в почве.

Почвозащитную роль растительного покрова можно значительно повысить и за счет использования озимых промежуточных культур.

В исследованиях, проведенных в течение трех лет в колхозе «Родина» Абинского района Краснодарского края (В. О. Максимов, 1975), в качестве озимых промежуточных культур изучали смеси озимой ржи с озимой викой и озимой пшеницы с зимующим горохом. Под этими культурами за осенне-зимний период смывалось почвы в 3—10 раз меньше, чем на зяби. Кроме того, озимые промежуточные культуры давали дополнительно 125—185 ц/га зеленой массы и не оказали отрицательного воздействия на урожайность последующей культуры — кукурузы.

В ОПХ «Рассвет» Донского зонального НИИСХ (Ростовская область) в 1976—1980 гг. изучали эффективность применения озимых промежуточных культур на склоне 3—5°. Схема опыта: 1 — обычная зябь после уборки ранних колосовых культур (контроль), 2 — промежуточный посев озимой ржи после уборки ранних колосовых культур. Озимую рожь убирали 5—15 мая, а 10—21 мая высевали кукурузу на силос.

Установлено (И. П. Демченко, 1982), что посевы озимой ржи к осени создавали плотный растительный покров,

что в сравнении с зябью способствовало увеличению запасов снега в 1,5—2 раза и уменьшению глубины промерзания почвы в среднем на 20 см. Запасы влаги в пахотном слое почвы в среднем за четыре года исследований (1976—1979) в варианте с промежуточными посевами озимой ржи были практически такими же, как на контроле: осенью — соответственно 70,4 и 74,5 мм, а ранней весной — 75,8 и 77,5 мм. Иначе говоря, общие потери влаги с открытой зяби с учетом испарившейся, сдутой ветром в виде снега и стекшей во время снеготаяния оказались равными количеству ее, израсходованному на формирование урожая зеленой массы озимой ржи.

Годовой сток талых вод на зяби в среднем за пять лет составил 36,9 $м^3$/га, а на промежуточных посевах озимой ржи — 10,3 $м^3$/га. Смыв почвы уменьшился при этом в 3,5 раза.

Несмотря на то что урожай зеленой массы кукурузы, посеянной после озимой ржи, в среднем за 1976—1979 гг. был на 80 ц/га меньше, чем урожай зеленой массы этой культуры по обычной зяби (185 ц/га против 265 ц/га), суммарный сбор зеленой массы с 1 га на этом варианте опыта оказался на 144 ц/га выше (409 ц/га), так как урожай зеленой массы озимой ржи с промежуточных посевов равнялся в среднем за год 224 ц/га. Кроме того, на участках, где размещали озимую рожь, посевы ее ежегодно оставляли в слое почвы 0—20 см до 59 ц/га органической массы.

Таким образом, двукратное в течение года использование пашни способствовало увеличению производства кормов и уменьшению смыва почвы.

В Ростовской области подтверждена возможность применения поукосных и пожнивных посевов сои. Поукосные посевы проводили после уборки озимой ржи на зеленый корм, а пожнивные — после озимой пшеницы на зерно. Для увлажнения посевного слоя почвы выполняли дождевание нормой 350 $м^3$/га. Соя пожнивного посева дала 50—60 ц/га, а поукосного — 200—250 ц/га зеленой массы или 15—18 ц/га зерна (И. И. Смородин, Н. П. Топилин, 1978).

Расчеты Ставропольского НИИ гидротехники и мелиорации показали, что в Ставропольском крае только за счет совершенствования структуры посевных площадей с учетом расширения площади посева повторных культур

продуктивность каждого поливного гектара можно повысить на 18—20% (О. К. Баженов, 1980).

В крае накоплен значительный опыт использования промежуточных посевов в качестве почвозащитного средства. В условиях Центрального Предкавказья хорошо развитые промежуточные культуры надежно защищают почву от смыва и выдувания, улучшают ее водно-физические свойства и обеспечивают дополнительный сбор растениеводческой продукции. Сочетание в севооборотах озимых на зерно, зеленый корм и другие потребности с посевами многолетних трав позволяет защищать живым растительным покровом до 60% севооборотной площади. Применение летних промежуточных посевов также повышает почвозащитную роль севооборотов и дает большой экономический эффект. Например, в совхозе «Тищенский» Изобильненского района летом 1974 г. на площади 170 га посеяли ячмень, который в первой декаде ноября достиг восковой спелости. Урожай вегетативной массы составил 150 ц/га. Кроме того, после уборки пшеницы (47 ц/га) посеяли гречиху. С летних посевов ее собрали по 6 ц/га зерна. Только за счет осуществления этих мероприятий совхоз защитил от эрозии 610 га пашни, расположенной на склонах, и получил дополнительную продукцию.

Эффективны уплотненные посевы озимых и яровых культур с кормовым однолетним люпином. Такие посевы уменьшают эрозию почв, способствуют восстановлению их плодородия, резко увеличивают урожаи зерна и дают возможность получать зеленую массу, которую можно использовать на корм скоту или в качестве сидерата.

Многие хозяйства широко применяют смешанные посевы кукурузы с соей, фасолью, кукурузы с сорго и суданской травой, гороха с подсолнечником на силос и др. Особенно широко распространены смешанные посевы кукурузы с соей на силос. Совместный посев кукурузы с соей проводят как в одном рядке, так и при чередовании рядков этих культур. Одно из преимуществ таких посевов — повышение содержания белка в силосуемой массе за счет бобовых.

При смешанных посевах высокостебельных злаковых культур с зерновыми бобовыми на поле образуется двухъярусный растительный покров, хорошо предохраняющий поверхность почвы от разрушения ударами ка-

пель дождя. На таких посевах почва лучше скрепляется корневой системой растений.

В колхозе «Орловский» Ставропольским НИИ гидротехники и мелиорации в течение трех лет (1978—1980) изучалась эффективность выращивания сои с кукурузой в смешанных посевах на силос при орошении. Установлено явное преимущество смешанных посевов сои с кукурузой перед чистыми посевами кукурузы. Урожай зеленой массы смеси сои с кукурузой в среднем за три года составил 490 ц/га при урожае зеленой массы кукурузы без сои 540 ц/га. Однако в смешанных посевах на каждую кормовую единицу приходилось 90 г переваримого белка, тогда как в чистых посевах — только 62 г. Позднеспелые сорта сои Пламя и Высокорослая хорошо сочетались с позднеспелым сортом кукурузы Донская высокорослая. К периоду уборки урожая растения кукурузы находились в фазе молочно-восковой спелости, а сои — налива семян. Смешанная масса содержала зеленые сочные стебли с листьями кукурузы и сои, початки и бобы, что позволило заложить силос высокого качества. В этом опыте лучшей оказалась схема посева смесей, при которой четыре ряда кукурузы чередовали с двумя рядами сои (4:2). При этом растения сои находились в лучших условиях, были меньше затенены высокорослой кукурузой и имели более толстый стебель. Количество бобов и семян в них в этом случае также оказалось больше. Содержание сои в общей биомассе равнялось 28%. Средний за три года урожай зеленой массы составил 506 ц/га. Максимальный урожай (533 ц/га) был получен в схеме, согласно которой после посева кукурузы вторым проходом зерновой сеялки сплошным способом подсевали сою в междурядья кукурузы. Однако доля сои в зеленой массе при этом была несколько ниже — 24% (Ю. А. Панков, А. Н. Котляров, 1982).

На орошаемых землях различных зон страны применяют различные схемы севооборотов с пожнивными культурами. В частности, В. П. Нарциссовым (1976) рекомендованы две следующие схемы севооборотов: I. 1—2 — люцерна, 3 — озимая пшеница с посевом после ее уборки гороха, или суданской травы, или кукурузы на корм, 4 — кукуруза на зерно, 5 — ранние овощные культуры, затем картофель летней посадки, 6 — кукуруза на

силос, 7 — озимая пшеница, 8 — озимая пшеница и люцерна пожнивного посева; II. 1 — озимая пшеница, пожнивное просо с подсевом люцерны, 2—3 — люцерна, 4 — озимая пшеница, пожнивно вико-овсяная смесь, 5 — сахарная свекла, 6 — кукуруза на зерно, 7 — кукуруза на силос, 8 — озимая пшеница, пожнивно кукуруза на силос и зеленый корм, 9 — зерновые бобовые и другие ранние культуры.

Получение двух урожаев зерновых или зерновых и кормовых культур в год возможно на орошаемых землях Северного Кавказа, Центрально-Черноземной зоны, Поволжья, Нечерноземной зоны, на Украине, в Молдавии, в Казахстане, в республиках Средней Азии и Закавказья.

Как показали результаты исследований Таджикского НИИ земледелия, при сочетании зимних посевов вико-ячменной смеси с летними посевами суданской травы Краснодарской 1967 или сорго таких сортов, как Янтарь ранний и Гиссарское 45, за один год можно получать до 1500 ц/га зеленой массы. В институте разработаны и рекомендованы производству схемы использования орошаемых земель в кормопроизводстве, обеспечивающие получение трех урожаев зеленой массы в год (бобово-злаковые смеси + кукуруза + сорго, всего 1200—1400 ц/га). Выход кормовых единиц составляет при этом 25 — 26 тыс/га, в том числе 4,5—6,5 тыс/га за счет выращивания бобово-злаковых культур в зимний период. В одном из исследований в случае выращивания смеси злаковых культур с шабдаром за зимний период получили 340 ц/га зеленой массы. Затем на этих же землях кукуруза весеннего посева дала 809 и летнего — 743 ц/га зеленой массы. При посеве сорго после уборки бобово-злаковых смесей получили 729 ц/га зеленой массы с первого и 528 ц/га — со второго укоса. Таким образом, в кормовом звене хлопкового севооборота короткой ротации, где одно поле занимали кормовые культуры и четыре — хлопчатник, общий урожай зеленой массы составил 1892 ц/га при выращивании кукурузы и 1651 ц/га — сорго (Х. Х. Каримов, 1980).

В Узбекистане широкое применение получают совмещенные посевы кукурузы и сорго. Сорго имеет много достоинств и является весьма перспективной для промежуточных посевов. Эта культура за шесть-семь укосов

дает в Узбекистане до 1000 ц/га зеленой массы. При совместном посеве кукурузы с сорго наиболее полно используются биологические особенности этих культур. Как показала практика, весьма эффективны в республике совмещенные посевы люцерны с сорго и кукурузой (Х. А. Ибрагимов, У. П. Гафуров, 1981).

В Азербайджанском НИИ хлопководства выявлена эффективность совмещенных посевов культур в хлопково-люцерновых севооборотах и разработаны схемы совмещения посевов люцерны с шабдаром, кукурузой, сорго и с другими культурами. Во всех вариантах применения совмещенных посевов кормовых культур по пласту и обороту пласта были получены высокие урожаи и большая рентабельность. Так, смесь люцерны с шабдаром и сорго обеспечивала выход 298 ц/га корм. ед. и получение 1194 руб/га чистого дохода. При этом и средняя урожайность хлопчатника, выращенного после уборки культур совмещенных посевов, оказалась значительно выше, чем по пласту и обороту пласта двухлетней люцерны чистого посева. Эта разница в денежном выражении составила 24,6—84,3 руб/га чистого дохода (М. Б. Кулиев, М. М. Гусейнов, 1981).

Выше была рассмотрена возможность получения высоких урожаев культур совмещенных и повторных посевов в засушливых и полузасушливых районах при орошении. Однако, как показали, например, исследования, проведенные в Молдавии, продуктивность склоновых земель можно значительно повысить и при использовании различных вариантов совмещенных и повторных посевов культур в районах с годовым количеством осадков 350—450 мм. Установлено, что за счет применения таких посевов можно резко уменьшать эрозию почвы, накапливать в почве большое количество корневой массы и пожнивных остатков растений, тем самым восстанавливать плодородие смытых почв, улучшать их водно-физические свойства, противоэрозионную устойчивость и в конечном счете — резко повышать продуктивность склоновых земель. Об этом свидетельствуют результаты исследований, проведенных в колхозе имени Суворова Сорокского района Молдавской ССР. Для смешанных посевов, кроме сорго, здесь применяли сою. Известно, что эта культура обладает уникальными свойствами. Наряду с высоким (до 45%) содержанием белка семена ее

отличаются масличностью (20—25%), наличием фосфатидов, углеводов, витаминов и других веществ в сочетании, благоприятном для человека и животных. Соя — прекрасный азотфиксатор, что весьма важно для смытых почв, бедных азотом. В таблице 27 приведены данные об урожайности смешанных посевов кукурузы с соей и сорго в колхозе имени Суворова на склоне 5—6°. Почва — слабоэродированный типичный чернозем.

ТАБЛИЦА 27. Урожайность смешанных посевов кукурузы с соей и сорго (колхоз имени Суворова Сорокского района Молдавской ССР)

Вариант опыта	Фактическое число растений, тыс/га	Урожай зеленой массы		
		ц/га	корм. ед.	белок, кг/га
Кукуруза ВИР 42	40	97,8	2044	98
Кукуруза ВИР 42 + соя Бируинца 12 (совместно в одном ряду)	114	152,0	3192	229
Кукуруза ВИР 42 + сорго Черный янтарь (совместно в одном ряду)	79	186,5	3823	210

Как видно из таблицы 27, применение смешанных посевов позволило в 1,5—2 раза увеличить урожай зеленой массы, а при совместном посеве кукурузы с соей сбор белка возрос почти в 2,5 раза.

Один из вариантов совмещенных посевов культур, обеспечивающих непрерывную защиту почв от эрозии, применяли также в колхозе имени Суворова Сорокского района Молдавской ССР. При этом осенью проводили сплошной посев озимой ржи. Ранней весной на посевах ржи с междурядьями 70 см подсевали вику (или чину). В середине — конце мая рожь скашивали на зеленый корм. После укоса ржи выполняли культивацию междурядий вики (или чины) и вслед за этим — посев суданской травы с междурядьями 70 см. Таким образом, в этот период через каждые 35 см поперек склона чередовались ряды вики и суданской травы. В конце июня проводили укос вики (или чины), а после укоса вики (или чины) — культивацию междурядий суданской травы

и посев сорго (или кукурузы) с междурядьями 70 см. В этот период поперек склона, как и все высеваемые культуры, через каждые 35 см чередовались ряды суданской травы и сорго. В августе проводили укос суданской травы. В сентябре скашивали сорго и суданскую траву.

По этой схеме почва на склоне в течение всего года находилась под защитой растительного покрова (рис. 6). Причем в год проводили четыре укоса зеленой массы: ржи, вики (чины), суданской травы и сорго (кукурузы). При уборке ржи частично подкашивали вику, при уборке вики — суданскую траву, а при укосе суданской травы — сорго. В таблице 28 представлены данные по учету величины урожаев культур совмещенных посевов. Контролем служил наиболее распространенный вариант поукосного посева кукурузы после уборки озимой ржи на зеленый корм. Как видно из таблицы 28, в варианте с совмещенным посевом культур в сравнении с поукосным урожай зеленой массы возрос на 26%, а сбор белка — на 81%.

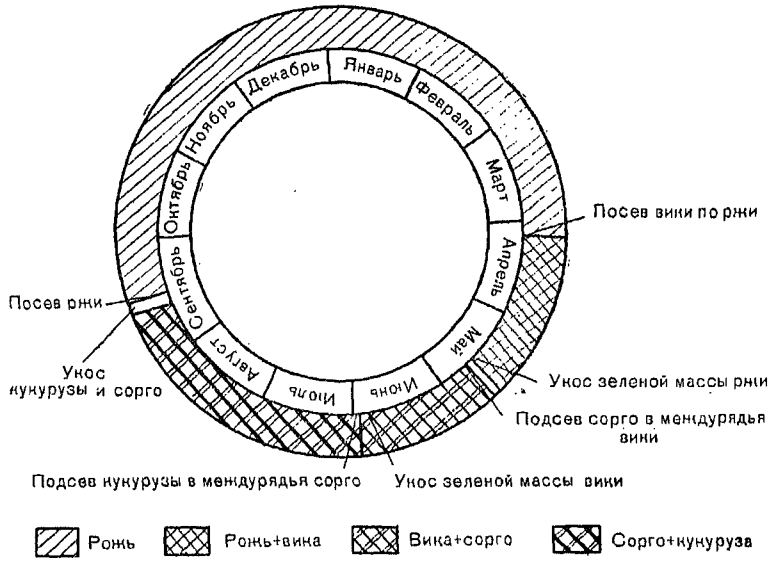


Рис. 6. Схема совмещенного посева культур

ТАБЛИЦА 28. Урожайность культур в поукосных и совмещенных посевах, в среднем за три года (колхоз имени Суворова Сорокского района Молдавской ССР)

Вариант опыта	Культура	Урожай зеленой массы, ц/га	Выход кормовых единиц, ц/га	Сбор белка, кг/га
Поукосный посев	Озимая рожь	144	26,1	144
	Кукуруза	143	30,0	143
	Всего	287	56,1	287
Совмещенный посев	Озимая рожь	144	26,1	144
	Чина	69	11,7	152
	Суданская трава	108	21,6	140
	Сорго	54	11,3	54
	Всего	375	70,7	490

Следует отметить, что поукосные и совмещенные посевы оказались особенно эффективными в годы с выпадением достаточного количества осадков.

Высокая эффективность промежуточных культур подтверждена в западных районах Украинской ССР. В Закарпатье наиболее продуктивными поукосными и пожнивными культурами являются кукуруза и ее смесь с горохом и кормовыми бобами, урожай зеленой массы которой достигает 250—300 ц/га. При этом выращивание поукосных и пожнивных культур не вызывает снижения урожайности следующих за ними культур севооборота, а на фоне применения удобрений даже повышает ее. В колхозе имени Шевченко Стрыйского района Львовской области на дерново-подзолистых почвах урожайность ярового ячменя в среднем за два года без пожнивных посевов составила 29,4 ц/га, а после уборки пожнивной белой горчицы — 32,8 ц/га. В колхозе «Прогресс» Виноградовского района Закарпатской области на дерново-подзолистых почвах урожай зерна пшеницы, посеянной после пожнивной кукурузы, равнялся 39 ц/га, или был на 2,9 ц/га выше, чем на контроле. На Ровенской сельскохозяйственной опытной станции картофель, посаженный после уборки пожнивной смеси белой гор-

чицы с горохом, дал урожай на 46—95 ц/га больше, чем на контроле (214 ц/га). По данным НИИ земледелия и животноводства западных районов УССР, в звене севооборота озимая пшеница — пожнивная культура — яровой ячмень в среднем за два года было получено 89,7 ц/га корм. ед., в то время как в звене озимая пшеница — яровой ячмень — 64,9 ц/га. Подсчеты показали, что в звене севооборота с получением трех урожаев за два года условно-чистый доход составил 354 руб/га, а двух — оказался на 60% меньше (С. В. Бегей и др., 1981).

Для повышения кормовых достоинств кукурузы колхозы и совхозы Черниговской области УССР подсевают к этой культуре люпин, сою или кормовые бобы. Уплотнение посевов кукурузы бобовыми компонентами повышает урожай зеленой массы на 20—25% и значительно повышает качество кормов. Так, в колхозах имени Ленина и «Украина» Варвинского района получают до 250 — 400 ц/га зеленой массы смеси кукурузы с кормовыми бобами. В ряде хозяйств весьма успешно применяют совмещенные посевы кукурузы с люпином сорта Киевский мутант. Предшественниками совмещенных посевов служат главным образом озимые и яровые зерновые культуры. Посев люпина осуществляют одновременно с посевом ранних яровых зерновых. После появления всходов люпина, обычно в первой декаде мая, сеют кукурузу. В колхозе имени XXII съезда КПСС, например, в 1978 г. с совмещенного посева собрали 420 ц/га зеленой массы, тогда как с чистого посева кукурузы — 313 ц/га. Расчеты показывают, что кукуруза чистого посева при урожае зеленой массы 250 ц/га обеспечивала сбор 3,7 ц/га сырого белка, а с совмещенного — 8,1 ц/га. Силос, приготовленный из зеленой массы, полученной с совмещенных посевов, характеризовался повышенным содержанием не только переваримого белка, но и каротина (Н. В. Заклюжный и др., 1980).

На Черновицкой сельскохозяйственной опытной станции при продолжительности вегетационного периода 165 дней и годовом количестве осадков 650 мм, из которых 375 мм выпадает в период с температурой выше 10°, доказана возможность получения двух-трех урожаев в год с одной и той же площади. На станции изучали несколько вариантов повторных посевов, а именно: 1) озимый рапс, кукуруза, убираемая в фазе цветения, +

+соя+горчица; 2) озимый рапс, кукуруза, убираемая в фазе цветения,+ соя + озимая рожь; 3) озимый рапс, кукуруза, убираемая в фазе молочно-восковой спелости,+ соя; 4) озимый рапс, сорго кормовое; 5) озимый рапс, кормовая капуста. По урожаю зеленой массы (869 ц/га) лучшим оказался первый, а по выходу кормовых единиц — третий и пятый варианты. В первом варианте было получено 80,6 ц/га корм. ед., в третьем — 96,5 и в пятом — 98,5 ц/га корм. ед. Пятый вариант был самым лучшим и по сбору переваримого белка — 17,1 ц/га. При выращивании двух-трех урожаев кормовых культур на одном поле в год себестоимость 1 ц корм. ед. равнялась 2 р. 38 к., переваримого белка — 14 р. 70 к. Чистый доход с 1 га в переводе на животноводческую продукцию составил 345—504 руб. (А. Л. Кириленко, 1980).

Большие площади эрозионноопасных земель зарегистрированы в Нечерноземной зоне РСФСР. Поэтому использование промежуточных культур, особенно бобовых, является в этом регионе весьма важным приемом восстановления плодородия смытых почв и повышения их противоэрозионной устойчивости. При этом резко возрастает продуктивность земель. Достаточное количество осадков, продолжительный период вегетации и немалые суммы активных температур, характерные для большинства районов Нечерноземья, могут вполне обеспечивать получение здесь двух урожаев культур в год либо трех урожаев за два года, тем более если в качестве промежуточных будут использованы скороспелые сорта культур. Такие сорта овса, ячменя, гречихи, проса, гороха, корнеклубнеплодов имеют продолжительность вегетационного периода 60—80 дней, яровой пшеницы, озимой ржи, яровой вики, кормовых бобов, чины, нута — 80—100 дней. Практически почти не ограничены условия в этом регионе для выращивания многочисленных кормовых культур при уборке их в фазе цветения, поскольку продолжительность периода вегетации многих из них до фазы цветения составляет 30—60 дней (рапс, горчица, горох, соя, яровая вика, кормовые бобы, гречиха, чина, озимая рожь — фаза выхода в трубку, масличная редька и др.). Как известно, длительность вегетационного периода колеблется от 60—140 дней в северо-западных районах Нечерноземья до 160—180 дней — в южных и юго-западных.

В качестве озимых промежуточных культур здесь часто используют озимую рожь, вику мохнатую, озимый рапс, озимую сурепицу. Особенно ценны смешанные посевы мохнатой вики с озимой рожью или с пшеницей. По 200—250 ц/га зеленой массы вико-ржаной смеси получают, например, в колхозе «Ленинский путь» Красногорского и в совхозе «Борец» Дмитровского районов Московской области. Для смеси с викой применяют и тритикале — хорошо облиственную злаковую культуру, дающую высокие урожаи зеленой массы. Так, в колхозе «Ленинский путь» получают по 300—350 ц/га высокопитательного корма зеленой массы этой культуры.

Для промежуточных посевов все шире стали применять озимые и яровые формы рапса. Озимый рапс освобождает пашню в середине мая, а в отдельные годы — в начале этого месяца, поэтому поукосные посевы, особенно поздних яровых культур, после его уборки можно проводить в оптимальные сроки — обычные для посевов без промежуточных культур. Например, в колхозе имени Ленина Красногорского района Брянской области в 1975 г. рапс начал цвести в начале мая, 6 мая его убрали на корм, а 9 мая посадили картофель, который дал такой же урожай, как и без озимой промежуточной культуры. В колхозе «Россия» Клетнянского района той же области рапс в 1974 г. вегетировал до конца октября и дал 295 ц/га зеленой массы. Весной следующего года он хорошо отрастал и в мае собрали еще 447 ц/га зеленой массы. Общий выход сухой массы за два укоса составил 74,2 ц/га, или 81,6 ц/га корм. ед. Посевы озимых промежуточных культур надежно защищали почву от эрозии при стоке талых вод и выпадении весенних ливней.

Особенно важное значение для восстановления плодородия смытых почв имеет использование бобовых растений в качестве промежуточных культур. Так, промежуточные посевы люпина и сераделлы при уборке на корм оставляют в почве 70—100 кг/га азота. По данным исследований, с 37 ц/га воздушно-сухих корневых и поукосных остатков ярового рапса на дерново-слабоподзолистой почве Ленинградской области в среднем за три года возвратилось в почву 34,5 кг/га азота, 13,6 — фосфора и 19,3 ц/га калия, а с 51 ц/га органических остатков поукосной вико-овсяной смеси — соответственно 56,3; 23,8 и 26 кг/га.

По данным Московской сельскохозяйственной академии имени К. А. Тимирязева (ТСХА), в четырехпольном севообороте (1 — вико-овсяная смесь, 2 — озимая пшеница, 3 — картофель, 4 — ячмень) с повышением удельного веса промежуточных культур до 50% площади пашни (озимые или пожнивные после озимой пшеницы и подсевные в поле с ячменем) поступление растительных остатков в почву возросло на 41—51%.

В таблице 29 приведены средние урожаи надземной и

ТАБЛИЦА 29. Средние урожаи надземной и подземной массы основных промежуточных культур (по В. Г. Лошакову, 1980)

Культура	Урожай абсолютно сухого вещества, ц/га			Отношение надземной массы к подземной
	общий	в том числе надземной массы	подземной массы	
Озимые промежуточные культуры				
Рожь озимая	53—55	40,0	13—15	1:0,30
Рожь озимая с викой мохнатой	72—75	55,1	16,5	1:0,30
Рапс озимый	28—30	20,0	8—10	1:0,57
Сурепица озимая	23—25	15,0	8—10	1:0,58
Пожнивные и поукосные промежуточные культуры				
Люпин однолетний	33—40	25—30	8—10	1:0,25
Горох посевной или пелюшка	38—50	30—40	8—10	1:0,27
Подсолнечник	35—42	25—30	10—12	1:0,40
Капуста кормовая	35—46	30—40	5—6	1:0,15
Редька масличная	53—60	45—50	8—10	1:0,20
Горчица белая	26—33	20—25	6—8	1:0,30
Фацелия	33—40	25—30	8—10	1:0,32
Рапс озимый	35—42	25—30	10—12	1:0,40
Рапс яровой	33—40	25—30	8—10	1:0,32
Подсевные промежуточные культуры				
Сераделла	23—30	15—20	8—10	1:0,50
Райграс однолетний	50—60	30—35	20—25	1:0,60
Райграс однолетний в смеси с викой мохнатой	60—65	35—40	20—25	1:0,60

подземной массы основных промежуточных культур в Нечерноземной зоне РСФСР.

Нельзя также не отметить, что промежуточные культуры существенно снижают засоренность посевов последующих зерновых и других культур. По сороочищаемому действию они равны или близки к чистым или к занятым парам. Таким образом, их роль в повышении продуктивности земель весьма велика.

Большой опыт применения повторных посевов культур накоплен в Белорусской ССР. Только за счет этого приема к концу 70-х годов в республике дополнительно получали более 1 млн. т корм. ед. Основные площади промежуточных культур занимают здесь озимые — главным образом рожь. Урожай зеленой массы ее в фазе колошения на дерново-подзолистых суглинистых почвах равен 240—300 ц/га, на супесчаных — 240—250, на песчаных почвах — 200—220 ц/га. После уборки озимых промежуточных культур в качестве основных высевают желтый кормовой люпин, яровую вику, горох, подсолнечник, кукурузу, гречиху, турнепс или сераделлу. Урожай сухого вещества промежуточной озимой ржи и основных культур на суглинистых почвах составляет в среднем 95 ц/га, на супесчаных — 88, на песчаных — 75 ц/га. Средний выход кормовых единиц находится в пределах 61—78 ц/га.

Результаты исследований, проведенных на Брестской областной сельскохозяйственной опытной станции, показали высокую эффективность посева озимой ржи в смеси с озимой викой на зеленую массу. Урожай ее в среднем за четыре года составил 320 ц/га при сборе 53,1 ц/га корм. ед. и 6,1 ц/га переваримого белка. Наиболее высокие урожаи зеленой массы и сборы кормовых единиц дали поукосные посевы кукурузы — соответственно 302 и 46,5 ц/га, кормового люпина — 277,1 и 33,3, подсолнечника — 265,6 и 29,2 ц/га. В зеленой массе смеси озимой ржи и вики содержалось 6,1 ц/га переваримого белка, кукурузы поукосных посевов — 3,7, кормового люпина — 5,1, подсолнечника — 2,1 ц/га. В условиях Брестской области после уборки озимой ржи на зерно до наступления постоянных заморозков остается 70—110 дней с суммой эффективных температур 900—1450° и количеством осадков 120—210 мм, что вполне достаточно для получения урожаев зеленой массы кормовых

пожнивных культур. Они составили: редьки масличной — 121 ц/га, озимой сурепицы — 115, подсолнечника с горохом — 100, озимого рапса — 89 ц/га (И. А. Трихимчук и др., 1980).

В качестве подсевной культуры в Белоруссии широко применяют райграс однолетний. Его подсевают под гороховo-овсяную, вико-овсяную смеси либо под кормовой люпин. Эти культуры скашивают на зеленый корм в конце июня — первой половине июля. После их уборки остается 90—100 и более дней вегетационного периода с суммой активных температур 1200—1600°. В таких условиях райграс успевает дать два-три укоса зеленой массы в зависимости от обеспеченности почвы влагой и азотом.

В исследованиях Белорусского НИИ земледелия урожай зеленой массы райграса за два укоса без внесения удобрений составил в среднем за три года 90,9 ц/га, а в случае внесения N_{45} под каждый укос он возрос более чем в 2 раза. Суммарная продуктивность гектара пашни (покровная культура + подсевной райграс) при использовании азотных удобрений превышала 300 ц/га. Причем в почве накапливалось 32,8 ц/га корневых остатков райграса. Вместе с корнями и пожнивными остатками этой культуры в почву поступало в среднем 45,4 кг/га азота, 19,3 — фосфора и 43 кг/га калия. Таким образом, райграс однолетний, выращиваемый в качестве подсевной промежуточной культуры, обеспечивает существенное повышение не только продуктивности пашни, но и плодородия почв (В. Н. Шлапунов, 1982).

Противоэрозионная обработка почв

Задачи противоэрозионной обработки почв

Сильное проявление эрозионных процессов на пахотных землях склонов во многом обусловлено недостаточным учетом специфических требований к обработке этих земель. Всю систему обработки почв на склонах важно строить таким образом, чтобы на каждом участке поля в течение всего года предотвращалось проявление эрозии почвы.

В районах с неустойчивым и недостаточным увлажнением система обработки почв на склонах должна обеспечивать максимальное впитывание в почву всех выпадающих осадков и предупреждать потери влаги на испарение с поверхности почвы, а в районах с избыточным увлажнением — способствовать безопасному отводу излишней воды со склонов. Во всех случаях все виды обработки почв на склонах должны предотвращать эрозию, способствовать сохранению и улучшению структуры почвы, создавать благоприятные условия для успешной вегетации растений и получения высоких устойчивых урожаев возделываемых культур.

Приемы противоэрозионной обработки почв на склонах условно делят на две группы — общие и специальные. Общие приемы представляют собой обычные виды обработки почв, правильно применяемые на склонах (вспашка, рыхление, культивация, боронование, междурядные обработки и т. д.), специальные — это дополнительные приемы, предотвращающие сток и смыв (обвалование зяби, бороздование, лункование, щелевание, кротование и пр.).

На преобладающей части территории страны обработка почв на склонах направлена одновременно на предотвращение эрозии и почвенной засухи. При этом особое значение имеют приемы, увеличивающие водо-

проницаемость и влагоемкость почв (глубокая вспашка, глубокое рыхление, щелевание, кротование и т. д.), а также создание емкостей для задержания осадков, сразу не впитавшихся в почву (поперечные валики, борозды, лунки и др.).

Противоэрозионные технологии возделывания сельскохозяйственных культур на склонах должны предотвращать снижение потенциального плодородия почв при интенсификации сельскохозяйственного производства и создавать условия для расширенного воспроизводства почвенного плодородия. Направленные на получение максимальных урожаев в текущем году, такие технологии призваны обеспечивать сохранение и наращивание плодородия почв.

В связи с тем что главными задачами земледелия являются повышение урожайности сельскохозяйственных культур, снижение себестоимости растениеводческой продукции и обеспечение высокой рентабельности сельскохозяйственного производства, система противоэрозионной обработки почв, кроме выполнения почвоводоохранной, точнее природоохранной, функции должна быть в максимальной мере и экономически оправданной. Поэтому в каждом конкретном случае необходим экономический анализ различных вариантов противоэрозионной системы обработки почв, которая призвана обеспечивать не только максимальное предотвращение эрозии, но и повышение рентабельности сельскохозяйственного производства. Отсюда вытекает еще одна задача земледелия — снижение энергетических затрат при возделывании культур, в частности, уменьшение количества проходов тяжелой энергоемкой сельскохозяйственной техники на полях, использование которой нередко неоправданно удорожает сельскохозяйственную продукцию, приводит к большим расходам горючего, к снижению плодородия почв вследствие ухудшения их агрофизических свойств (сильного переуплотнения, разрушения структуры, уменьшения биологической активности, ухудшения водно-физических свойств) и в конечном счете — урожайности возделываемых культур. Переуплотнение почв резко уменьшает инфильтрацию и увеличивает поверхностный сток осадков, что усиливает потенциальную опасность эрозии. Вместе с тем противоэрозионная система обработки почв должна основываться на минималь-

ном использовании ручного труда, что связано с демографическими условиями и задачей снижения себестоимости продукции.

На обширной территории нашей страны, характеризующейся чрезвычайным разнообразием почвенно-климатических условий, рельефа и составом выращиваемых культур, противоэрозионная обработка почв как одно из ведущих звеньев системы земледелия должна носить зональный характер. Кроме того, необходимость дифференциации противоэрозионных приемов обработки почв вытекает из весьма пестрого разнообразия природных условий, а также условий работы сельскохозяйственной техники на склонах различной крутизны, длины, формы и экспозиции. Поэтому на разных частях одного склона, на склонах разных типов и экспозиций вследствие разнообразия почвенно-климатических условий, потенциальной опасности эрозии и фактической эродированности почв часто возникает необходимость в использовании различных противоэрозионных приемов обработки почв. Так, один и тот же прием на верхней части склона может быть весьма эффективным, а на нижней — неэффективным, на склонах северной экспозиции — полезным, а южной экспозиции — бесполезным, на односкатных нерасчлененных склонах — необходимым, на сильнорасчлененных ложбинами — ненужным и даже вредным и т. д.

Кроме того, на разных частях одного склона и на склонах разных экспозиций противоэрозионные приемы обработки почв важно проводить в разные периоды, что обусловлено различиями в сроках начала отложения и конца схода снежного покрова, в интенсивности снеготаяния и формирования стока талых вод, во влажности почв, испарении почвенной влаги, фенологических фазах вегетации растений, состоянии посевов и др. Несвоевременное выполнение противоэрозионных приемов обработки почв на различных частях склонов и на склонах разных экспозиций может резко снизить эффективность этих приемов в защите почв от эрозии.

Вместе с тем сроки проведения полевых работ в большой степени могут повлиять на урожайность возделываемых культур и, следовательно, на продуктивность склоновых земель. Так, по данным исследований, опоздание на один день со сроками подъема зяби в сравне-

нии с оптимальными приводит к снижению урожая в среднем на 2,5 %, опоздание на один день со сроками посева — на 1,5 и уборки урожая — на 2 % (И. П. Понамаренко, С. Н. Волков, 1982). Таким образом, своевременное выполнение противоэрозионных приемов обработки важно с точки зрения не только предотвращения склонового стока и смыва почвы, но и получения высоких урожаев в данном году.

В настоящее время мы располагаем большим количеством разнообразных приемов противоэрозионной обработки почв и орудий для их выполнения. Однако многие из них имеют как несомненные достоинства, так и недостатки. Влияние их на уменьшение эрозии и урожайность культур не всегда однозначно и положительно. Поэтому необходимо в каждом конкретном случае всесторонне взвешивать все позитивные и негативные последствия использования того или иного приема противоэрозионной обработки почв в зависимости от места и времени его применения, погодных условий сезона и других многочисленных факторов.

Направление обработки почв на склонах

К числу наиболее доступных и эффективных противоэрозионных мероприятий относится обработка почвы перпендикулярно направлению склонового стока. Использование его не требует дополнительных затрат, однако дает существенный экономический эффект.

В зависимости от режима выпадения осадков, условий рельефа, почвенного покрова, вида выращиваемой культуры и других факторов степень положительного влияния поперечного направления обработки почв на уменьшение стока, эрозии и повышение урожайности сельскохозяйственных культур определяется зональными условиями.

В Алтайском Приобье сток талых вод по вспашке поперек склона равнялся 174 т/га, а вдоль него — 202 т/га. Поперечная обработка почв обеспечивает в этих условиях увеличение урожайности зерновых до 1,5 ц/га.

В результате уменьшения склонового стока такая об-

работка почв повышает эффективность применения минеральных удобрений. Например, в Башкирии в случае внесения 4 ц/га суперфосфата и 2 ц/га аммиачной селитры при продольной обработке склона урожайность озимой пшеницы возросла на 12,9 %, а при поперечной — на 65,4 % (Г. Н. Лысак, 1970).

Обширные наблюдения за влиянием направления обработки на склонах на сток, смыв, влажность почвы и урожайность культур проводились в Молдавской ССР. В колхозе «Вяце-Ноуэ» Страшенского района на склоне 6—7° при ливне, прошедшем в мае, смыв почвы на участке с поперечной обработкой междурядий кукурузы составил 75 $м^3$/га, а на участке с продольной обработкой — 215 $м^3$/га. В этом же колхозе перед ливнем на склоне 5—7° осуществляли боронование почвы вдоль склона. При ливне по следам зубьев бороны образовались струйчатые размывы глубиной 4—6 см. Все поле приобрело гребнистую форму. Объем струйчатых размывов составил 75 $м^3$/га.

В колхозе имени XXI съезда КПСС Новоаненского района Молдавской ССР на участке склона 4—5°, где систематически применяли продольную обработку почвы, запасы гумуса в полуметровом слое эродированного суглинистого чернозема оказались на 33 % меньше, чем на участке с поперечной обработкой. Урожай семян подсолнечника на участке с поперечной обработкой оказался на 3 ц/га выше, чем на участке, где проводили продольную обработку почвы.

Обобщение данных научных исследований показало, что при поперечной вспашке в сравнении с продольной сток талых вод уменьшается в среднем в 2 раза, смыв почвы — в 10 раз, а урожай зерна увеличивается на 36 % (А. М. Бялый, 1964).

В годы с малым стоком талых вод с зяби, поднятой вдоль склона, эффективность поперечной обработки почвы бывает выше, чем в годы с большими значениями слоя стока. Для оценки водозадерживающей способности поперечной обработки почв для второго случая А. Г. Рожковым (1981) были проанализированы результаты наблюдений, проведенных в различных регионах РСФСР, за стоком талых вод в годы, когда сток на контроле (обработка вдоль склона) составлял более 10 мм. Для этого было отобрано 53 учетных года. Как

видно из таблицы 30, даже для случаев, когда сток при продольной обработке почвы превышал 10 мм, поперечная обработка почвы в сравнении с продольной по большинству наблюдений приводила к значительному (в среднем на 8,5 мм) снижению стока, т. е. такая обработка обеспечивала сохранение в среднем 8,5 т воды на каждом гектаре. В отдельные годы было отмечено максимальное уменьшение стока — на 62,2 мм и минимальное — на 0,3 мм. В четырех случаях в результате применения поперечной обработки почв зарегистрировано увеличение стока в сравнении с продольной обработкой.

Случаи увеличения стока и смыва почвы при поперечной обработке склонов описаны рядом ученых. Так, Г. И. Швебс (1981), проанализировав результаты экспериментальных исследований, проведенных на стоковых площадках Института географии АН СССР (Курский стационар), установил, что в 1963 г. смыв почвы при поперечной обработке равнялся 67,4 кг/га, а при продольной — 37,1 кг/га, в 1965 г.— соответственно 268 и 144 кг/га. По данным других авторов, на том же Курском стационаре в 1959 г. смыв почвы на зяби, обработанной вдоль склона, составил 626 кг/га, а поперек него — 1018 кг/га. Подобные примеры описаны для Южного Заволжья, Одесской области и для других регионов страны. На основании таких наблюдений иногда высказываются мнения о нецелесообразности проведения поперечной обработки почв, поскольку она увеличивает сток и смыв почвы. В то же время публикуются все новые и новые данные, свидетельствующие о высокой эффективности поперечной обработки почв. Например, в Таузском районе Азербайджанской ССР в результате замены вспашки вдоль склона поперечной вспашкой смыв почвы сократился с 7,7 до 3,2 т/га (К. С. Рагимов, В. Л. Коробков, 1982). В колхозе имени 50-летия Компартии Украины Станично-Луганского района Ворошиловградской области (В. И. Дмитренок, 1978) при применении контурной обработки почвы на площади 700 га прибавка урожая зерновых составила 0,8 ц/га, а чистый доход повысился при этом на 3,28 руб/га. Многолетние исследования, проведенные зональным Донским НИИСХ в ОПХ «Рассвет» Ростовской области, показали, что поперечная вспашка уменьшает сток в 3,5 раза (с 68 до

ТАБЛИЦА 30. Поверхностный сток воды в зависимости от направления вспашки на склоне

Пункт наблюдений	Число лет наблюдений	Почва	Сток, мм		Снижение (—) или увеличение (+) стока от вспашки поперек склона, мм		
			вспашка поперек склона	вспашка вдоль склона	среднее	минимальное	максимальное
1	2	3	4	5	6	7	8
Валдайская станция, Ленинградская область (Корзун, 1968)	10	Подзолистая супесчаная	13,9	26,7	—12,8	—2,7	—61,2
Совхоз „Павловский" Тульская область (Львович, 1963)	3	То же	33,0	41,8	—8,8	—8,2	—9,4
Звенигородская станция. Московская область (Кузник, 1962)	2	„ „	87,7	99,1	—11,4	+0,1	—16,6
Горьковская опытная сельскохозяйственная станция, Горьковская область (Фатьянов и др., 1975)	4	Светло-серая лесная суглинистая	39,1	49,3	—10,2	—	—
Новосильская агролесомелиоративная станция, Орловская область (Сурмач, 1976)	5	Серая лесная суглинистая	50,9	57,3	—6,4	+16	—21,6
Курская сельскохозяйственная опытная станция, Курская область (Грин и др., 1963, 1970)	7	Чернозем суглинистый	40,0	49,0	—9,0	—3,0	—21,0
Энгельсская опытно-мелиоративная станция, Саратовская область (Кузник, 1962)	2	Темно-каштановая суглинистая	3,0	17,0	—14,0	—8,5	—19,6
Ершовский район, Саратовская область (Кузник, 1962)	4	То же	4,5	18,8	—14,3	—1,3	—29,9

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8
Поволжская агролесомелиоративная станция, Куйбышевская область (Панов, 1972)	4	Чернозем обыкновенный тяжелосуглинистый	18,8	21,8	—3,0	—1,1	—4,1
Поволжская агролесомелиоративная станция, Куйбышевская область (Абдульманов и др., 1975)	3	Чернозем, вспашка на глубину 20—22 см	11,8	16,7	—4,9	—0,3	—8,3
То же	5	То же, вспашка на 28—30 см	7,1	12,7	—5,6	—3,9	—10,0
Опытное хозяйство ВНИАЛМИ, Волгоградская область (Сурмач, 1976)	1	Светло-каштановая	37,9	36,7	+1,2	—	—
Кинель-Черкасский район, Куйбышевская область (Львович, 1963)	2	Чернозем обыкновенный тяжелосуглинистый	1,0	12,0	—11,0	—	—
Зерноградский район, Ростовская область (Сурмач, 1976)	4	Чернозем тяжелосуглинистый	14,9	21,7	—6,8	—5,8	—8,4

18,5 мм), смыв почвы — в 15 раз (с 2,14 до 0,14 м³/га) и повышает урожайность зерновых в среднем на 1,6 ц/га (В. Т. Опастриков, И. П. Демченко, 1979).

Чем же объяснить тот факт, что в зависимости от условий имеет место разная эффективность поперечной обработки почв, а в некоторых случаях такая обработка вообще не дает эффекта или даже приводит к увеличению стока осадков и смыва почвы? В целом наличие на склоне поперечных борозд и гребней должно способствовать задержанию на полях снега, уменьшению промерзания почв, а следовательно, увеличению впитывания воды, сокращению стока талых вод и смыва почвы. В случае выпадения дождей расположенные поперек склона борозды и гребни задерживают сток, а под слоем воды, который образуется в бороздах, увеличивается поглощение почвой выпавших осадков. Все это уменьшает проявление эрозии почвы. Это общая схема. В действительности же эффективность контурной обработки почв определяется весьма многочисленными факторами. Рассмотрим некоторые из них.

В бесснежные зимы, когда к периоду снеготаяния сток талых вод отсутствует, эффективность поперечной обработки почв может не проявляться. Если же в снежные зимы на склонах с поперечной обработкой почв мощность снежного покрова значительно больше, чем на склонах с продольной обработкой, то может возникнуть ситуация, когда на склонах с поперечной обработкой сток будет больше, чем на склонах с продольной обработкой почв, где запасы воды в снеге значительно меньше. Следует также отметить, что эффективность поперечной обработки почв зависит от экспозиции склона.

Так, по наблюдениям, проведенным на Валдае, сток при поперечной обработке почв на склонах южной экспозиции в среднем за десять лет уменьшился на 5,7 мм, а на склоне северной экспозиции — на 20 мм.

Противоэрозионная эффективность поперечной обработки почв неодинакова на разных частях склона. Как видно из таблицы 31, поперечная обработка почвы, проведенная в верхней части склона, уменьшила смыв дерново-подзолистой почвы в среднем за пять лет в 2,3 раза, а в средней части его — в 1,5 раза. При этом в отдельные годы различия в смыве почвы на разных частях

ТАБЛИЦА 31. Смыв дерново-подзолистой почвы в зависимости от направления зяблевой обработки почв на склоне

Направление обработки	Часть склона и степень смытости почв	Количество смытой почвы, м³/га					
		1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.	1971 г.	в среднем за 5 лет
Вдоль склона	Верхняя часть, почвы слабо-среднесмытые	2,62	10,36	1,10	2,3	24,6	8,0
	Средняя часть, почвы средне-сильносмытые	3,37	3,3	1,40	4,3	33,58	9,0
Поперек склона	Верхняя часть, почвы слабо-среднесмытые	1,23	1,15	0,20	0,9	13,1	3,5
	Средняя часть, почвы средне-сильносмытые	2,32	3,3	0,65	2,7	19,9	5,8

склона в случае проведения продольной и поперечной обработок были неодинаковыми (В. В. Жилко, 1976).

На противоэрозионную эффективность поперечной обработки почв влияет форма продольного профиля склона и его крутизна. С увеличением крутизны склонов снижается водовмещающая емкость борозд. Поэтому на склонах более 5—7°, а нередко и более 4—5°, эффективность поперечной обработки почв значительно снижается. Резко уменьшается она и на склонах, иссеченных ложбинами. На таких (гофрированных) склонах поперечная обработка может даже усилить эрозию почвы, поскольку борозды, пересекая ложбины, будут направлять туда сток и тем самым концентрировать его по ложбинам. При этом возникнет опасность образования промоин и даже оврагов.

Эффективность поперечной обработки почв значительно определяется слоем выпадающих осадков и их интенсивностью. При очень малом слое осадков, когда сток со склонов не формируется даже в случае продольной обработки почв, поперечная обработка почв не может быть эффективной. Вместе с тем и при очень большом слое осадков, особенно при ливнях весьма высокой интенсивности, во много раз превышающей водопогло-

тительную способность почв, когда объем поперечных борозд не позволяет задержать выпадающие осадки, трудно ожидать, что поперечные борозды предотвратят смыв почвы. В этом случае, наоборот, на участках с поперечной обработкой почвы сток и смыв могут оказаться больше, чем на склоне с продольной обработкой, поскольку прорыв одной борозды по цепной реакции может вызвать размыв всех нижележащих борозд, особенно на склонах с ложбинами и размоинами.

Противоэрозионная эффективность поперечной обработки во многом обусловлена генетическим типом почв, его механическим составом, степенью эродированности, сезонным состоянием почв и другими факторами, определяющими их водопроницаемость и противоэрозионную устойчивость. Например, при высокой водопроницаемости супесчаных почв даже в случае выпадения дождей со значительным слоем и большой интенсивностью сток со склонов часто не формируется, независимо от того, в каком направлении проводили обработку почв, и эффективность поперечной обработки не проявляется. На суглинистых и глинистых почвах при выпадении ливней эффективность поперечной обработки во многом зависит от водопроницаемости почв, которая, в свою очередь, определяется их оструктуренностью, плотностью и влажностью.

Противоэрозионная эффективность зяби, поднятой поперек склона, в определенной мере обусловливается продолжительностью периода между подъемом зяби и стоком талых вод. Если этот период большой, то ко времени стока талых вод емкость борозд вследствие их заплывания и заиливания, а также разрушения гребней может составлять 60—70 %, а иногда и менее 50 % от первоначальной. Например, нередко после вспашки борозды имеют глубину 18—20 см, а перед стоком талых вод — лишь 10—12 см. Причем на дерново-подзолистых почвах это явление проявляется более отчетливо, чем на черноземах, а на смытых почвах сильнее, чем на несмытых.

Таким образом, противоэрозионная эффективность поперечной обработки почв зависит от многочисленных факторов и главное — от различных вариантов их сочетания. Этим и объясняется пестрота результатов опытов по изучению противоэрозионной эффективности по-

перечной обработки почв. Кроме того, при проведении исследований, на которые ссылаются авторы многих работ, мог быть нарушен принцип равенства прочих условий, который бывает весьма сложно выдержать на склоновых землях.

Несмотря на возможные случаи низкой эффективности контурной обработки почв, в то же время нет оснований для выводов о нецелесообразности ее применения. В целях прогнозирования противоэрозионной эффективности контурной обработки почв для конкретных склонов учитывают их крутизну, длину, форму продольного и поперечного профиля, почвенные и климатические условия, а также другие факторы, влияющие на эффективность такой обработки почв.

Для абсолютно подавляющего большинства случаев контурная обработка почв — весьма эффективное противоэрозионное мероприятие, которое должно получить самое широкое распространение. На основании обобщения данных многочисленных научно-исследовательских институтов страны и опыта хозяйств И. С. Шатилов (1980) пришел к выводу, что вспашка зяби поперек склона задерживает в среднем 150—250 т/га воды и уменьшает смыв почвы до 4 т/га. Представляется, что по этим показателям можно определять эффективность данного приема в целом по стране.

Должным образом подчеркивая важность контурной обработки почв, вместе с тем нельзя переоценивать данный прием и считать, что применение его гарантирует защиту почв от эрозии. Это большая ошибка, которая иногда имеет место. На фоне контурной обработки почв нужно использовать другие многочисленные противоэрозионные мероприятия, в том числе и различные приемы обработки почв, уменьшающие сток воды и эрозию.

Рассматривая вопрос о направлении обработки почв на склонах, необходимо уточнить понятия «поперечная» и «контурная» обработки. И контурное, и поперечное направление обработки почв представляет собой направление, перпендикулярное склоновому стоку. Поэтому термины «поперечная» и «контурная» обработки — синонимы. На односкатных склонах обработку на всем их протяжении осуществляют в одном направлении — по прямым горизонталям, а на склонах с изменяющейся

экспозицией изменяют и направление обработки с тем, чтобы она была перпендикулярной склоновому стоку.

Некоторые делают большую ошибку, считая, что поперечная обработка почв — это обработка поперек основного падения склона. В силу этого $^1/_3$ склона нередко обрабатывают перпендикулярно склоновому стоку, $^1/_3$ — под углом к нему и $^1/_3$ — вдоль склонового стока, что недопустимо.

Говоря о направлении обработки почв, перпендикулярном склоновому стоку, следует сказать о некоторой условности такого определения. Во-первых, если склоны сложные, практически нельзя обеспечить на каждом погонном метре и даже на каждых десяти погонных метрах обработку почвы, строго перпендикулярную направлению стока из-за большой извилистости горизонталей местности. Во-вторых, если на очень выровненных склонах этого и можно достичь, то строго перпендикулярное по отношению к линии стока направление обработки почв весьма опасно, поскольку при выпадении сильных ливней и при интенсивном стоке талых вод борозды будут быстро переполняться водой, которая начнет переливаться через гребни и образовывать лавинный поток по случайным путям обработанной почвы. Поэтому обработку рекомендуется проводить не строго перпендикулярно линии стока, а с небольшим уклоном (0,005—0,01), когда не происходит размыва обработанной почвы (В. С. Федотов, 1980). При этом каждая борозда будет задерживать воду, а в случае накопления ее в избытке — медленно отводить с участка в специальные места для сброса воды в склоновые водоемы.

Иногда линии для контурной обработки почв рекомендуется наносить с таким расчетом, чтобы в начале уклон борозды не превышал 0,2°, а в месте впадения борозд в водотоки — 1,2°. В различных условиях в зависимости от режима снеготаяния и выпадения ливневых осадков (с расчетом на определенную обеспеченность), почвенных условий, крутизны, длины и формы склонов важно проводить расчет отклонения борозд от горизонталей местности, при котором в засушливых и полузасушливых условиях обеспечивается максимальное задержание атмосферных осадков в бороздах и вместе с тем предотвращаются переполнение и прорыв борозд. Водотоки важно засевать многолетними травами. Хорошо

залуженные водотоки выдерживают, не разрушаясь, потоки воды со скоростью до 4—5 м/с.

Отличным примером сочетания контурной обработки почв с системой канав, расположенных через каждые 200—250 м и отводящих воду в склоновые водоемы для дальнейшего ее использования при орошении, служит контурно-мелиоративная система земледелия, разработанная Алтайским НИИ земледелия и селекции сельскохозяйственных культур. Ее успешно применяют в ряде хозяйств Алтайского края. Так, при внедрении этой системы в ОПХ имени В. В. Докучаева отложение снега возросло с 25—30 до 60—90 %, сток сократился с 700 до 120—200 м^3/га, смыв почвы — с 20—40 до 3—6 м^3/га. Капитальные затраты в случае внедрения всех мероприятий системы достигают 150 руб/га и окупаются за два-три года (В. К. Филиппов, 1981).

При работе агрегатов вдоль склонов в сравнении с работой их поперек склонов довольно значительно снижается производительность машин и увеличивается расход нефтепродуктов. Так, на склоне 7—9° в случае продольной вспашки тяговое сопротивление трактора увеличивается на 320—340 %, а при вспашке поперек склона — на 8—10%. В случае вспашки вдоль склона повышаются затраты на обработку, а следовательно, возрастает себестоимость единицы продукции.

При поперечном направлении обеспечивается наиболее высокая эффективность работы машинно-тракторного парка на склонах: уменьшаются затраты мощности, увеличивается производительность, снижаются расход горючего и себестоимость механизированных работ, достигаются наилучшие технико-экономические показатели.

Сравнительное изучение эксплуатационных показателей машинно-тракторных агрегатов при работе вдоль и поперек склона осуществляют главным образом при одинаковой длине гонов. Однако в случае работы поперек склона длина гона часто бывает меньше, чем при работе вдоль склона, что снижает производительность машин. При этом удельный вес холостых проходов зависит от габаритных размеров агрегатов. Для мощных тракторов с прицепными орудиями сокращение длины гонов с 1500 до 600—800 м вызывает увеличение холостых проходов на 10—15 %, а до 300—400 м — на 25—30 %. Для тракторов средней мощности с навесными

орудиями длина рабочих гонов в меньшей степени влияет на относительные размеры холостых проходов. Так, холостые проходы тракторов с навесными машинами при длине гона даже 200—400 м составляют 8—14 %.

Следовательно, в случае движения агрегатов поперек склона на очень коротком гоне выигрыш в производительности машин может отсутствовать, а иногда он даже снижается в сравнении с работой машин на длинном гоне вдоль склона. Однако при выборе направления движения агрегатов ни в коем случае нельзя руководствоваться только соображениями экономичности использования двигателей. В первую очередь необходимо преследовать цель предотвращения эрозии почвы и получения высоких урожаев. Если даже при вспашке на очень коротком гоне поперек склона производительность трактора будет несколько ниже, чем при работе на длинном гоне вдоль склона, то этот проигрыш компенсируется сохранением плодородия почвы и получением дополнительного урожая сельскохозяйственных культур.

Выбор правильного направления обработки почвы относительно просто решается на нерасчлененных склонах, имеющих на большом протяжении одну экспозицию. Сложнее правильно обрабатывать склоны куполообразных холмистых возвышенностей, а также склоны, расчлененные лощинами. При таком рельефе вспашка с прямолинейными длинными гонами поперек склона на значительных участках превращается во вспашку вдоль склона. В этих условиях требуется особенно тщательный учет рельефа с тем, чтобы вспашка проводилась в направлении основной части горизонталей. Для обеспечения правильного направления обработки почв на сложных склонах идут на частичное переземлеустройство территории и создание рабочих участков, каждый из которых обрабатывают по определенной схеме.

Воронежским СХИ (В. Марковский и М. И. Лопырев, 1975) предложено проводить контурно-параллельное проектирование с параллельными сторонами рабочих участков и полей, которое значительно улучшает условия для механизации работ. Направляющую линию обработки устанавливают по наиболее характерным горизонталям. Выделенные направляющие линии обработки показывают на плане, переносят в натуру и закрепляют на местности. Такой метод использовали при землеуст-

ройстве пахотного массива в совхозе «Слава» Лебедянского района Липецкой области на площади 426 га. По старому проекту землеустройства организацию территории этого пахотного массива проводили прямолинейным способом, границы полей (три) и рабочих участков (десять) размещали строго под прямым углом (рис. 7). В результате линии направления обработки почв в некоторых местах пересекали горизонтали под углом 7—8°. При контурно-параллельном варианте проектирования территории северную границу между полями наметили поперек основного направления склона и совместили с водорегулирующей лесной полосы (рис. 8). При новом варианте организации территории пахотного массива обеспечивается защита почв от эрозии и высокопроизводительное использование техники.

Для того чтобы повсеместно внедрить правильное направление обработки почвы на склонах, во всех колхозах и совхозах нужно разработать схемы направления полевых работ на склонах и строго руководствоваться ими. Выбранные направления обработки стрелками наносят на копию землеустроительного плана. Составленную схему утверждает правление колхоза или директор совхоза. Эта схема служит обязательным технологическим документом для бригадиров при проведении всех полевых работ на склонах.

В зависимости от рельефа местности и вида возделываемой культуры на каждом поле важно правильно определить направление всех видов полевых работ (рис. 9).

На практике основное внимание обращают обычно на необходимость применения поперечной вспашки почв на склонах. Повсеместное внедрение этого приема имеет весьма большое значение в борьбе с эрозией почв и способствует повышению урожаев на 5—10 %. На склонах с полосными посевами все полевые работы (вспашку, посев, культивации, боронование, междурядные обработки, уборку урожая и лущение жнивья) необходимо также осуществлять только по контурам.

На пологих склонах, имеющих значительную ширину, культивации, как и вспашку, проводят поперек склона. Лишь предпосевную культивацию под колосовые или зерновые бобовые культуры можно выполнять по диагонали или вдоль склона с последующим посевом этих

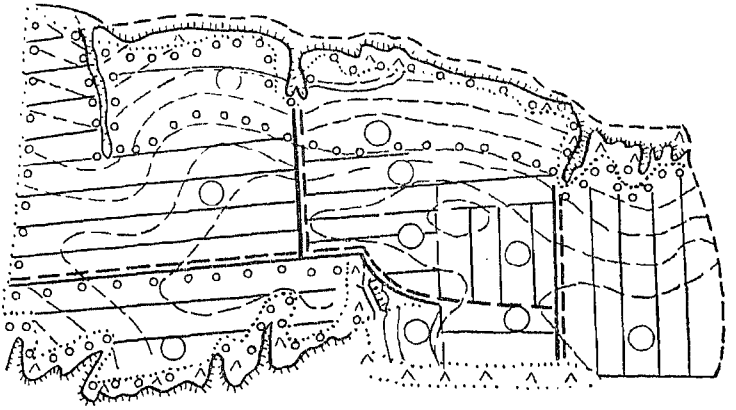


Рис. 7. Организация пахотного массива прямолинейным способом в совхозе «Слава» Лебедянского района Липецкой области

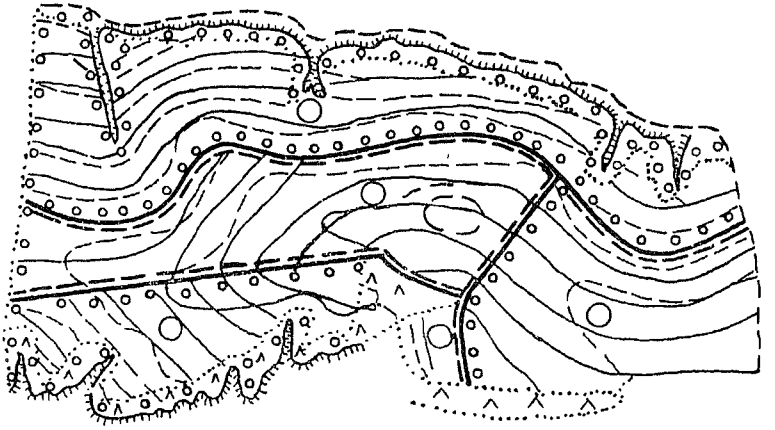


Рис. 8. Параллельно-контурная организация территории пахотного массива в совхозе «Слава» Лебедянского района Липецкой области

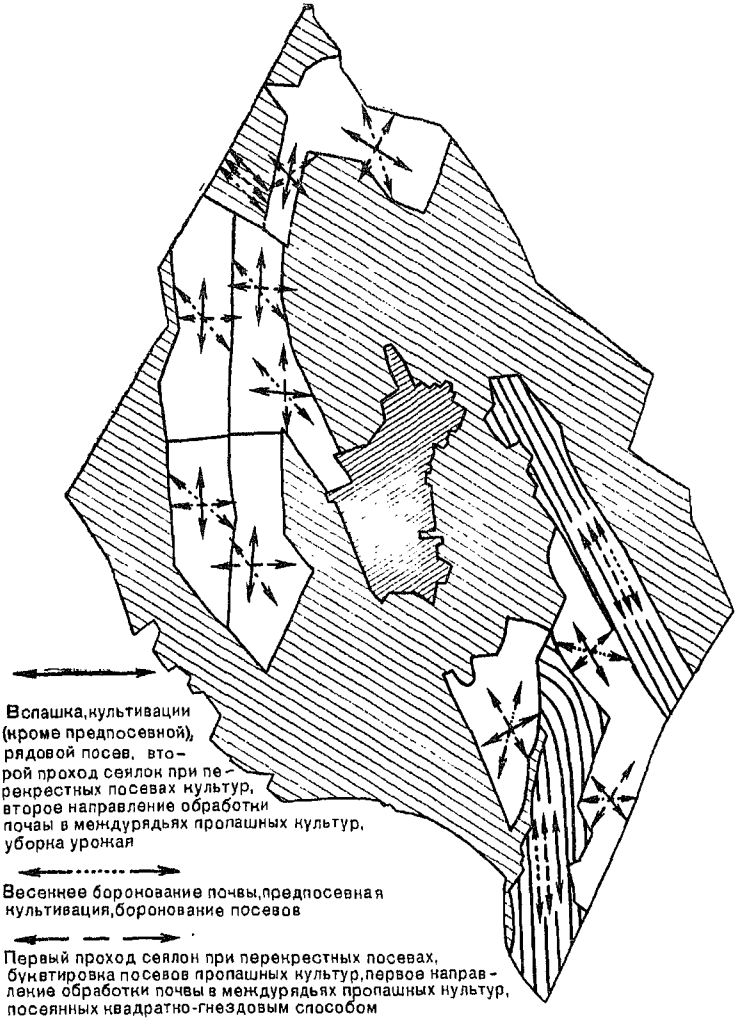


Рис. 9. Схема направления полевых работ на склонах в Молдавской ССР

культур поперек склона. При перекрестных посевах вначале осуществляют посев вдоль склона, а затем — поперек него. Узкорядные посевы боронуют по диагонали, а перекрестные — поперек склона, так же как и лущение жнивья. Квадратно-гнездовой посев пропашных выполняют поперек склона. Первую культивацию проводят вдоль склона, а вторую - - поперек него. Рядовой посев пропашных культур осуществляют обязательно поперек склона.

На основании рабочих схем можно подсчитать длину гонов и в соответствии с этим разработать дифференцированные нормы выработки и расхода горючего.

Применение контурной обработки почв на склонах способствует сокращению поверхностного стока и эрозии, повышению урожайности культур и снижению себестоимости продукции.

Глубокая вспашка и вспашка с почвоуглублением

Увеличение глубины обработки почвы способствует лучшему поглощению выпадающих осадков. Чем глубже обработана почва, тем большее количество влаги она может поглотить за короткое время. Поэтому с увеличением глубины обработки почвы создаются условия для уменьшения поверхностного стока, а с сокращением объема стока, в свою очередь, снижается потенциальная опасность эрозии почвы. Однако противоэрозионная эффективность глубокой вспашки зависит от многочисленных факторов: характера выпадения осадков, формирующих поверхностный сток вод, состояния водопроницаемости и влагоемкости почв в период стока, крутизны склона и др.

В Поволжье глубокая (на 25—30 см) зяблевая вспашка — важнейшее мероприятие, направленное на поглощение талых вод и повышение урожайности культур. Каждый сантиметр припаханного слоя увеличивает поглощение влаги почвой на 1,5—3,5 мм. На черноземах и каштановых почвах Нижнего Поволжья вспашка на глубину 28—30 см обеспечивает почти полное поглощение талых вод в каждые восемь-девять лет из десяти и со-

здает условия для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур (Г. П. Сурмач, 1955).

Эффективна вспашка с почвоуглублением и на дерново-подзолистых почвах. Так, рыхление подпахотного горизонта в совхозе «Логоза» Логойского района Минской области уменьшило смыв почвы в 3 раза и увеличило содержание влаги в слое почвы 0—30 см на 27 мм (В. В. Жилко, 1976).

В районах достаточного увлажнения Западной Сибири глубокая вспашка или вспашка с почвоуглублением на склонах способствует повышению водопоглотительной способности почв, уменьшению засоренности полей многолетними корнеотпрысковыми растениями и, как правило, увеличению урожайности зерновых культур на 2—2,5 ц/га.

В исследованиях Воронежского СХИ применение вспашки с почвоуглублением на склоне 3—5° в среднем за три года (1976—1979) уменьшило сток талых вод с 9,6 до 7,7 мм, увеличило запасы влаги под посевами кукурузы в слое почвы 0—150 см с 339,2 до 361,7 мм, снизило смыв почвы с 0,43 до 0,36 т/га и повысило урожай зеленой массы кукурузы с 212 до 230 ц/га и зерна ячменя — с 33,4 до 36,3 ц/га (М. И. Комаров, Е. И. Бачманов, 1981).

Во ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии (Г. П. Сурмач, А. И. Крупчатников, 1980) обобщены результаты исследований многочисленных институтов Центрально-Черноземной зоны и прилегающих к ней областей, изучавших эффективность глубокой зяблевой вспашки на склонах 2—4,5° (обработку почвы осуществляли плугами ПН-4-35 с отвалами, без отвалов и с почвоуглублением). Экспериментальные данные о стоке и смыве почв на различных агрофонах были сгруппированы отдельно для черноземов и серых лесных почв. Вследствие того, что величина стока значительно зависела от запасов влаги в снеге, наряду с фактическим стоком с помощью коэффициентов вычисляли его величину при одинаковом уровне запасов воды в снеге. Это позволило более объективно оценить эффективность изученных приемов.

Как видно из данных таблицы 32, глубокая вспашка (на 27—30 см) черноземных почв в сравнении со вспашкой на 20—22 см способствовала сокращению стока в

ТАБЛИЦА 32. Противоэрозионная эффективность способов основной обработки почвы (в среднем по данным научных исследований, проведенных в 1955—1976 гг.)

Вариант опыта	Черноземы				Серые лесные почвы			
	величина стока, мм		коэффициент стока	смыв почвы, т/га	величина стока, мм		коэффициент стока	смыв почвы, т/га
	полученная в опытах	приведенная			полученная в опытах	приведенная		
Вспашка на 20—22 см (контроль)	22	23	0,35	3,46	39	39	0,37	—
Вспашка на 27—30 см	14	—	0,22	1,8	27	—	0,32	—
Вспашка на 20—22 см (контроль)	24	31	0,46	2,19	17	17	0,31	1,15
Вспашка на 20—22 см с почвоуглублением на 12—15 см	23	—	0,43	2,97	12	—	0,18	0,35
Вспашка на 20—22 см (контроль)	35	35	0,45	6,2	54	58	0,38	1,42
Безотвальная обработка почвы на 30—35 см	21	—	0,29	1,7	45	—	0,32	1,02

среднем на 8 мм, серых лесных почв — на 12 мм, при этом коэффициент стока на такой зяби в сравнении с зябью, поднятой на глубину 20—22 см, уменьшился соответственно на 0,13 и 0,05, а смыв почвы на черноземах оказался на 1,66 т/га меньше, чем на контроле. Полученный по глубокой зяби урожай зерна яровых колосовых культур в среднем за четыре годоопыта был на 1,5 ц/га меньше, чем на контроле (25,8 ц/га), что явилось следствием выворачивания на поверхность менее плодородного слоя почвы. Вспашка черноземов на 20—22 см с почвоуглублением на 12—15 см в среднем за 11 годоопытов способствовала уменьшению стока на 1 мм, а в случае приведения этого показателя к одинаковым влагозапасам в снеге — на 8 мм. Причем коэффициент стока уменьшился на 0,03. На серых лесных почвах сток, коэффициент стока и смыв почвы в среднем за четыре годоопыта были ниже, чем на контроле, соответственно на 5 мм, 0,13 и 0,8 т/га. Средняя при-

бавка урожая зерна на участках с почвоуглублением на черноземах составила 3,3 ц/га при урожае на контроле 19,5 ц/га, а на серых лесных почвах — 2,2 ц/га (урожай на контроле 15,9 ц/га).

Глубокая (на 30—35 см) безотвальная обработка черноземов обеспечила в среднем за восемь годоопытов сокращение стока в сравнении с контролем на 14 мм, уменьшение коэффициента стока на 0,26 и предотвращение смыва почвы на 4,5 т/га. На серых лесных почвах сток при такой обработке уменьшился в среднем на 9 мм, а в расчете на одинаковые запасы влаги в снеге — на 13 мм, коэффициент стока при этом уменьшился на 0,06, а смыв почвы — на 0,4 т/га. Урожайность зерновых культур при глубокой безотвальной обработке серых лесных почв оказалась на 1,3 ц/га выше (контроль — 15,9 ц/га), а на черноземах в среднем за четыре годоопыта — на 1,9 ц/га ниже, чем на контроле, что, по-видимому, было обусловлено засоренностью посевов. В целом же анализ результатов исследований позволил сделать вывод об эффективности различных способов глубокой обработки почв в Центрально-Черноземной зоне и прилегающих к ней областях.

В Орловской области при почвоуглублении до 35 см наблюдалось уменьшение стока на 24 % и смыва почвы — с 2,9 до 1,1 т/га (В. Н. Дьяков, 1962),

Многолетние наблюдения, проведенные в ОПХ «Рассвет» Донского зонального НИИСХ, показали, что почвоуглубление до 27—30 см способствует увеличению содержания влаги в метровом слое почвы на 20—30 мм (В. Т. Опарников, И. П. Демченко, 1979).

В Московской области смыв почвы по обычной вспашке в среднем за два года составил 11 т/га, а по вспашке с почвоуглублением — 6,2 т/га. При этом прибавка урожая зерна пшеницы достигла 1,8 ц/га при урожае на контроле 20,2 ц/га (Г. А. Черенев, 1966).

В районах достаточного увлажнения Западной Сибири глубокая вспашка или почвоуглубление на склонах способствует повышению водопоглотительной способности почвы, уменьшению засоренности полей многолетними корнеотпрысковыми растениями и, как правило, увеличению урожайности зерновых культур на 2—2,5 ц/га.

Применение на Донецкой противоэрозионной опытной станции вспашки с почвоуглублением до 35 см на

склоне крутизной до 5° и длиной 300 м в сравнении со вспашкой на глубину 20—22 см в среднем за три года (1977—1979) уменьшило зимне-весенний сток с 37,1 до 23,8 мм и смыв почвы с 2,3 до 1,8 т/га. В случае выпадения ливней в 1978 г. по вспашке с почвоуглублением смыв почвы снизился с 21,2 до 12,9 т/га. Урожайность подсолнечника от применения вспашки с почвоуглублением возросла с 18,4 до 20 ц/га, озимой пшеницы — с 36,1 до 38,1 ц/га, а рентабельность возделывания этих культур увеличилась со 160 до 171 % (А. Я. Бука, А. П. Коваленко, 1980).

Во ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии была предпринята попытка обобщения данных об эффективности глубоких обработок почв по зонам страны (Н. И. Картамышев, И. Т. Бардунова, 1979). Результаты этого обобщения приведены в таблице 33. Установлено что положительный эффект от использования глубоких обработок возрастает по мере ухудшения почвенных и особенно климатических условий, когда бывает весьма необходимо повышение инфильтрационной способности почв за счет глубокого рыхления. Механизм стокорегулирующего влияния глубоких обработок в сравнении с обычными объясняют тем, что такие обработки способствуют значительно более быстрому просачиванию осенних осадков в почву. В случае проведения глубоких обработок макропоры пахотного слоя почвы в предзимний период бывают меньше заполнены водой, чем в зоне плужной подошвы и ниже ее. При неглубокой вспашке макропоры в зоне плужной подошвы, заполненные водой, значительно быстрее замерзают и практически предотвращают дальнейшее продвижение гравитационной влаги вниз и даже вызывает обратное движение по капиллярам навстречу фронту промерзания. В результате в пахотном слое наблюдается накопление льда и уменьшение фильтрационной способности почвы. При глубокой вспашке, особенно в районах с постепенным понижением температуры, промерзание почвы протекает медленнее и значительно позже достигает глубины хорошо обводненного слоя. В силу этого гравитационная влага успевает опуститься в нижние горизонты, вследствие чего взрыхленный слой и даже почва в зоне плужной подошвы значительно обезвоживаются, и процессы накопления льда в пахотном слое почвы при глубоких

ТАБЛИЦА 33. Влияние глубокой обработки почвы на сток талых вод, смыв почвы и урожайность сельскохозяйственных культур

Зона, экономический район	Почвы	Склон		Изменение в сравнении с контролем			Культура
		экспозиция	крутизна, °	стока, мм	смыва почвы, т/га	урожайности культур, ц/га	
Украина	Чернозем:						
	обыкновенный	З	6	—	—	+4,1	Ячмень
	слабосмытый	З	6	—	—	+2,8	„
	среднесмытый	З	6	—	—	+6,0	Кукуруза на зеленый корм
	„	З	6	—	—	+0,8	Озимый ячмень
	„	З	6	—	—	+2,5	Ячмень
ЦЧЗ	обыкновенный	Ю-в	3	—22,6	—7,7	+4,8	Вико-овсяная смесь
Центральный район	Серые лесные	С-в	2—3	—22,6	—7,6	+4,8	То же
Волго-Вятский район	То же		5	—23,1	—5,85	+1,2—2,4	Яровые
Поволжье	Чернозем обыкновенный	В	0,5—4,5	—	—	+1,5	Овес
	То же	Ю-в	2,5	—5,3	—2,22	+0,4	Овес и пшеница
	„ „	Ю-в	2	—24,4	+0,48	+2,3	Рожь
Восточная Сибирь	Чернозем выщелоченный	С-з	4	—	—25,0	+1,8	Яровая пшеница

обработках протекают менее интенсивно. В результате такие почвы сохраняют более высокую инфильтрационную способность. Поэтому сток талых вод на глубоко вспаханных полях практически всегда на 0,8—0,4 мм на 1 см углубления вспашки меньше, чем в случае неглубокой или поверхностной их обработки. Причем наиболее эффективна с точки зрения общего сокращения стока глубина обработки до 35 см (Г. П. Сурмач, 1976).

А. Г. Рожковым (1981) обобщены результаты 18 годоопытов, в которых сравнивали эффективность обычной отвальной вспашки на глубину 20—22 см и глубокой (на 27—30 см) отвальной вспашки, а также результаты 23 годоопытов, где определяли сравнительную эффективность отвальной вспашки на 20—22 см и отвальной вспашки на такую же глубину с почвоуглублением до 27—30 см. Исследования проводили в Воронежской, Куйбышевской, Волгоградской, Орловской, Курской, Горьковской областях РСФСР, в Украинской, Молдавской и Литовской ССР. Анализ экспериментальных данных показал, что средняя величина сокращения стока от применения глубокой вспашки составила 5 мм в сравнении со стоком при вспашке на глубину 20—22 см. При этом в семи случаях сток снижался менее чем на 5 мм, в трех — на 5—10, в трех — на 10—15 и в одном случае— на 30,3 мм. В четырех случаях сток при глубокой вспашке был на 1—4 мм больше, чем при обычной вспашке поперек склона. При использовании вспашки с почвоуглублением сток уменьшался в среднем на 9,4 мм в сравнении со стоком при вспашке на глубину 20—22 см поперек склона. И в этом случае были отмечены весьма высокие колебания в эффективности данного приема в разные годы и в различных регионах страны. Например, в исследованиях, проведенных в Курской области, под влиянием углубления серых лесных почв сток в 1964 г. сократился на 48,4 мм, а в 1965 г.— лишь на 0,8 мм. В этой же области сток от применения углубления черноземов в 1970 г. уменьшился на 47 мм, а в 1971 г., наоборот, возрос на 8 мм.

Причины различной эффективности глубокой вспашки и вспашки с почвоуглублением, несомненно, связаны с различиями в условиях снегоотложения, снеготаяния, промерзания почв, формирования на поверхности ледяной корки и т. д. Эти же факторы определяют влияние

глубоких обработок на изменение запасов влаги в почве и урожайность культур.

Как показали наши исследования, проведенные в Молдавии в условиях ливневой эрозии, глубокая отвальная вспашка и вспашка с почвоуглублением не влияли положительно на накопление почвенной влаги и повышение урожайности возделываемых культур, что подтверждено многочисленными опытами. Так, в 1955—1957 гг. эффективность глубокой вспашки и вспашки с почвоуглублением изучали в совхозе «Сарата-Нова» Леовского района на склоне 9—10° с карбонатным черноземом

ТАБЛИЦА 34. Содержание влаги в почве по вариантам вспашки, % (совхоз „Сарата-Нова" Леовского района Молдавской ССР)

Культура	Дата наблюдений	Отвальная вспашка на 22 см		Отвальная вспашка на 22 см + почвоуглубление до 35—40 см		Отвальная вспашка на 35 см	
		0—50 см	0—100 см	0—50 см	0—100 см	0—50 см	0—100 см
Кукуруза	22.04.55	20,9	19,2	20,5	19,9	31,3	19,1
	15.05.55	18,9	17,6	16,8	15,9	18,2	17,3
	25.05.55	20,7	19,0	20,6	17,7	21,5	19,3
	21.06.55	18,7	17,6	17,9	17,0	18,2	16,9
	22.08.55	13,4	12,9	12,5	12,0	13,0	12,8
	27.09.55	11,7	11,0	11,1	11,0	11,3	10,3
	Среднее	17,4	16,2	16,6	15,7	17,2	16,0
Озимая пшеница	14.04.56	19,5	17,5	21,0	19,1	19,3	17,3
	15.05.56	18,2	16,5	19,0	17,4	16,4	15,0
	15.06.56	13,0	12,4	13,1	12,5	9,0	8,9
	11.07.56	11,0	10,7	10,5	10,3	12,4	12,1
	Среднее	15,4	14,3	15,9	14,8	13,9	12,9
Кукуруза	12.04.57	16,0	14,7	16,4	15,1	17,9	17,2
	15.05.57	15,9	14,4	16,6	15,4	15,8	14,6
	12.06.57	13,2	12,5	13,9	13,4	15,0	13,9
	15.07.57	8,4	8,3	9,6	9,2	9,6	8,9
	15.08.57	9,0	8,8	9,8	9,6	9,5	9,0
	Среднее	12,5	11,7	13,3	12,5	13,6	12,9
	Среднее по всем наблюдениям	15,1	14,1	15,4	14,2	14,9	13,9

суглинистого механического состава. Как видно из таблицы 34, влажность почвы во всех вариантах опыта в течение трех лет практически была одинаковой. Данные об урожайности различных культур также не показали достоверных различий по вариантам обработки почвы (табл. 35).

ТАБЛИЦА 35. Урожайность культур при различных вариантах обработки почв на склоне, ц/га (совхоз „Сарата-Нова" Леовского района Молдавской ССР)

Год	Культура	Отвальная вспашка на 20—22 см		Отвальная вспашка на 20—22 см + почвоуглубление до 35—40 см		Отвальная вспашка на 35—40 см	
		общая масса	зерно	общая масса	зерно	общая масса	зерно
1955	Кукуруза	97,4	29,6	94,6	26,9	95,3	30,4
1956	Озимая пшеница	39,0	14,2	38,8	14,6	38,4	13,8
1957	Кукуруза	50,0	20,8	41,3	17,9	48,0	17,8

В исследованиях, которые проводили в колхозе «Бируинца» Страшенского района, сравнивали три варианта отвального рыхления почвы: на глубину 8; 25 и 35 см. Опыты проводили на склоне 9°. В случае выпадения ливней сток с увеличением глубины обработки с 25 до 35 см не изменялся и только несколько возрастал при обработке на глубину 8 см. Смыв почвы с увеличением глубины обработки явно снижался (табл. 36). Изучение влажности почвы не выявило преимуществ глубоких обработок даже в сравнении с обработкой на глубину 8 см. При обработке почвы на глубину 8 см по сравнению с вариантами со вспашкой на 25 и 35 см запасы влаги в почве несколько возрастали (табл. 36), особенно в засушливые периоды.

Установлено, что в засушливых районах, где эрозия вызывается главным образом ливневыми осадками и весенний период бывает засушливым, глубокая отвальная обработка почвы может привести к увеличению потери влаги на физическое испарение при весьма низкой относительной влажности воздуха. В случае выпадения лив-

ТАБЛИЦА 36. Влияние глубины обработки почвы на сток и смыв (стоковые площадки 25×4=100 м²; колхоз „Бирунница" Страшенского района Молдавской ССР, 1963)

Глубина обработки почвы, см	Сток осадков при выпадении ливня				Сток осадков за два ливня, л	Смыв почвы при выпадении ливня, кг		Смыв почвы за два ливня, кг
	23.06 (23 мм)		16.07 (23,3 мм)					
	л	коэффициент стока	л	коэффициент стока		23.06	16.07	
8	485	0,37	656	0,29	1141	10,2	46,2	56,4
25	333	0,27	715	0,31	1048	11,9	40,6	52,5
35	337	0,26	714	0,31	1051	8,3	36,0	44,3

ТАБЛИЦА 37. Запас влаги в почве при различной глубине обработки (колхоз „Бирунница" Страшенского района Молдавской ССР, 1963)

Глубина обработки почвы, см	Слой почвы, см	Запас влаги в почве, мм								Средний запас влаги в почве за девять наблюдений, мм
		28.05	10.06	20.06	3.07	11.07	20.07	6.08	6.09	6.10	
8	0—50	113	153	111	120	120	135	99	102	117	119
	0—100	254	326	246	269	265	291	233	231	264	264
25	0—50	108	129	116	113	128	139	107	110	113	118
	0—100	243	278	257	248	277	296	244	246	252	260
35	0—50	106	133	106	114	117	135	104	110	111	115
	0—100	242	287	235	251	250	291	239	246	250	254

ней достаточная водопоглотительная способность почвы обеспечивалась и при неглубокой ее обработке, хотя без использования дополнительных противоэрозионных приемов в варианте с обработкой почвы на глубину 8 см было отмечено увеличение стока и смыва. Как будет показано ниже, в случае применения дополнитель-

ных противоэрозионных мер при неглубоких обработках удается предотвратить сток и смыв почвы.

При решении вопроса о необходимости применения глубокой вспашки или вспашки с почвоуглублением в первую очередь учитывают потребность культур в глубокой обработке почв. Так, если для сахарной свеклы такая обработка необходима, то для зерновых она может быть не только малополезной, но и вовсе ненужной. Кроме этого, для того чтобы решить вопрос о необходимости проведения глубокой вспашки или вспашки с почвоуглублением в конкретных условиях, важно принимать во внимание другие факторы, которые могут повлиять на эффективность данного приема. Причем необходимо иметь в виду, что увеличение глубины вспашки ведет к дополнительному расходу нефтепродуктов, увеличению стоимости проведения работ (углубление вспашки на 10 см обусловливает повышение затрат примерно на 1 руб/га), снижению производительности тракторных агрегатов и тем самым вызывает иногда неоправданное затягивание сроков выполнения работ по основной обработке почв.

На почвах с маломощным гумусовым слоем, а также со средней и тем более с сильной степенью смытости вместо глубокой вспашки проводят почвоуглубление. При этом глубину вспашки с оборотом пласта устанавливают с учетом сохранившейся части гумусового слоя. Известно много примеров, свидетельствующих о снижении урожайности культур в случае применения отвальной вспашки на глубину, значительно превышающую мощность гумусового слоя.

Выявлена эффективность применения вспашки плугами с вырезными отвалами, например в Нечерноземье (Ю. А. Никитин, 1982) и в Центрально-Черноземной зоне. Так, на темно-серых лесных почвах и черноземах Курской области при отвальной обработке почвы плугами с вырезными отвалами прибавка урожая зерна в сравнении с обычной вспашкой на глубину 20—22 см в среднем за два года составила на серых лесных почвах 1 ц/га и на черноземах — 3,2 ц/га (Г. П. Сурмач, А. И. Крупчатников, 1980).

Углубление вспашки выполняют почвоуглубителями. Корпуса с почвоуглубителями являются дополнительным оборудованием к навесному четырехкорпусному плугу

«Пахарь» и к пятикорпусному прицепному плугу «Труженик-У». Ширина захвата плуга «Пахарь»» — 1,4 м, глубина вспашки с оборотом пласта — 27 см. Глубину рыхления за счет почвоуглубителей можно увеличить до 15 см, а общую глубину обработки — до 42 см. Плуг агрегатируется с тракторами класса 3 тс. Ширина захвата плуга «Труженик-У» — 1,7 м, глубина вспашки с оборотом пласта — до 30 см. Глубина рыхления за счет почвоуглубителей возрастает до 15 см, а общая глубина обработки — до 45 см. Четырехкорпусные плуги агрегатируются с тракторами класса 3 тс, а пятикорпусные — 3—6 тс.

В НИИСХ Центрально-Черноземной полосы имени В. В. Докучаева разработана ступенчатая вспашка. Ее проводят четырехкорпусным плугом, причем два корпуса — второй и четвертый — пашут на обычную глубину, а два других — первый и третий — на 12—15 см глубже. В результате дно борозды получается ступенчатым, что затрудняет сток воды по дну борозды. Как показали данные исследований, при такой вспашке увеличиваются запасы влаги в почве, уменьшается смыв ее и повышается урожайность культур. Например, в одном из опытов в результате применения такой вспашки содержание влаги в метровом слое почвы возросло на 9 %, смыв почвы уменьшился на 14 т/га, а урожайность зерновых повысилась на 1,2 ц/га (П. С. Трегубов, 1968).

В конце 70-х годов Армянским НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства был разработан новый способ противоэрозионной ступенчатой вспашки, при котором создается возможность оборачивать пласт вверх по склону с получением ступенчатого дна борозды.

По обобщенным данным научно-исследовательских институтов страны, в случае применения ступенчатой вспашки задерживается в среднем 100—120 $м^3$/га воды, уменьшается смыв почвы на 5,8 $м^3$/га и увеличивается урожайность зерновых на 2,4 ц/га (И. С. Шатилов, 1980).

В настоящее время во многих научно-исследовательских институтах, колхозах и совхозах совершенствуются конструкции плугов, использование которых будет способствовать уменьшению эрозии почвы. Так, в колхозе «Червоный Жовтень» Купянского района Харьковской области разработан способ противоэрозионной вспашки, суть которого заключается в том, что обработку почвы

проводят в данном случае с оборотом пласта только на 100—120°, при этом стерня образует своеобразную щель, проходящую от дна борозды до поверхности с небольшим выступом. При такой вспашке талые воды и ливневые осадки свободно проникают в почву. Для проведения ее в хозяйстве сконструированы плуги различных модификаций. Этими орудиями в 1977 г. в колхозе вспахали 250 га, а в 1978 г.— 400 га зяби (П. И. Сирый, В. А. Федоров, 1979).

В исследованиях Воронежского СХИ доказана высокая эффективность применения различных вариантов комбинированной отвально-безотвальной вспашки плугами. Корпуса с отвалами при такой вспашке образуют гребни высотой 16—18 см, а безотвальные корпуса рыхлят почву, оставляя на ее поверхности стерню. В одном из исследований применение такой вспашки на склоне 2,5—3° обеспечило дополнительное накопление 16—18 мм влаги и уменьшение смыва почвы в 6 раз. При этом урожайность ячменя повысилась на 2 ц/га, проса — на 3 и озимой ржи на зеленую массу — на 34 ц/га (М. И. Комаров, 1964). Использование комбинированной отвально-безотвальной вспашки в исследованиях НИИСХ Центрально-Черноземной полосы имени В. В. Докучаева снизило коэффициент стока с 0,56 до 0,25 и обеспечило получение прибавки урожая зерна ячменя в среднем за три года на 1,7 ц/га при урожае его на контроле 20,9 ц/га (О. Г. Котлярова, 1970).

Разработан также способ вспашки, включающий подрезание и оборот пласта (И. Я. Ремезюк, 1978). Он характеризуется тем, что с целью создания рыхлого слоя почвы при сохранении стерни на поверхности поля подрезаемый пласт делится по горизонтали на две неровные части, причем нижняя, бóльшая, часть пласта оборачивается в открытую борозду и укладывается на срезанную верхнюю часть его стерней вверх.

Заканчивая рассмотрение вопросов, связанных с применением глубокой вспашки и вспашки с почвоуглублением на склонах, можно сделать вывод, что противоэрозионная эффективность такой обработки почвы в районах проявления эрозии от стока талых вод во многом определяется состоянием увлажнения промерзшей почвы и запасом воды в снежном покрове. В случае сильного переувлажнения почвы в осенний период, а также в пе-

риод зимних оттепелей и последующего ее промерзания эффективность глубокой вспашки резко снижается. В условиях слабоувлажненной почвы мощный рыхлый пахотный слой способен поглотить весьма большой объем талых вод. При отсутствии значительного снежного покрова эффективность глубокой вспашки не может проявиться. Следовательно, применение глубокой вспашки для защиты почв от эрозии, обусловленной стоком талых вод, должно основываться на данных многолетних наблюдений за мощностью снежного покрова и режимом снеготаяния, влажностью почв в осенний и зимний периоды, промерзанием и оттаиванием почв, влиянием глубины вспашки на сток талых вод, смыв почвы и урожайность сельскохозяйственных культур.

Противоэрозионная эффективность глубокой вспашки в районах проявления эрозии от стока ливневых осадков зависит, с одной стороны, от слоя и интенсивности ливней и с другой — от механического состава, объемной массы и влажности почв, то есть от факторов, определяющих их водопроницаемость и влагоемкость. В засушливых условиях увеличение глубины взрыхленного слоя почвы в весенний и летний периоды при малой относительной влажности воздуха приводит нередко к увеличению потери влаги на физическое испарение. В результате на участках с глубокой отвальной вспашкой часто наблюдается сильное иссушение почвы и заметно снижается урожайность культур.

Ниже будут рассмотрены прогрессивные приемы основной обработки почв на основе безотвальной их обработки с широким применением плоскорезных орудий, а также чизелей с вертикально-наклонными рабочими органами, расположенными под углом, близким к 45°, которые обеспечивают качественное рыхление обрабатываемого слоя почвы. Будет показана и высокая эффективность неглубокой и «нулевой» обработки почв в сочетании с различными приемами, направленными на задержание стока и смыва почвы. Однако отвальная зяблевая вспашка в определенных условиях и под определенные культуры еще долгие годы будет применяться, поэтому она должна обеспечивать защиту почв от эрозии.

Дополнительные приемы сокращения стока и смыва почвы на отвальной зяби и парах

Как было показано выше, контурная обработка почв не всегда может задержать сток талых и ливневых вод и предотвратить эрозию. В определенных условиях недостаточно эффективными оказываются также контурная глубокая вспашка и вспашка с почвоуглублением, причем проведение их обусловливает высокие дополнительные энергетические затраты и, кроме того, такие обработки не всегда необходимы для посева зерновых злаковых, зерновых бобовых и ряда других культур. Например, на Черниговской областной сельскохозяйственной станции на легких по механическому составу почвах не выявлены преимущества глубокой вспашки в сравнении с обычной обработкой ни под одну культуру (Н. Н. Любницкий, А. А. Банун, 1980). Иногда глубокая отвальная вспашка в засушливых условиях способствует увеличению потерь почвенной влаги на испарение. В связи с этим при вспашке для уменьшения стока талых и ливневых осадков, а также для предотвращения эрозии на склонах используют дополнительные приемы противоэрозионной обработки почв, образующие валики, борозды, прерывистые борозды, лунки и другие наноформы противоэрозионного рельефа, а также проводят щелевание почвы, кротование, глубокое полосное рыхление и другие мероприятия, направленные на перехват склонового стока и предотвращение эрозии. Во многих районах страны мощность снежного покрова на склонах к началу снеготаяния достигает 10—20 см. При средней плотности снега 0,2 г/см^3 на каждом гектаре в этом случае в нем накапливается 200—400 м^3 воды. Если почва ушла в зиму в состоянии слабого насыщения влагой, встает задача в максимальной степени задержать сток талых вод, а также дождевые осадки на склонах. Проведение мероприятий, направленных на максимальное задержание атмосферных осадков и предотвращение эрозии на склонах, для многих районов страны является

важнейшим условием получения высоких устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

Прежде всего рассмотрим вопрос о содержании пара и зяби при летней или раннеосенней вспашке почвы на склонах. После их подъема до наступления заморозков во многих районах страны проходит два—четыре месяца. За это время выпадают дожди, в результате чего прорастают сорные растения. После дождей поверхностный, пятисантиметровый слой почвы иногда сильно уплотняется и часто покрывается коркой. Все это приводит к снижению водопоглотительной способности почвы и способствует усилению стока и смыва. Поэтому на парах и ранней зяби необходимо проводить культивации, которые целесообразно дополнять специальными приемами, задерживающими сток и смыв. Однако в засушливых условиях летнего или раннеосеннего периода требуется выбрать такие противоэрозионные обработки, которые бы не вызывали дополнительного иссушения почвы.

Как известно, в засушливых районах страны с этой целью широко применяют боронование пара и зяби. Накоплено много данных, свидетельствующих о достаточно высокой эффективности этого приема. Однако перенесение его на склоновые земли может иметь весьма неблагоприятные последствия. Так, в Донбассе применение выровненной зяби в сравнении с гребнистой пашней в равнинных условиях рельефа увеличило содержание влаги в почве на 26 мм, однако использование этого приема на склоновых землях усилило сток. В результате боронование зяби привело здесь к уменьшению запасов влаги в почве на 33 мм (Н. К. Шикула, 1968). В одном из наблюдений, проведенных в Волгоградской области, суммарная величина стока с боронованной зяби составила 69,3 мм, а с гребнистой — 37,9 мм (Г. П. Сурмач, А. Т. Барабанов, 1966). На Сумской сельскохозяйственной опытной станции смыв почвы по боронованной зяби равнялся 15,8 м^3/га, а по обычной — 2,8 м^3/га (А. С. Скородумов, 1970). В Ростовской области выравнивание зяби на склоне обусловило увеличение стока талых вод в 3 раза и смыва почвы в 5 раз. При этом урожайность зерновых на выровненной зяби в среднем за три года составила 18,2 ц/га, а на гребнистой — 20,5 ц/га (Ф. А. Мироненко, Е. В. Грызлов, 1970.) Поэтому боро-

нование зяби на склонах в летний и ранневесенний периоды может привести к увеличению стока и смыва почвы. Тем более нельзя оставлять боронованную зябь под зиму. В весенний период здесь резко возрастают сток и смыв почвы.

Вместе с тем создание в летний период на пару, а также на участках с полупаровой обработкой почвы, размещенных на склонах, водозадерживающих борозд, валиков, лунок и других противоэрозионных наноформ рельефа хотя и уменьшает сток осадков и смыв почвы, но не всегда ведет к накоплению влаги в почве. В Оргеевском районе Молдавской ССР на склоне 6—8° с суглинистым слабосмытым черноземом проводили наблюдения за стоком и смывом почвы на площадках с лункованием и без лункования пара. При этом на 1 га размещали 15—17 тыс. лунок общей емкостью 300—350 м³. На участках без лункования за три года наблюдений сток формировался 12 раз и составил 23,8 мм, а при лунковании он был зарегистрирован только 3 раза с общим слоем 4,5 мм. Суммарный смыв почвы равнялся соответственно 41 и 1,8 т/га (табл. 38). Эффективность лункова-

ТАБЛИЦА 38. Сток и смыв почвы без лункования и с лункованием пара

Год	Дата выпадения осадков	Слой осадков, мм	Без лункования		С лункованием	
			сток, мм	смыв, т/га	сток, мм	смыв, т/га
1963	23.06	13,0	3,2	2,8	0,6	0,2
	16.07	23,3	6,6	9,3	3,6	1,4
1964	20.06	22,5	1,6	5,9	0,3	0,2
	16—17.07	21,5	0,9	0,6	—	—
	19.07	12,8	1,5	2,1	—	—
	10.08	20,0	1,8	5,2	—	—
	22—23.09	61,4	0,7	0,8	—	—
1966	3.07	11,4	0,9	1,0	—	—
	25.07	5,1	0,4	0,1	—	—
	26.07	6,7	0,2	0,1	—	—
	6.08	20,3	2,9	11,2	—	—
	18.09	18,1	3,1	1,9	—	—
Всего за три года			23,8	41,0	4,5	1,8

ния пара в предотвращении стока и смыва почвы бесспорна, однако задержание осадков не привело к накоплению влаги в почве на участках с лункованием. Все задержанные осадки были израсходованы вследствие повышенного испарения влаги с увеличенной поверхности поля в результате лункования пара. Урожай зерна кукурузы на участке без лункования в среднем за три года составил 64,6 ц/га, а с лункованием — 66,1 ц/га. Очевидно, некоторое повышение урожая в последнем случае обусловлено предотвращением эрозии. Однако, по-видимому, эффект был бы выше, если бы вместо лункования проводили щелевание почвы, которое бы предотвратило либо значительно уменьшило иссушение почвы в летний период.

Как один из приемов предотвращения эрозии от ливневых осадков на парах, ранней зяби, а также при весенней обработке полей, предназначенных под посев кукурузы, в Молдавии изучали эффективность **глубокого полосного рыхления почвы.** Все опытные участки размещали таким образом, что на одной части поля применяли глубокое полосное рыхление, а на другой — не применяли его (контроль). Рыхление осуществляли тремя методами: проходом ВУМ-60 с основным долотообразным и двумя боковыми рыхлителями, проходом ВУМ-60 со скобой без боковых рыхлителей, а также двукратным проходом ПУН-1,6. Во всех хозяйствах, где изучали эффективность этого приема на склонах 4—8°, расстояние между взрыхленными полосами равнялось 10 м. По оси полос глубина рыхления составляла везде 50—60 см. По поверхности поля ширина взрыхленных полос от однократного прохода ВУМ-60 равнялась 1,2—1,4 м, а от двукратного ПУН-1,6 — около 3,5 м. О высокой водопоглотительной способности взрыхленных полос почвы свидетельствует наблюдение, проведенное в колхозе имени Кирова Котовского района. Здесь 13 июня на взрыхленной полосе и на контроле отобрали образцы для определения влажности почвы. 14 июня здесь выпал ливень со слоем осадков за 55 мин 46 мм. Через день, 16 июня, на тех же площадках, где отбирали образцы 13 июня, повторно взяли образцы для определения содержания влаги в почве. Как видно из данных таблицы 39, за период между двумя наблюдениями запас влаги в почве на взрыхленных полосах возрос в 2 раза

ТАБЛИЦА 39. Изменение запасов почвенной влаги после выпадения ливня на участке с глубоким полосным рыхлением в слое почвы 0—100 см

Место отбора образцов	Запас влаги в почве 13.06, мм	Запас влаги в почве 16.06, мм	Увеличение запаса влаги, мм
Контроль	280	301	21
Весеннее глубокое полосное рыхление почвы	272	316	44

больше, чем на участках поля, где рыхление не проводили.

Однако следует отметить, что несмотря на то что взрыхленные полосы хорошо поглощали выпадавшие осадки, а при интенсивных ливнях перехватывали сток с межполосных участков, в засушливые периоды на взрыхленных полосах наблюдалась большая потеря влаги на испарение. На участках с полосным рыхлением смыв почвы оказался в 1,5—2,5 раза меньше, чем на контроле, без полосного рыхления (табл. 40).

ТАБЛИЦА 40. Проявление эрозии при выпадении ливневых осадков на посевах кукурузы с глубоким весенним полосным рыхлением почвы

Хозяйство	Дата наблюдений	Слой осадков, мм	Смыв почвы, $м^3$/га	
			участок без полосного рыхления (контроль)	участок с глубоким полосным рыхлением
Колхоз имени XXI съезда КПСС	24.06.56	Не учтено	71	29
	18.06.58	8,24	16	7
Колхоз имени Котовского	6.06.59	30,7	5	2
Совхоз „Леовский"	8.07.59	19,0	35	38
	13.07.60	45,9	42	27

Учет урожая проводили на взрыхленных полосах, между полосами и на контроле. Из десяти годоопытов в девяти на участках с полосным рыхлением почвы урожай оказался выше, чем на контроле. Прибавка урожая зерна кукурузы колебалась в пределах 4—16 %.

Весьма высокая эффективность применения глубокого полосного рыхления подтверждена производственными опытами, проведенными в Шемахинском районе Азербайджанской ССР на склонах 8—12°. Весеннее рыхление почвы осуществляли здесь полосами шириной 2,8 м, расположенными через каждые 10—15 м, на глубину 35 см. На склоне 8° смыв почвы в случае использования этого приема снизился с 103,5 до 23,2 т/га, а на склоне 10° — со 142,5 до 42,7 т/га. Влажность почвы в случае проведения глубокого весеннего полосного рыхления возросла на 3,5—5,8%. Прибавки урожая от использования этого приема составили: початков кукурузы — 11,2 ц/га (урожай на контроле — 41,2 ц/га), зеленой массы кукурузы — 35 (урожай на контроле — 97,4) и зерна пшеницы — 2,3 ц/га (урожай на контроле — 17,5 ц/га). Чистый доход при этом колебался в пределах 16—19 руб/га (К. С. Рагимов, В. Л. Коробов, 1982).

Таким образом, глубокое весеннее полосное рыхление почвы улучшает поглощение ливневых осадков, уменьшает проявление эрозии и способствует повышению урожайности возделываемых культур. Этот прием важно применять минимум за 15—20 дней до проведения сева. Высокую эффективность весеннего или летнего глубокого полосного рыхления на парах и ранней зяби можно ожидать в годы с выпадением большого количества ливневых осадков. В засушливые летние периоды глубокое рыхление почвы может усилить почвенную засуху. В связи с этим менее рискованно, по-видимому, использовать этот прием на склонах северной экспозиции.

Особую важность представляет использование специальных приемов противоэрозионной обработки почв, направленных на предотвращение стока талых вод и весеннего смыва почвы. В районах с достаточным увлажнением различные варианты валкования, бороздования, лункования почвы можно применять на парах и при подъеме ранней зяби. В районах, где существует опасность дополнительного иссушения почвы в результате увеличения поверхности поля от создания различных наноформ рельефа, такие приемы целесообразно использовать поздней осенью на уже поднятой зяби (или на поднятых парах) или одновременно с позднеосенней вспашкой почвы.

На односкатных склонах высокий противоэрозионный эффект дает вспашка с одновременным созданием водозадерживающих валиков и борозд. **Валкование и бороздование** осуществляют различными орудиями. Для этой цели на среднем корпусе плуга часто устанавливают удлиненный отвал КВ-1, который выпускается нашей промышленностью. При вспашке корпус с таким отвалом, срезая пласт почвы, не укладывает его в борозду, а переносит на гребень предыдущего пласта. В результате поле покрывается бороздами и гребнями, расположенными на расстоянии 140—170 см друг от друга, в зависимости от того, каким плугом проводят вспашку, — четырех- или пятикорпусным. Такую вспашку с одновременным валкованием успешно применяли в Заволжье. Там же для задержания стока талых вод и предотвращения эрозии почвы проводили бороздование зяби окучником КОН-2 с расстоянием между бороздами 1,4 м. Средняя глубина борозд равнялась 16 см, ширина — 39 и высота валиков — 12 см. В случае применения такого бороздования было отмечено относительное увеличение запасов влаги в почве на 28—51 %, повышение урожайности ячменя на 9 и кукурузы — на 13 %. На сложных склонах проводили перекрестное обвалование четырехкорпусным плугом с удлиненным отвалом, который был установлен на заднем корпусе. Таким образом на склонах формировались площадки размером 1,4×3 м, окаймленные валиками высотой 15—20 см, в которых задерживались талые воды. В результате использования этого приема запасы влаги в почве возросли на 20—69 мм (или на 25—68 %) в сравнении с вариантом, где применяли обычную вспашку. При этом урожай зерна яровой пшеницы повысился на 15 %, ячменя — на 17 и кукурузы — на 14 % (Д. И. Буров, Д. Н. Луканцев, 1963).

В НИИСХ Центрально-Черноземной полосы имени В. В. Докучаева бороздование зяби осуществляли четырехкорпусным плугом со снятым третьим отвалом и приваренными ко второму отвалу двумя стальными полосами длиной от бокового края отвала 20 см. При работе таким плугом отвал приваренными полосами сбрасывает часть поднимаемого пласта на гребень пласта первого отвала. Из-за отсутствия третьего отвала пласт, снимаемый третьим корпусом, недоваливается. В результате между четвертым и третьим корпусами обра-

зуются борозды, в которых весной задерживается влага. Установлено, что после проведения этого мероприятия запасы влаги в почве увеличиваются до 40—45 мм, а урожайность пшеницы повышается на 1,5—2 ц/га. В случае применения на двухскатных склонах перекрестного бороздования урожайность ячменя возрастает на 27 % (И. А. Скачков, П. С. Трегубов и др., 1963).

Для создания борозд на склонах на плуг устанавливают один удлиненный отвал, либо укороченный отвал через один корпус плуга, либо снимают отвал через один корпус плуга, либо чередуют корпуса со снятыми и увеличенными отвалами.

В Донбассе бороздование и валкование зяби проводят обычными плугами, у которых отвал последнего корпуса укорачивают или удлиняют. На зяби, обработанной таким образом, поверхностный сток талых вод уменьшался в 1,6 раза, смыв почвы — в 1,4—1,8 раза, а урожайность зерновых в сравнении с урожайностью их по обычной зяби возрастала на 1,5—2 ц/га и подсолнечника — на 1,6—3 ц/га (А. А. Подкопаев, 1982).

Высокая эффективность бороздования зяби установлена в Шемахинском районе Азербайджанской ССР. Использование этого приема на склонах 8—10° уменьшило смыв почвы весной в сравнении с обычной зябью в среднем за пять лет с 77,8 до 27 т/га и увеличило влажность пахотного слоя почвы на 4,8 %. Урожай зеленой массы кукурузы на силос при этом возрос на 26,6 ц/га. Экономический эффект от бороздования зяби составил 13,2 руб/га (К. С. Рагимов, В. Л. Коробов, 1982).

Несколько весьма интересных орудий для создания противоэрозионного нанорельефа на склонах разработано в Донском зональном НИИСХ. Одно из них — устройство для извилистого бороздования зяби с валиками. Рабочими органами его являются окучники, закрепленные на специальной раме культиватора КПС-4. Извилистость борозд создается за счет работы кривошипно-шатунного механизма, перемещающего раму с рабочими органами поперек поступательного движения культиватора. За один проход агрегат выполняет культивацию на заданную глубину и извилистое бороздование с валкованием. Два орудия на одном культиваторе нарезают шесть извилистых борозд с расстоянием между центрами их 60 см. Борозды глубиной 10—14 см имеют неболь-

шие валики по бокам. Расстояние от дна борозды до вершины валика — 15—20 см. В процессе извилистого бороздования на поверхности поля образуется система небольших, но многочисленных емкостей, которые на склонах 2—3° могут задержать до 300—350 м³/га воды.

В отличие от других видов противоэрозионного микрорельефа извилистые борозды позволяют не только задерживать сток талых и ливневых вод, но и отводить его в водонакопители с минимальным разрушением почвы. Это особенно важно для районов, где требуется отвод излишних вод. Следует отметить, что в обычных водоотводящих бороздах даже при небольшом их уклоне скорость движения воды быстро нарастает, что, как правило, приводит к размыву борозд. В извилистых же бороздах вода, переливаясь из емкости в емкость, теряет скорость движения, при этом частично оседают частицы почвы и удлиняется период впитывания воды. По данным исследований, скорость движения воды в извилистых бороздах была на 30 % меньше, чем в прямых бороздах, а вынос почвы составлял соответственно 44 и 75 г/ч. Дно прямых борозд после получасового непрерывного течения воды углубилось на 1,5—2,5 см, а у извилистых борозд оно практически не изменилось.

Эффективность этого орудия изучали в ОПХ «Рассвет» Аксайского района Ростовской области в 1975—1977 г. на склоне 1,5—4° со среднеэродированным черноземом. Выявлено, что создание противоэрозионного нанорельефа на ранней зяби способствует большему накоплению снега. Так, высота снежного покрова на делянках зяби, обработанных противоэрозионными орудиями, в среднем за три года была на 25—35 % больше, чем на контроле. Это, в свою очередь, снижало глубину промерзания почвы на 8—15 см. Запасы воды в снеге к началу стока талых вод на делянках с противоэрозионной обработкой почв оказались на 2,3—4,5 мм выше, чем на контроле (30,2 мм). Сток талых вод и смыв почвы за период исследований отмечали не во все годы. В 1976 г. сток талых вод первый раз наблюдали во время оттепели в январе. На контроле за пять дней он составил 5,7 мм, а коэффициент стока — 0,38. На участках, где были извилистые борозды, сток почти отсутствовал, а коэффициент стока равнялся 0,02. Не было отмечено и разрушения извилистых борозд. Перед весенним сне-

готаянием запасы воды в снеге на контроле составили 15,1 мм, а в варианте с извилистым бороздованием — 17,1 мм. За период снеготаяния коэффициент стока на контроле был в 3 раза больше (0,63), чем на участках с извилистым бороздованием, а смыв почвы на этих участках оказался в 4 раза меньше, чем на контроле. В 1977 г. дождь, прошедший 12—13 февраля (42 мм), вызвал сильный смыв почвы, составивший на контроле 23,6 $м^3$/га, а на участках с извилистым бороздованием — 3,6 $м^3$/га.

С сокращением стока талых вод и уменьшением смыва почвы на варианте с извилистыми бороздами заметно повысились запасы влаги в почве. Так, в метровом слое ее ранней весной 1976 и 1977 гг. они были больше, чем на контроле, на 15—20 мм. Даже в 1975 г., когда сток талых вод не наблюдался, запасы влаги в почве на участке с извилистым бороздованием оказались несколько выше, чем на контроле, вследствие большего накопления снега. Все это сказалось на урожайности ячменя. Прибавка урожая зерна этой культуры на варианте с извилистым бороздованием в сравнении с контролем (вспашка + обычная культивация) в среднем за три года составила 2,2 ц/га при урожае на контроле 27,2 ц/га (Е. В. Грызлов, Е. В. Полуэктов, 1978).

В Донском зональном НИИСХ в 1976—1979 гг. на склонах 3,5—4° изучали эффективность **прерывистого бороздования зяби,** которое проводили с помощью бороздопрерывателя ППБ-06, выпускаемого заводом «Красный Аксай». Его рабочими органами служат окучник, перемычкоделатель и четырехлопастная крыльчатка, которые по четыре-пять комплектов навешиваются на пропашной культиватор КРН-4,2. При работе они создают корытообразные лунки глубиной 10—15 см, шириной 35—40 и длиной 70—80 см. На 1 га образуется 15—17 тыс. таких лунок. Емкость каждой лунки — 16—17 л.

Результаты исследований (В. Н. Зайцев, 1980) показали, что высота снежного покрова на зяби с прерывистым бороздованием в среднем за три года составила 7,7 см, тогда как на контроле — 5,8 см. Содержание влаги в метровом слое почвы на варианте с прерывистым бороздованием к весне было на 10 мм больше, чем на контроле. Водозадерживающая роль прерывистых борозд отчетливо проявилась 15 декабря 1978 г., когда

в период оттепели во время дождя слоем 30 мм сток на бороздованной зяби оказался в 3 раза меньше, чем на контроле. За 1978/79 г. поверхностный сток на зяби без бороздования равнялся 6,1 м, а с ним — 2,4 мм, или в 2,5 раза меньше. Суммарный за три года смыв почвы на зяби без бороздования составил 46,3 м^3/га, а на зяби с прерывистым бороздованием — 10 м^3/га. Урожайность ячменя на зяби с прерывистым бороздованием в среднем за три года была на 1,7 ц/га выше, чем на контроле (табл. 41).

ТАБЛИЦА 41. Влияние прерывистого бороздования зяби на урожайность ячменя, ц/га

Вариант обработки почвы	1977 г.	1978 г.	1979 г.	Среднее за три года
Обычная зябь (контроль)	29,5	40,8	21,3	30,5
Зябь с прерывистым бороздованием	30,9	42,9	22,9	32,2

Эффективно и **лункование зяби.** Исследованиями, проведенными ВНИИ кукурузы в Днепропетровской области на склонах 3,5—4°, выявлено, что сток на зяби без лункования в среднем за три года составил 18,3 мм, а по лункованной зяби — 8,8 мм, смыв почвы — соответственно 23,6 и 6,1 т/га, урожайность овса — 26,1 и 27,7 ц/га (И. А. Пабат, 1978). На склонах 2,5—3° при лунковании зяби во влажные годы (1976, 1978, 1980) содержание продуктивной влаги в слое почвы — 0—150 см возросло на 5 мм (со 129 на контроле до 134 мм на лункованной зяби), в засушливые годы (1975, 1979, 1981) — на 6 мм (со 109 до 115 мм). Урожайность кукурузы в случае применения лункования во влажные годы повышалась на 1,4 ц/га (с 59,6 до 61 ц/га), в засушливые — на 1,1 ц/га (с 31,1 до 32,2 ц/га), а в среднем за период исследований — на 1,3 ц/га (В. М. Круть и др., 1982).

Установлено, что эффективность лункования зяби в Прикарпатье зависит от погодных условий года. В случае промерзания почвы на глубину 50—60 см в 1978 г. этот прием был неэффективным, поскольку заполнивший лунки лед значительно препятствовал проникновению в

почву воды поверхностного стока, образовавшегося во время снеготаяния. В мягкие и снежные зимы наблюдалась обратная картина: на участках с лункованием интенсивность эрозии заметно снижалась, особенно в том случае, если этот прием дополняли глубоким рыхлением. Так, в 1976 и 1979 гг. величина весеннего стока на склоне 4—7° по обычной зяби колебалась в пределах 9,9—11,8 мм, а в варианте с применением лункования и глубокого рыхления — 2,8—8,2 мм (А. А. Черняховский, 1982).

В Воронежском СХИ изучали эффективность лункования с одновременным почвоуглублением (М. И. Комаров, Е. И. Бачманов, 1981). Исследования проводили в 1976—1979 гг. на склоне 3—5° с выщелоченным среднесмытым черноземом. Лункование выполняли катком ЭКВГ-1,4, оборудованным специальными выступами-призмами высотой 20 см (входящими в почву при работе под углом 60—70°), а рыхление подпахотного слоя — почвоуглубителями на 27—29 см. Контроль — вспашка на глубину 20—22 см поперек склона. Как видно из таблицы 42, наиболее эффективным способом обработки почвы оказалось применение лункования с одновременным почвоуглублением.

ТАБЛИЦА 42. Влияние способов зяблевой обработки почвы под ячмень и кукурузу на сток, смыв, запасы влаги и урожайность культур (в среднем за 1976—1979 гг.)

Вариант опыта	Под ячмень				Под кукурузу			
	сток, мм	смыв, т/га	запасы влаги в слое почвы 0—150 см, мм	урожай зерна, ц/га	сток, мм	смыв, т/га	запасы влаги в слое почвы 0—150 см, мм	урожай зеленой массы, ц/га
Вспашка поперек склона (контроль)	10,3	0,49	342,2	33,4	9,6	0,43	339,2	212,0
Вспашка с лункованием	9,6	0,40	352,0	35,4	8,4	0,36	339,9	220,0
Вспашка с лункованием и почвоуглублением	8,0	0,33	358,6	37,0	7,0	0,30	364,1	264,0

В Чувашской АССР установлена также высокая эффективность прерывистого бороздования и лункования зяби. В одном из исследований (В. И. Романов, А. В. Осанов, 1978) использование данных приемов на склоне 4—6° юго-западной экспозиции с серой лесной почвой уменьшило проявление эрозии почвы на 20—25 %. С начала и до конца периода вегетации содержание продуктивной влаги в метровом слое почвы на этих вариантах опыта оказалось на 35 мм больше, а урожай выше, чем на контроле, на 0,6—1,6 ц/га корм. ед.

В Верхнеднепровском районе Днепропетровской области прерывистое бороздование и лункование стали обязательными приемами. Их используют на площади 15—20 тыс. га. Эти приемы увеличивают накопление снега, уменьшают поверхностный сток и смыв почвы в 3—5 раз и повышают запасы влаги в почве на 250—300 $м^3$/га. Так, в колхозе «Россия» на склонах 2—5° весенние запасы продуктивной влаги в полуметровом слое почвы на участках с лункованием и прерывистым бороздованием зяби были на 315—420 $м^3$/га больше, чем на участках, где данные приемы не применяли. При этом смыв почвы практически отсутствовал. В то же время на обычной зяби он составил 18,6 $м^3$/га. Урожай зерна кукурузы по обычной зяби равнялся 32,5 ц/га, по зяби с лункованием — 35, с прерывистым бороздованием — 36,2 ц/га. Ежегодный доход от применения лункования и прерывистого бороздования зяби в среднем по району составляет 22 руб/га (В. Е. Стрельцов, 1982).

Противоэрозионная эффективность лункования и прерывистого бороздования почвы бывает ниже на глубоко промерзшей, а также на переувлажненной или на переуплотненной почве. С увеличением интенсивности ливневых осадков тоже снижается действенность этих приемов в защите почв от эрозии.

Эффективность лункования и прерывистого бороздования значительно зависит также от погодных условий. В частности, в засушливый период лунки и борозды могут способствовать сильному иссушению почвы, что может отрицательно отразиться на величине урожая.

При расчете водоудерживающей способности лунок и прерывистых борозд принимают во внимание, что их емкость уменьшается с увеличением крутизны склона. Так, суммарная емкость лунок на склоне 12° в

сравнении со склоном 3° уменьшается примерно в 2 раза.

Наблюдения, проведенные в совхозе «Каширский» Московской области, показали, что степень повреждения прерывистых борозд в большой мере определяется их размещением по элементам склона. Меньше всего таких борозд размывалось в верхней приводораздельной части склона, больше — в средней части и больше всего — в нижней трети склона. Это обусловлено по-видимому, не только нарастанием крутизны склона с 2 до 3,5°, но и проявлением лавинообразного эффекта при развитии эрозии вследствие прорыва вышележащих борозд.

Таким образом, в случае определения пригодности склонов для проведения на них лункования и прерывистого бороздования важно учитывать многочисленные факторы, в том числе рельеф, почву, климат, конкретные погодные условия сезона. Наибольшую эффективность от использования этих приемов можно ожидать на некрутых и несильно расчлененных склонах, на не слишком уплотненных почвах, при стоке талых вод по непромерзшей и непереувлажненной почве, в случае выпадения дождевых осадков с небольшим слоем и с невысокой интенсивностью. При отсутствии снежного покрова или дождевых осадков, особенно в периоды с низкой относительной влажностью воздуха, противоэрозионные наноформы рельефа могут вызвать дополнительное иссушение почвы.

Однако несмотря на наличие многочисленных факторов, в разной мере и даже в различном направлении влияющих на эффективность прерывистого бороздования и лункования почвы, согласно подавляющему количеству наблюдений, эти приемы являются весьма полезными. В. Д. Ивановым (1979) проанализирован 81 годоопыт по изучению эффективности лункования на склонах 3—6° с черноземными почвами в Центрально-Черноземной зоне и прилегающих к ней областях. Амплитуда показателей предотвращения стока при лунковании почвы колебалась в пределах от 22,6 до 50 мм. В семи случаях результаты по задержанию стока талых вод оказались отрицательными. В шести случаях лункование увеличивало сток воды на незначительные величины — 0,1—0,4 мм. При математической обработке вариационного ряда по 81 годоопыту достоверная среднеарифме-

тическая величина предотвращения стока талых вод составила 12,9 мм. Для серых лесных почв по 21 годоопыту с лункованием зяби она равнялась 6 мм, однако эта величина при статистической обработке данных оказалась недостоверной (ошибка — 3 мм, показатель относительной точности — 39 %). Математическая обработка результатов всех опытов по изучению влияния лункования зяби на урожайность культур в Центрально-Черноземной зоне и в прилегающих к ней областях показала, что прибавка урожая зерновых злаковых и зерновых бобовых культур от использования этого приема на черноземах равна 1,7 и на серых лесных почвах — 2,5 ц/га. Урожай зеленой массы кукурузы на черноземах по лункованной зяби оказался выше, чем по обычной зяби, на 20,2 ц/га. Затраты, связанные с проведением лункования, не превышали 70—80 коп/га, в результате чистый доход от использования этого приема на черноземах достиг 6—15 и на серых лесных почвах — примерно 10 руб/га.

В результате анализа обобщенных результатов исследований по изучению эффективности прерывистого бороздования и лункования почвы, проведенных в Орловской, Курской, Ульяновской, Волгоградской, Горьковской, Пермской областях РСФСР и в Молдавской ССР, установлено (А. Г. Рожков, 1981), что гидрологический эффект при стоке талых вод равнялся в среднем по всем опытам около 6 мм, в том числе в 12 из 30 годоопытов сток сокращался на 1—5 мм, в двух — на 5—10, в трех — на 10—20 и в двух — на 53 и 69 мм. В восьми годоопытах, наоборот, он увеличивался на 1—5 мм, а в трех — на 6—10 мм. Во всех случаях смыв почвы при лункovании и прерывистом бороздовании был значительно меньше, чем при обычной зяби. Наибольший эффект от использования этих приемов наблюдался в тех районах, где эрозия проявляется от стока дождевых осадков. В абсолютном большинстве опытов прибавка урожая зерна ячменя, яровой пшеницы, овса и гороха составила 5—15 %.

И. С. Шатиловым (1980) на основании обобщения материалов научно-исследовательских учреждений страны и передовой практики установлено, что лункование и прерывистое бороздование зяби уменьшают сток в среднем на 20—35 мм, смыв почвы — на 0,2—8,2 м^3/га и обеспечивают прибавку урожая зерна 1,9—1,2 ц/га.

По нашему мнению, такие прибавки урожая вполне достоверны. Если принять среднее уменьшение эрозии равным 0,2—8,2 т/га, то среднее сокращение смыва почвы на 4,1 т/га также будет примерно отражать действительность, однако данные по задержанию стока, вероятно, значительно завышены.

В 50—60-х годах лункование и бороздование зяби в различных регионах страны проводили несерийными орудиями. С 70-х годов наша промышленность стала выпускать специальные орудия для выполнения этих работ. Ниже приведена их характеристика.

Лункователь дисковый прицепной гидрофицированный ЛОД-10. Применяют для образования замкнутых лунок на склонах до 4°. Рабочими органами его являются диски, расположенные эксцентрически на оси дискового лущильника с шириной захвата 10 м. При движении агрегата диски периодически врезаются в почву, образуя лунки удлиненной формы размером 107×44×10 — 14 см (этот размер может изменяться в зависимости от плотности почвы, скорости движения агрегата, регулировки секций на понизителях и дополнительного груза на лущильнике). На 1 га образуется в среднем 13 тыс. таких лунок. Рабочая скорость — 6—7 км/ч, производительность — около 7 га/ч при работе с тракторами класса 3 тс. Агрегатируется с тракторами ДТ-75, ДТ-75А, Т-74 и ДТ-54А.

Приспособление ПЛДГ-10 к лущильнику ЛДГ-10. Предназначено для образования замкнутых лунок на поверхности вспаханной почвы на склонах до 5°. Состоит из восьми секций дисков. При монтаже приспособления от лущильника используют раму, ходовые колеса, брусья, секции, каретки, тяги и механизм гидроуправления. Во время работы диски, эксцентрично закрепленные на квадратной оси, образуют лунки удлиненной формы. Заглубление дисков регулируют сжатием пружин штанг секции при помощи гидросистемы трактора и загрузки ящика с балластом. Агрегат работает со скоростью до 7 км/ч при постоянном угле атаки дисков 30°. Размеры образующихся лунок: длина — 100—140 см, ширина — 35—50, глубина — 12—16 см и емкость — 250 м^3/га.

Приспособление ПЛДГ-5 к лущильнику ЛДГ-5. Может создавать замкнутые лунки на склонах до 4°. Состоит из четырех секций. При монтаже приспособления от лу-

щильника используют раму с ходовыми колесами, брусья секций, понизители, тяги и механизм гидроуправления. Во время работы диски, эксцентрично закрепленные на оси, поочередно погружаются в почву, подрезают и отбрасывают ее в сторону, образуя лунки овальной формы. Размер лунок зависит от плотности почвы. Глубину их регулируют изменением давления на пружины штанг при помощи гидросистемы трактора. Лущильник с приспособлением агрегатируется с тракторами МТЗ-50/52, МТЗ-80/82 и ЮМЗ-6Л/М. Работает со скоростью до 6 км/ч при постоянном угле атаки дисков 30°. Средний размер лунок: длина — до 115 см, ширина — до 56, глубина — 13—17 см. На 1 га образуется 12—13 тыс. лунок.

Приспособление ПРНТ-60 000 к тракторному плугу ПН-4-35. Используют для создания противоэрозионных неровностей на подошве и поверхности вспаханного слоя почвы с удельным сопротивлением до 0,9 кгс/см^2 при крутизне склона 3—8°. Рабочими органами приспособления являются две почвоуглубительные лапы и четырехлопастная крыльчатка. Неровности на подошве пахотного слоя создаются за счет увеличения глубины вспашки вторым и четвертым корпусами плуга до 8 см, а также за счет установки на втором и четвертом корпусах почвоуглубительных лап для рыхления подпахотного горизонта почвы на глубину до 12 см. Неровности на поверхности поля образуются с помощью крыльчатки. При работе агрегата одна из лопастей крыльчатки передвигается в борозде, создавая впереди себя земляной валик, и через определенное расстояние, регулируемое опорным колесом, образует перемычку между бороздами. Глубину борозд регулируют сжатием пружин на винтах, соединяющих кронштейн с остовом рамы. Приспособление монтируют на плуге. Агрегатируется с тракторами Т-74, ДТ-75 и ДТ-75М. Скорость движения агрегата при работе — около 6 км/ч. На 1 га создается до 4065 борозд с расстоянием между ними по диагонали 57 см. Размеры прерывистых борозд: длина поверху — 140 см, длина понизу — 127, ширина поверху — 46, ширина понизу — 25, глубина — 20 и длина перемычки — 214 см.

Приспособление ПРНТ-70 000 к тракторному плугу ПН-4-35. Применяют для образования прерывистых борозд с перемычками при вспашке на склонах до 10°. Рабочими органами приспособления являются трехлопа-

стная вращающаяся крыльчатка с ножами и укороченный отвал. Последний, устанавливаемый взамен отвала второго корпуса, недоваливает пласт, образуя открытую борозду. Крыльчатка, двигаясь в борозде и периодически вращаясь, формирует борозды, оставляя перемычки между ними (при этом создается сеть замкнутых понижений в виде борозд с перемычками). Периодичность вращения крыльчатки достигается механизмом переключения, установленным на заднем колесе плуга. Допустимая скорость движения — 5 км/ч. Плуг с приспособлением агрегатируется с тракторами Т-74, ДТ-75 и ДТ-75М. Образует борозды шириной по поверхности поля 35—60 и глубиной — до 20 см. Ширина перемычки — 40—70, расстояние между бороздами — 140 см.

Приспособление ПРНТ-80 000 к тракторному плугу ПН-4-35. Предназначено для поделки валиков к перемычкам при вспашке на склонах до 4°. Рабочие органы — крыльчатка и корпус с удлиненным отвалом и распоркой. При работе плуга с приспособлением поперек склона первый корпус с удлиненным отвалом образует продольную борозду. Крыльчатка, передвигаясь по борозде, одной из лопастей очищает от почвы дно и стенки борозды, создавая перед собой земляной валик. Через определенное расстояние, отмеряемое опорным колесом, кулачок механизма переключения выводит под пружинный упор из зацепления с рабочим органом лопасть и она совершает $^1/_3$ оборота, оставляя в борозде перемычку. Глубину углублений регулируют сжатием пружин на винте, соединяющем кронштейн и остов рамы приспособления. Приспособление крепят на раме плуга. Агрегатируется с тракторами Т-74, ДТ-75 и ДТ-75М. Агрегат работает со скоростью до 5,4 км/ч. Образует валики высотой 21 см и шириной 67 см при расстоянии между ними 139 см. Перемычки высотой 23 см и длиной у основания 69 см имеют расстояние между осями 174 см. Размеры создаваемых углублений: ширина понизу — 51 см, длина понизу — 98, длина поверху — 122 см. Емкость одного углубления — 0,17 м^3. На 1 га образуется 4107 углублений общей емкостью 698 м^3.

Приспособление ПРНТ-90 000 к тракторному плугу ПН-4-35. Образует замкнутые лунки на поверхности почвы при вспашке на склонах до 6°. Рабочие органы приспособления — четыре сферических диска диаметром

450 мм с асимметричной осью вращения. Приспособление крепят сзади плуга. Глубину лунок регулируют цепями и скобой, соединяющей среднюю часть рамки батареи с верхним раскосом рамы приспособления. Диски вращаются при постоянном угле атаки 30°. Емкость одной лунки — 0,02 м³, размер — 119×49×15 см. На 1 га образуется 11 714 лунок общим объемом 234 м³/га.

Валикоделатель навесной ВУ-0,7. Применяют для образования валиков с одновременным уплотнением откосов и вершины формируемого валика. Рабочие органы валикоделателя — отвалы с ножами и удлинителями, механизм уплотнения (два боковых полых катка, наклоненных к горизонту на 45°, и один верхний каток, расположенный горизонтально). Агрегатируется с тракторами Т-100МГ и Т-130. Рабочий захват — 4,4 м. Размеры валиков: высота над уровнем поля — 68 см, ширина поверху — 25, ширина по уровню поля — 160, глубина резервов — 20 см. Рабочая скорость — 2,2 км/ч. Производительность — 1,8 км/ч.

Бороздодел навесной БН-300. Предназначен для бороздования полей с целью отвода поверхностных вод. Навешивается на тракторы МТЗ-52, МТЗ-50, МТЗ-80, МТЗ-82, Т-74, ДТ-75, ДТ-75М и ДТ-75Б. Рабочие органы бороздодела — лемех и четырехлопастные метатели для отбрасывания почвы равномерным слоем на расстояние до 10 м. Размеры прокладываемых борозд: глубина — 18,3—22,3 см, ширина поверху борозды — 40—48 см, заложение откосов — 1 :1, 1,1 : 1,2. Агрегат работает со скоростью 3,2—8,5 км/ч. Производительность — до 4,5 км за 1 ч чистой работы.

Обвалование, бороздование и лункование почвы наряду с несомненными достоинствами имеют и недостатки. Так, в условиях Западной Сибири лункование зяби при больших снегозапасах не только не способствует сокращению смыва почвы, но и иногда даже увеличивает его. Например, в 1974 г. при интенсивном поверхностном стоке лунки быстро переполнялись водой, наблюдались их размыв, концентрация водных потоков и усиленный смыв почвы (А. Д. Орлов, 1977). В этом регионе лункование зяби целесообразно применять на склонах не более 3° и при невысоком снежном покрове. Как указывалось выше, прорыв валиков, борозд и лунок имеет место и в случае выпадения интенсивных ливней, особен-

но при большом слое осадков. В засушливые периоды увеличение поверхности поля за счет наноформ рельефа ведет к повышенному испарению почвенной влаги. Эффективность этих приемов резко снижается с увеличением крутизны склонов. В определенных условиях за счет заплывания и заиливания, а также разрушения гребней быстро уменьшается емкость борозд и лунок. Наконец, создание на поверхности поля валиков и различных углублений требует заравнивания этих неровностей при предпосевной подготовке почвы, что обусловливает дополнительные энергозатраты и уплотнение почвы в результате прохода агрегатов. Изложенное не отрицает целесообразности в определенных условиях применения валкования, бороздования и лункования почвы. Как было показано выше, этими способами во многих случаях можно значительно уменьшить сток осадков, смыв почвы и повысить урожайность возделываемых культур. Однако во многих районах страны валкование, бороздование и лункование целесообразно сочетать со **щелеванием и кротованием почвы.** В ряде случаев можно ограничиться только щелеванием и кротованием склонов без поделки валиков, лунок и борозд.

Сочетание прерывистого бороздования и лункования со щелеванием и кротованием служит одной из надежных гарантий предотвращения концентрации стока осадков и размыва почвы при прорыве борозд и валиков по цепной реакции вдоль склона. В районах с избыточным увлажнением совмещение этих приемов способствует отводу задержанных в бороздах и лунках вод в нижележащие горизонты почвы или в специальные борозды и канавы.

Высокая эффективность щелевания и кротования зяби доказана во многих регионах страны.

В Саратовской области щелевание почвы на склонах навесным щелерезом на глубину 40—45 см при расстоянии между ножами 1 м почти полностью предотвращало сток талых вод. Коэффициент стока при этом уменьшился с 0,75 до 0,095. В результате значительно повысилось промачивание почвы. В 1961 г. на участке со щелеванием в сравнении с участком без него запасы влаги в метровом слое почвы к началу работ увеличились на 39,8 мм (П. С. Волков, 1966).

В Курской области на склоне с суглинистыми черно-

земами при проведении весеннего щелевания зяби (щели прорезали парами через каждые 2—2,5 м на глубину 15 см) в среднем за два года было отмечено уменьшение стока на 15—25 % и дополнительное накопление в почве 400 м³/га влаги, что обеспечило прибавку урожая зерновых 4,4 ц/га. В этом случае как следствие щелевания частично разрушился верхний, сильно насыщенный влагой смерзшийся слой почвы, что создало условия для поглощения талых вод (П. И. Аксенов, 1969).

В Липецкой области в период неглубокого промерзания почвы на склоне 1,5—2° юго-западной экспозиции щелевание с помощью переоборудованного культиватора КРН-4,2 (за один проход агрегата образовывались щели глубиной 25—30 см с расстоянием между ними 70 см и между проходами агрегата 5 м) увеличило влажность почвы в метровом ее слое на 24 %, уменьшило смыв почвы в 3 раза и обеспечило прибавку урожая зерна 3,7 ц/га (З. Давыдова, 1974).

В Донском зональном НИИСХ была изготовлена модель щелереза из непригодного к работе плоскореза-глубокорыхлителя КПГ-250. Для этого на нем срезали горизонтальные части лап и использовали только долото, прикрепленное к раме. В случае работы таким орудием глубина щелей достигает 40—45 см, а ширина каждой из них — 8—10 см. Расстояние между лентами — 2—5 м. Запасы влаги в слое почвы 100 см на участках, где проводили щелевание, в сравнении с участками без щелевания весной 1977 г. возросли на 6 и 1978 г.— на 16 мм. Суммарный смыв почвы во время весеннего снеготаяния на контрольном участке (без щелевания) составил 18,1, а на делянках со щелеванием — 3,7 м³/га, сток — соответственно 3,6 и 0,9 мм, урожай зерна ярового ячменя — 35,1 и 37,6 ц/га. Условно-чистый доход от применения щелерезов достиг 9,19 руб/га (А. Т. Аниканов и др., 1979).

В условиях Сибири выявлена также весьма высокая эффективность щелевания зяби. Здесь сильноувлажненная мерзлая почва к моменту полного схода снега успевает оттаять лишь на 6—8 см, вследствие чего наблюдается большой сток, неглубокое промачивание почвы и проявление эрозии. В СибНИИСХозе изучали различные варианты щелевания зяби (В. Н. Слесарев и др. 1981). В среднем за 1977—1979 гг. запасы продуктивной влаги

в почве в зависимости от способа ее обработки составили: по вспашке на глубину 20—22 см — 61,4 мм, по щелеванию через 1 м по стерне на глубину 35 см — 86,7, по скрытому щелеванию, которое проводили при совмещении неглубокой плоскорезной обработки почвы на глубину 12—14 см с одновременным щелеванием на 35 см через 1 м — 84 и по плоскорезной обработке почвы на 12—14 см — 73,6 мм. Обычное щелевание проводили щелерезами с пассивными ножами-стойками с долотом, а скрытое — с лапами плоскореза КПП-2,2. Кроме того, изучали варианты размещения щелей: через 1 м, 1,5 и 3 м с глубиной щелей 35 и 50 см. Выявлено, что эффективность углубления щелей с 35 до 50 см возрастает по мере увеличения слоя осадков. На участках со щелеванием урожай зерна оказался на 1—2 ц/га выше, чем на участках без щелевания. Щелевание стерневого фона через 1 м на глубину 35 см и скрытое щелевание в сравнении со вспашкой и плоскорезной обработкой почвы повышали чистый доход с 1 га на 23,1—27,1 %.

Во ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии обобщены результаты 19 годоопытов со щелеванием, проведенных в различных регионах страны (Н. Я. Сидоренко и др., 1980). При этом установлено положительное влияние данного приема на урожай. Средняя прибавка урожая зерновых равнялась 2,8 ц/га. Отмечено также существенное уменьшение стока и смыва почвы в случае щелевания зяби.

В севооборотах с полосным размещением культур на склонах после многократной вспашки зяби полосами вразвал на границах полос образуются напашные валы высотой 15—30 м и с основанием 2,5—3 м. Такие валы, например, образовались на склонах в ОПХ «Рассвет» Донского зонального НИИСХ. Во время снеготаяния вода, стекающая с полос, где поднята зябь, перед валами обычно не успевает просачиваться в почву, преодолевает их и оказывается на полосах, занятых посевами. При этом она выносит и почву, которая кольматируется в посевах, нанося им определенный ущерб. Избежать этого можно с помощью щелевания полос зяби, после проведения которого скорость просачивания воды в почву значительно увеличивается, в результате резко сокращаются либо полностью предотвращаются сток и смыв почвы.

В 1976—1979 гг. Донским зональным НИИСХ (Е. В. Полуэктов, 1981) в ОПХ «Рассвет» на склоне 2,5—4,5° со среднеэродированным черноземом были изучены следующие варианты щелевания полос зяби: 1) зябь без щелевания — контроль, 2) щелевание зяби вдоль нижних границ полос; 3) щелевание зяби по нижней половине полос; 4) сплошное щелевание полос зяби. Щелевание на глубину 35—40 см проводили щелерезом-кротователем после промерзания почвы на глубину 5—8 см. Для этого использовали переоборудованный КПГ-250. На нем вместо плоскорезных лап устанавливали два ножа-щелереза с кротователем. Смыв почвы на склонах без полосных посевов достигал 9,8 м^3/га, а при сплошном щелевании полос зяби он отсутствовал (табл. 43).

ТАБЛИЦА 43. Эффективность щелевания полос зяби (Донской зональный НИИСХ, 1977—1979 гг.)

Вариант опыта	Смыв почвы с полос зяби, м^3/га		Средний урожай зеленой массы кукурузы за три года, ц/га
	1977 г.	1979 г.	
Зябь без щелевания (контроль)	9,8	6,7	321,4
Щелевание зяби вдоль нижних границ полос	9,1	2,9	332,4
Щелевание зяби по нижней половине полос	6,7	1,4	345,5
Сплошное щелевание полос зяби	—	—	355,4

Щелевание даже нижней половины полос зяби в 1979 г. существенно снижало эрозию. Максимальный эффект достигался в случае сплошного щелевания полос зяби. Наблюдения за влажностью почвы показали, что в слое ее 0—100 см на вариантах со щелеванием по нижней половине полос зяби, а также всей площади полос зяби запасы влаги в сравнении с контролем были на 16—23 мм выше. Следовательно, щелевание полос зяби (сплошное или половины полос) — важное противоэрозионное мероприятие, обеспечивающее повышение продуктивности склоновых земель.

Щелевание часто дополняют кротованием почвы. Кротовины также создают одновременно со вспашкой зяби, для чего на одном или на двух корпусах плуга ставят кротователи. При вспашке с кротованием в подпахотном горизонте почвы образуется щель, через которую вода поступает в кротовину — дрену диаметром 60—80 мм. В большинстве случаев кротовины создают на глубине 35—40 см, а иногда и глубже.

В одном из исследований, проведенных в Курской области, при вспашке зяби с кротованием, для чего на одном из корпусов плуга устанавливали кротователи, было отмечено увеличение запасов влаги в почве в среднем за пять лет на 30 мм. При дополнительных затратах около 1 руб/га кротование обеспечило прибавку урожая кукурузы, сахарной свеклы и овощных культур на 20 %, зерновых — на 15—26 и картофеля — на 25—30 %.

В исследованиях Ижевского СХИ, проведенных на склоне 1,5—2,5°, в результате закладки кротовых дрен через каждые 2,5 и 5 м на глубину 45—55 см был полностью предотвращен смыв почвы (на контроле он составил 3—5 т/га), запасы влаги в слое ее 0—50 см возросли при этом на 12—20 мм и урожайность озимой ржи повысилась на 9—20 %. При кротовании среднесмытых дерново-подзолистых почв на склоне 3—4° смыв уменьшился с 62 до 24 т/га, а запасы влаги в почве увеличились на 28 мм.

Кротование подпахотного слоя почвы и формирование микролиманов одновременно со вспашкой широко применяют в Татарской АССР. Его проводят специально созданным агрегатом (Ф. Х. Шакиров, В. П. Кирисов и др., 1975). Для этого на один или на два корпуса четырехкорпусного плуга устанавливают кротователи (на 20 см глубже лемеха) для прокладки кротовин диаметром 60 мм, на другом корпусе — удлиненный отвал для формирования продольного валика в направлении вспашки. На раме смонтирован перемычкоделатель, образующий поперечные валики между продольными. Разработаны прицепной и навесной варианты этого агрегата. Глубина микролиманов, образующихся при вспашке на глубину 20—22 см, составляет 30 см. Расстояние между продольными валиками такое же, как между центрами гусениц трактора. Выявлено, что коэффициент стока талых вод снижается при этом в среднем с 0,80 до 0,34,

ежегодная дополнительная влагозарядка почвы при снеготаянии достигает 930 м³/га, смыв почвы уменьшается до 1 т/га, а урожайность зерновых на светло-серых лесных почвах возрастает в среднем на 3 ц/га.

В колхозе имени Кирова Арского района Татарской АССР в результате создания микролиманов и кротовин на склоновых землях коэффициент стока в среднем за 1978—1980 гг. снизился с 0,88 до 0,55, в почву впиталось дополнительно 460 м³/га воды, смыв почвы уменьшился с 7,3 до 1,2 т/га, а урожайность зерновых культур повысилась на 2,5 ц/га в сравнении с контролем (обычная зябь без использования водопоглотительных приемов).

Нашей промышленностью выпускаются щелеватели и кротователи различных типов. Одни из них необходимы в засушливых условиях для перехвата и максимального использования вод склонового стока и предотвращения эрозии, другие — для осушения переувлажненных как склоновых, так и равнинных земель. Характеристика этих орудий приведена ниже.

Рыхлитель-щелеватель навесной РЩЯ-3-120. Предназначен для глубокого рыхления и щелевания почвы. Рабочие органы этого орудия — один средний и два боковых корпуса. Средний корпус служит для рыхления и щелевания почвы на глубину до 70 см, а боковые корпуса рыхлят почву на глубину до 42 см. Рабочий захват — 1,9 м, производительность — 1,2 км за 1 ч чистой работы.

Щелерез-кротователь навесной ШН-2-140. Применяют для щелевания и кротования почвы с одновременным образованием валиков высотой до 12 см с целью уменьшения стока воды и эрозии почвы на склонах до 10°. Рабочие органы щелереза-кротователя — долотья, дренеры, дисковые ножи, гладкие и игольчатые диски. Дисковые ножи служат для разреза дернины впереди стойки щелереза на глубину 10—12 см. Валикоделатели состоят из сферических и игольчатых дисков. Глубина хода орудия — до 40 см, захват — 2,8 м, расстояние между щелями — 1,4 м. Агрегатируется с тракторами Т-74, ДТ-75 и ДТ-75Б. Рабочая скорость — 5,2—6,1 км/ч, производительность 1,6 га за 1 ч чистой работы.

Кротователь навесной на тракторе Т-100 МГП. Используют для прокладки кротового дренажа. Глубина прокладки кротовин — 0,4—1,4 м.

Кротователь навесной МД-100. Применяют для прокладки кротового дренажа. Агрегатируется с трактором ДТ-75Б. Глубина дренирования — 0,7—1,2 м.

Кротодренажная машина навесная Д-657. Предназначена для прокладки кротового дренажа на глубину 0,5—1,2 м. Рабочим органом ее является нож с присоединенной к нему гибкой сетью дрен диаметром 80; 100; 200 и 250 мм. Кротовину формируют уплотнением грунта в случае протаскивания дренера. Агрегатируется с трактором ДТ-75Б. За один проход агрегата прокладывается одна кротовина. Производительность — 1,3—1,5 км за 1 ч чистой работы.

Бесплужная обработка почв

До последнего времени некоторыми учеными недооценивалась роль бесплужной обработки почв в целях защиты их от эрозии и повышения продуктивности этих земель. А она весьма значительна.

Как известно, с начала 50-х годов во многих регионах страны началось изучение агрономической эффективности безотвальной обработки почв, которая была предложена Т. С. Мальцевым и показала к тому времени высокий эффект в Курганской области. Впрочем против глубокой плужной обработки почв еще в конце прошлого столетия горячо выступал агроном И. Е. Овсинский, который обосновал систему неглубокой бесплужной обработки почв и успешно применял ее в ряде хозяйств Бессарабии и Черниговщины. Его книга «Новая система земледелия» была издана в Киеве (1899), затем в Петербурге (1902) и дважды (1909, 1911) — в Москве.

Основная идея И. Е. Овсинского сводилась к предложению обрабатывать почву не глубже чем на 5 см с тем, чтобы уничтожить сорняки и получить рыхлый слой почвы для заделки семян. Сходные с этими мысли высказывал и Д. И. Менделеев. Несмотря на то что система И. Е. Овсинского в те годы не получила широкого распространения в России, в печати появлялись высказывания, призывающие к неглубокой обработке почв — не более чем на 13 см. Так, полтавский агроном Д. В. Федотов считал (1914), что такого рода обработка почвы

способствует, во-первых, лучшему сохранению содержащейся в ней влаги, во-вторых, создает благоприятные условия для проникновения в пашню вновь выпадающих осадков и, в-третьих, обусловливает более успешную деятельность полезных почвенных микроорганизмов. Если после такой обработки до посева озимых выпадает хотя бы один хороший дождь, то подобная пашня по своей продуктивности будет мало чем отличаться от черного пара.

В литературе есть указания на то, что в 30-е годы в Канаде почти не пострадали от пыльных бурь посевы украинских переселенцев, которые применяли элементы агротехники И. Е. Овсинского. Это подтолкнуло фермеров Канады к переходу на безотвальную обработку почвы.

Выдающийся вклад в разработку почвозащитной системы земледелия, основанной на безотвальной обработке почв для условий Казахстана и других регионов проявления дефляции, внес коллектив ВНИИ зернового хозяйства под руководством А. И. Бараева. Основные положения этой системы для условий Западной Сибири были развиты в Алтайском НИИ земледелия и селекции сельскохозяйственных культур, а затем на Украине, Северном Кавказе и в других регионах страны.

Главные достоинства бесплужной обработки почв, направленной на предотвращение эрозии на склоновых землях и повышение их продуктивности, следующие.

1. Защита почв от эрозии в послеуборочный период стерневыми остатками и некоторым количеством мульчи, которая всегда остается на поверхности поля, где проведена бесплужная обработка почвы.

2. Образование поверхностного органо-минерального слоя почвы с хорошей водопоглотительной и водоудерживающей способностью, а также с оптимальной плотностью. Этот слой резко уменьшает разрушение почв ударами дождевых капель и способствует уменьшению склонового стока осадков.

3. Уменьшение за счет стерни сдувания снега со склонов, что для ряда регионов страны является весьма важным фактором предотвращения или уменьшения промерзания почв и повышения их водопроницаемости в период стока талых вод, а также выпадения дождевых осадков в зимний и весенний периоды.

4. Улучшение баланса гумуса в поверхностном слое почвы в сравнении с отвальной обработкой почвы. По данным ВНИИ зернового хозяйства, отвальная обработка южного карбонатного чернозема привела к уменьшению содержания гумуса в слое почвы 0—20 см за 13 лет на 10%, а за 30 лет — на 20% (А. А. Зайцева, 1968). При длительном использовании плоскорезной обработки почвы количество гумуса в верхнем ее слое в сравнении с отвальной обработкой было на 0,3 % больше (Э. Ф. Госсен, 1982). В таблице 44 приведены сравнитель-

ТАБЛИЦА 44. Увеличение содержания гумуса в почве при плоскорезной обработке в сравнении со вспашкой, % (в среднем за 18 лет)

Область, край	Почва	Слой почвы, см	
		0—10	10—20
Курганская область	Чернозем выщелоченный	0,41	0,24
Омская область	То же	0,31	0,09
Кустанайская область	Чернозем обыкновенный	0,34	0,24
Северо-Казахстанская область	Чернозем карбонатный	0,30	0,18
Целиноградская область	Чернозем южный карбонатный	0,29	0,27
Павлодарская область	То же	0,38	0,06
Алтайский край	Чернозем южный	0,28	0,06

ные данные о содержании гумуса в почве при плоскорезной обработке почвы в сравнении со вспашкой в среднем за 18 лет (Э. Ф. Госсен, 1980).

5. Предотвращение образования глыб при вспашке пересушенных почв, что особенно проявляется в случае проведения вспашки на склонах повышенной крутизны и при неполном обороте пласта. Глыбистая вспашка в ряде регионов страны ведет к сильному иссушению почвы.

6. Увеличение содержания элементов минерального питания растений в поверхностном слое почвы, которое при одновременном улучшении водного режима почв является одним из важных факторов повышения жизнедеятельности микрофлоры и мезофауны, в частности

дождевых червей, а также создания условий для хорошей вегетации, а следовательно, и для повышения почвозащитной способности растений.

7. Предотвращение образования плужной подошвы на склоновых землях, которая в ряде случаев служит одним из факторов увеличения стока.

8. На сильнорасчлененных лощинами склонах, где на каждом участке практически невозможно обеспечить контурную обработку почв и ее в некоторых местах приходится осуществлять вдоль склона, безотвальная обработка создает меньшую опасность проявления эрозии, чем отвальная вспашка.

9. При полосном возделывании культур на склонах плоскорезная обработка зяби не только уменьшает проявление эрозии на этих полосах, но и предотвращает повреждение посевов озимых культур на нижерасположенных по склону полосах вследствие резкого уменьшения заноса их почвой.

10. Повышение рентабельности производства за счет получения продукции с наименьшими затратами средств. Как известно, бесплужная обработка резко сокращает энергозатраты и расход горючего на получение единицы продукции.

Рассмотрим результаты изучения противоэрозионной эффективности плоскорезной обработки почв в различных регионах страны.

Высокая противоэрозионная эффективность плоскорезной обработки почвы на склоновых землях Западной Сибири установлена многолетними исследованиями Алтайского НИИ земледелия и селекции сельскохозяйственных культур. При плоскорезной обработке почвы с сохранением стерни на поверхности вследствие раннего задержания и равномерного распределения снега на поле почва меньше промерзает и не выдувается зимой. Плоскорезная обработка почвы особенно целесообразна на южных, юго-восточных и юго-западных ветроударных сухих склонах. Запасы воды в снеге и глубина промачивания почвы весной, как правило, бывают здесь выше при плоскорезной обработке. Так, на склоне 2,5—3° юго-восточной экспозиции глубина промачивания почвы при плоскорезной ее обработке в среднем за семь лет равнялась 70 см, а при вспашке — 50—55 см. Потери воды в результате сноса снега с полей при вспашке

в среднем за семь лет составили 61,6 мм, или 53,6% зимних осадков, а при плоскорезной обработке почвы — соответственно 34,1 мм и 29,7%. Наилучшее поглощение талых вод по плоскорезной обработке почвы отмечено после сухой осени. Так, сток талых вод весной 1970 г. (после сухой осени 1969 г.) по отвальной зяби равнялся 45—50 т/га, а по осенней плоскорезной обработке почвы — только 5,3 т/га, или практически отсутствовал. Осень 1970 г. была более влажной и почва ушла в зиму с запасом влаги 60—70% НВ. Сток талых вод весной 1971 г. по вспашке составил 173—202 т/га, а по плоскорезной обработке — 104 т/га. Смыв почвы стоком талых вод при плоскорезной обработке в среднем за три года сократился в 3—4 раза в сравнении с зяблевой вспашкой (табл. 45).

ТАБЛИЦА 45. Смыв почвы талыми водами на склоне 2,5—3° юго-восточной экспозиции, м³/га

Способ подъема зяби	1970 г.	1971 г.	1972 г.	Среднее за три года
Отвальная вспашка	29,0	16,5	39,2	28,2
Плоскорезная обработка почвы	16,0	4,5	0,5	7,0

Сохранение стерни и пожнивных остатков на поверхности почвы после безотвальных обработок препятствует стоку ливневых вод и смыву почвы. Так, от двух ливней, прошедших 10—11 июня 1969 г. со слоем осадков 40,7 мм, смыв почвы под посевами яровой пшеницы по плоскорезной обработке равнялся 2,6 м³/га, а по вспашке — 19,5 м³/га.

Многолетними наблюдениями, проведенными в Алтайском Приобье, установлено, что при плоскорезной обработке запасы влаги в метровом слое почвы бывают выше, чем по вспашке (табл. 46). Плоскорезная обработка, обеспечивая лучшую защиту почвы от эрозии и создавая высокие запасы продуктивной влаги, позволяет значительно повысить урожайность зерновых культур. Так, урожай зерна яровой пшеницы в условиях Алтайского Приобья от применения плоскорезной обработки почвы повысился в среднем на 1,5—4,5 ц/га (табл. 47).

ТАБЛИЦА 46. Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0—100 см под посевами яровой пшеницы на склоне 2,5—3° юго-восточной экспозиции, мм

Способ подъема зяби	1969 г. (засушливый)			1970—1971 гг. (умеренно-влажные)		
	17.05 (посев)	24.06 (кущение)	5.07 (цветение	5.06 (всходы)	25.06 (кущение)	24.07 (цветение
Отвальная вспашка	124,6	114,4	45,4	185,6	125,6	111,6
Плоскорезная обработка почвы	170,9	121,8	57,4	203,7	162,6	107,8

ТАБЛИЦА 47. Влияние способов зяблевой обработки склона 3,5—3° юго-восточной экспозиции на урожайность яровой пшеницы, ц/га

Способ и глубина обработки почвы	1968 г.	1969 г.	1970 г.	1971 г.	1972 г.	1973 г.	1974 г.	Среднее за семь лет
Отвальная вспашка на 20—22 см	4,9	9,5	16,6	19,3	31,2	9,4	4,0	13,5
Плоскорезная обработка почвы на 14—16 см	6,6	13,8	17,1	20,0	28,9	13,8	8,7	15,3

Наибольший эффект достигается в засушливые годы. Например, в острозасушливом 1976 году прибавка урожая зерна яровой пшеницы составила 6—8 ц/га, а в обычные 1973 и 1974 годы — соответственно 4,4 и 4,7 ц/га.

Исследования, проведенные в лесостепной зоне Западной Сибири на стоковых площадках с различными вариантами обработки почвы, показали, что наиболее перспективным приемом, снижающим поверхностный сток и смыв, является безотвальная обработка почвы. Так, в 1974 г. смыв почвы по плоскорезной обработке был в 4 раза, а в 1975 г.— в 3 раза меньше, чем по отвальной зяби (А. Д. Орлов, 1977).

Близкие результаты при изучении противоэрозионной эффективности плоскорезной обработки почв были по-

лучены на Бийско-Чумышской возвышенности. Выявлено, что плоскорезная обработка почв на склонах создает благоприятные условия для накопления и равномерного распределения снега, особенно в раннезимний период. Мощность снежного покрова по плоскорезной обработке почвы в среднем за четыре года была в 1,2—2,3 раза больше, чем по отвальной вспашке. Безотвальная и плоскорезная обработки на глубину 25—27 см в сравнении с отвальной вспашкой уменьшали сток на 6—12%. Наиболее высокая эффективность этих обработок наблюдалась в годы, когда почва осенью была слабо увлажнена, а также в годы (1975—1976) с запасами воды в снеге, близкими к многолетним. При повышенных снегозапасах (1977—1978 гг.) и хорошем увлажнении почв осенью водопоглотительная роль таких обработок несколько снижалась, однако преимущества глубокой плоскорезной обработки сохранялись. Поглощение почвой талых вод при безотвальных обработках в среднем за четыре года наблюдений было на 25—40 мм больше, чем по отвальной вспашке. Смыв почвы при стоке талых вод на вариантах с безотвальной и неглубокой плоскорезной обработкой в сравнении с отвальной вспашкой оказался меньше в 1,9—2,1 раза, а в сравнении с глубокой плоскорезной обработкой — в 2,5 раза. Опыты с дождеванием показали, что смыв почвы на посевах яровой пшеницы в варианте с плоскорезной обработкой в 1,5 раза меньше, чем на посевах этой культуры по отвальной вспашке (В. М. Уваров, 1981).

Высокая противоэрозионная эффективность плоскорезной обработки почвы установлена в Прикамье Татарской АССР. Запасы воды в снеге при плоскорезной обработке здесь были на 16—17 мм больше, промерзание почвы — на 15—20 см меньше, а смыв почвы в среднем за четыре года в 2,4 раза меньше, чем по отвальной вспашке (соответственно 11,5 и 4,7 т/га) (А. П. Пухачев, 1982).

Положительные результаты от применения в Татарской АССР плоскорезной обработки почвы на склонах получены и Ф. К. Шакировым (1975). Глубокая вспашка смытых почв невозможна из-за выворачивания на поверхность нижележащих малоплодородных горизонтов. Плоскорезную же обработку можно осуществлять до глубины 30 см, что значительно увеличивает водопрони-

цаемость почв в сравнении со вспашкой на глубину 20 см. На полях, обработанных плоскорезами, запасы влаги в снеге увеличиваются в среднем на 20—30%, причем равномерный снежный покров устанавливается раньше, чем на отвальной пашне. Поэтому почва промерзает здесь в среднем на 40—60 см меньше, чем на отвальной зяби, и в момент снеготаяния быстрее и глубже впитывает талые воды.

На полях с плоскорезной обработкой вода, медленно стекая по стерне рассеянными слабыми струями, просачивается в ближайшую щель, оставшуюся от стойки плоскореза, в результате смыв почвы в данном случае практически отсутствует и запасы продуктивной влаги в почве увеличиваются. В связи с этим многие хозяйства Татарской АССР перешли на безотвальную обработку покатых склонов, где при обычной вспашке весной наблюдались частые размывы почв.

В условиях Башкирии на безотвальной зяби снега накапливалось на 12—21,4 см больше в сравнении с отвальной зябью. За счет этого, а также повышения водопроницаемости почв безотвальная обработка с оставлением стерни на поверхности улучшает режим увлажнения почв. В колхозе имени Ворошилова Буздякского района на склоне 2,5—3° с карбонатным черноземом смыв почвы от стока талых вод по зяблевой вспашке равнялся в среднем 17 т/га, а по безотвальной обработке с оставлением стерни на поверхности почвы — 6 т/га. Прибавка урожая зерна от применения безотвальной обработки в различных хозяйствах Башкирии достигла 3,5 ц/га (Г. Н. Лысак, 1973).

Применение плоскорезной обработки почвы на черноземах Поволжской агролесомелиоративной станции и на светло-каштановых почвах опытного хозяйства Волгоградского СХИ в большинстве случаев способствовало увеличению запасов влаги в почве. Показатели стока и смыва по плоскорезной обработке были несколько выше, чем по отвальной вспашке, однако в почву в первом случае проникало больше снеговой воды, чем во втором. При небольшом стоке талых вод противоэрозионная эффективность плоскорезной обработки четко не проявлялась. То же относится и к влиянию плоскорезной обработки на урожайность культур (Г. П. Сурмач, 1976).

Результаты исследований, проведенных в Воронежской области, свидетельствуют о том, что в сравнении с отвальной обработкой почвы применение дисковых орудий и плоскорезов при подготовке почвы под посев озимых, размещенных по гороху и кукурузе, увеличивает урожайность озимой пшеницы на 3,4 ц/га (М. И. Сидоров, 1980).

Наблюдениями, проведенными в Белгородской области, установлено, что в защите почв от эрозии на сильнорасчлененных ложбинами склонах наиболее надежной является обработка почвы глубокорыхлителями КПГ-250. Этим методом удается защитить почву от смыва и размыва (Л. П. Рындыч, 1979).

Как показали результаты исследований ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии, проведенных в Курской области, неглубокая мульчирующая обработка почвы под озимые культуры в годы с хорошей обеспеченностью почвы влагой не уступает вспашке, а в неблагоприятные по погодным условиям годы при незначительном количестве осадков способствует повышению урожайности зерновых на серых лесных почвах на 1,5—2 ц/га и на черноземах — на 2,5—3 ц/га. Плоскорезную обработку рекомендуется применять здесь особенно на склонах более 3°. Запасы влаги в почве бывают при этом больше, чем при отвальной обработке, а урожайность зерновых увеличивается на 1,6—2,7 ц/га (Д. Е. Ванин, 1981).

Обобщение материалов исследований, проведенных в Центрально-Черноземной зоне, свидетельствует о том, что наиболее высокую почвозащитную и экономическую эффективность под посев зерновых обеспечивает глубокая безотвальная и неглубокие плоскорезные обработки почв, особенно на полях, свободных от сорняков.

Высокая противоэрозионная и агроэкономическая эффективность применения плоскорезной обработки почв подтверждена результатами исследований Донского зонального НИИСХ и Донского СХИ. Исследования, проведенные в колхозе «Большевик» Миллеровского района Ростовской области, показали, что использование плуга для основной обработки паровых полей приводило к заметному снижению запасов продуктивной влаги в почве в сравнении с участками, где обработку выполняли плоскорезами. Причем эта разница сохранялась до

посева озимых культур. В результате стока талых вод смыв почвы по черному пару оказался в 3 с лишним раза больше, чем по плоскорезному, и составил в среднем за 1978—1979 гг. 11,3 т/га (по плоскорезному пару он равнялся 3,4 т/га) (Ф. А. Мироненко и др., 1980).

Эффективность плоскорезной обработки почв, особенно в малоснежные зимы, доказана рядом исследований, проведенных в Ставропольском крае. Степень усвоения осадков в такие зимы на полях со стерней в сравнении с полями, вспаханными плугами, возрастает на 13,3—14,6%, а весенние запасы влаги повышаются на 15—18 мм. Положительная роль стерни в накоплении влаги в почве при безотвальных обработках проявлялась в 11 годах из 14. В засушливых районах Ставропольского края урожай зерна увеличивается при этом на 2—8 ц/га (Н. И. Федотова, 1980).

Накоплено немало данных, подтверждающих противоэрозионную эффективность бесплужной обработки почв в Украинской ССР. Результаты многолетних исследований, проведенных в Днепропетровской области (И. А. Пабат, 1979), показали, что плоскорезная обработка в среднем за четыре года способствовала значительному увеличению поглощения почвой выпадающих осадков и на склоне 3,5—4° уменьшала суммарный смыв почвы в 5,5 раза. В исследованиях, выполненных в Харьковской области Украинским НИИ почвоведения и агрохимии имени А. Н. Соколовского, запасы воды в снеге при плоскорезной обработке почвы оказались больше, чем по отвальной вспашке. Смыв почвы от снеготаяния по отвальной вспашке при этом составил 6,8 т/га, а по плоскорезной обработке — 0,6 т/га. По данным Украинского НИИ земледелия, в Правобережно-Днепровском эрозионном районе лесостепи при плоскорезной обработке запасы продуктивной влаги в почве в сравнении с отвальной вспашкой в среднем за три года (1976—1978) увеличивались на 12 мм, а смыв почвы уменьшался в 2 раза (В. В. Положай, 1981).

В первой половине июня 1980 г. в Полтавской области, где широко применяют бесплужную обработку почв, прошли сильные ливни. За один день слой осадков составил 45—150 мм. В колхозе имени Мичурина Решетиловского района этой области, где за один ливень выпало 150 мм осадков, смыв почвы по отвальной вспашке

с посевом пшеницы вдоль склонов 2—6° достиг 315—415 м³/га. На полях колхоза имени Димитрова, обработанных плоскорезами вдоль склона 1,5—5°, под посевами ячменя он оказался в 3 раза меньше, чем на площадях, вспаханных плугом. В некоторых хозяйствах Лохвицкого района смыв почвы по отвальной пашне был настолько сильным, что сахарную свеклу пришлось пересевать, а на площадях, обработанных плоскорезом, такая необходимость отсутствовала. В таблице 48 приведены сравни-

ТАБЛИЦА 48. Смыв почвы под посевами сахарной свеклы при отвальной вспашке и бесплужной обработке на полях колхоза „Перемога комунизму" Лохвицкого района Полтавской области (июнь 1980 г.)

Расстояние от водораздела, м	Крутизна склона, град	Смыв почвы, м³/га		Уменьшение смыва почвы по бесплужной обработке в сравнении с отвальной вспашкой	
		по отвальной вспашке	по бесплужной обработке почвы	м³/га	кратность уменьшения
200	2	55	13	42	4,3
290	2,5	68	24	44	2,8
370	3	80	39	41	2,6
410	3,5	100	55	45	1,8

тельные данные о смыве почвы под посевами сахарной свеклы по отвальной вспашке и бесплужной обработке почвы в случае выпадения ливня слоем 60 мм на полях колхоза «Перемога комунизму» Лохвицкого района. Смыв почвы при бесплужной обработке по сравнению с отвальной вспашкой был в 2—4 раза меньше (Ф. Т. Моргун, 1982).

В зависимости от сочетания многочисленных факторов, влияющих на урожайность культур, эффективность бесплужной обработки почв может сильно колебаться. Так, по данным Полтавского СХИ, при выращивании озимой пшеницы по бесплужному рыхлению почвы после кукурузы на силос в сравнении со вспашкой урожайность ее возросла на 2—3,3 ц/га. Результаты исследований ВНИИ кукурузы показали, что при плоскорезной обра-

ботке почвы урожайность ячменя, который размещали после кукурузы на зерно, повышалась на 1—1,8 ц/га (А. В. Фисюнов, 1981). В колхозе имени 50-летия Компартии Украины Станично-Луганского района Ворошиловградской области применение плоскорезной обработки почвы под зерновые на площади 3700 га обеспечивает среднюю прибавку урожая зерна 2,2 ц/га и дополнительный чистый доход 9,24 руб/га, а под посев подсолнечника на площади 500 га — соответственно 1,2 ц/га и 12,4 руб/га (В. И. Скачко, 1980).

Обобщив данные многочисленных научных учреждений Украины и опыт передовых хозяйств, Ю. А. Никитин (1982) пришел к выводу, что в степной зоне Украины в засушливые годы неглубокая обработка почвы плоскорезами и дисковыми орудиями более эффективна, чем вспашка. В Полесье Украины озимая пшеница, посеянная после люпина на зеленую массу, в 1981 г. дала максимальный урожай (34,2 ц/га) при неглубокой дисковой обработке почвы. В северной лесостепи Украины в засушливые годы наиболее высокие урожаи зерна озимой пшеницы, размещенной после гороха, были получены также при неглубокой дисковой обработке почвы.

Плоскорезная обработка почвы эффективна и на орошаемых землях. Во Всероссийском НИИ орошаемого земледелия проведено сравнительное изучение вспашки плугом ПН-4-35 на глубину 20—22 см и плоскорезной обработки почвы КПГ-250. При этом изучали физические свойства почвы, а также величины жидкого и твердого стока на склоне с тяжелосуглинистыми светло-каштановыми почвами, где были размещены посевы озимой пшеницы. Полив осуществляли дождевальной установкой ДДА-100М. В течение периода вегетации влажность почвы в слое 0—80 см поддерживали на уровне 70 — 75% НВ, для чего проводили четыре-пять поливов общей нормой 2200—2800 м^3/га. Установлено, что наиболее удовлетворительными агрофизическими свойствами отличался пахотный слой, обработанный плоскорезом. На этом варианте опыта количество микроагрегатов почвы в среднем за годы исследований было в 1,5 раза меньше, чем на участках с отвальной вспашкой. Увеличение количества частиц менее 0,25 мм приводило к снижению водопроницаемости и к уплотнению почвы. К концу вегетации озимой пшеницы объемная масса

слоя почвы 0—30 см в варианте с отвальной вспашкой равнялась 1,24—1,36 г/см^3, а на участке с плоскорезной обработкой — 1,19—1,31 г/см^3. Стерневые и растительные остатки на поверхности почвы предохраняли ее от сильного уплотнения поливными и дождевыми каплями, а также поверхностным стоком вод. При плоскорезной обработке вследствие увеличения шероховатости поверхности почвы за счет оставшихся растительных остатков вода лучше просачивалась вглубь через щели, образованные при обработке. В результате сток орошаемых вод при плоскорезной обработке уменьшился в 2—3 раза, смыв почвы снизился в 3—4 раза, урожай зерна озимой пшеницы увеличился на 4,4 ц/га, а сена люцерны — на 23,5 ц/га (табл. 49) (В. А. Филимонова и др., 1981).

ТАБЛИЦА 49. Сток и урожайность озимой пшеницы и люцерны в зависимости от приемов обработки почвы (поливная норма 500—550 м^3/га, интенсивность дождя—3,1—3,3 мм/мин, в среднем за 1976—1978 гг.)

Культура	Сток				Урожайность, ц/га	
	жидкий, м^3/га		твердый, т/га			
	вспашка	плоскорезная обработка почвы	вспашка	плоскорезная обработка почвы	вспашка	плоскорезная обработка почвы
Озимая пшеница	69,0	29,9	0,114	0,027	54,3	58,7
Люцерна второго года жизни	48,3	17,8	0,055	0,019	463,5	487,0

Высокая противоэрозионная эффективность безотвальной обработки подтверждена в зоне распространения дерново-подзолистых почв. Так, в одном из исследований, проведенных в Белоруссии на склоне 3°, со смытыми дерново-подзолистыми почвами по безотвальной обработке зимой накапливалось значительно больше снега, чем по отвальной вспашке. В связи с этим было отмечено увеличение содержания влаги в слое почвы 0—50 см в среднем за пять лет наблюдений на 15—43 мм. Смыв почвы при этом составил: по зяблевой вспашке вдоль склона — 9 м^3/га, поперек него — 5,8, по безотвальной обработке вдоль склона — 2,3 м^3/га, а по

безотвальной обработке поперек склона он полностью отсутствовал. Урожай при безотвальной обработке почвы во все годы исследований был выше, чем по зяблевой отвальной вспашке поперек склона. Прибавка урожая равнялась: в 1967 г. картофеля — 11 ц/га, в 1970 г. овса — 0,8—1, в 1971 г. зеленой массы люцерны — 15 — 26, в 1972 г. картофеля — 20 ц/га (В. В. Жилко, 1974).

В исследованиях, проведенных в различных регионах страны, выявлена также высокая противоэрозионная эффективность плоскорезной обработки почв с одновременным ее щелеванием и кротованием. Так, в сов-

ТАБЛИЦА 50. Эффективность обработки почвы плоскорезом с кротованием в совхозе „Южный" Бавлинского района Татарской АССР (1974—1979 гг.)

Способ обработки почвы	Урожайность, ц/га				
	яровой пшеницы	ячменя	овса	ржи	зерновых в среднем
Отвальная вспашка (контроль)	16,3	18,1	31,7	14,3	20,1
Обработка плоскорезом	17,7	19,5	33,1	15,2	21,4
Обработка плоскорезом с кротованием	19,5	20,9	34,4	17,2	23,0

хозе «Южный» Бавлинского района Татарской АССР на склонах, где обработку почвы проводили плоскорезами с одновременным кротованием подпахотного горизонта, в результате резкого уменьшения стока осадков, смыва почвы и создания благоприятных условий для вегетации растений была получена прибавка урожая зерновых в среднем 1,5—3 ц/га (табл. 50) (Ф. Х. Шакиров и др., 1981).

Высокий противоэрозионный эффект от применения поверхностной обработки почвы со щелеванием был получен в Курской области. Урожайность зерновых при этом повышалась на 2,3—3,2 ц/га (Д. Е. Ванин и др., 1981).

Влияние щелевания почвы при плоскорезной ее обработке на запасы влаги, смыв почвы и урожайность ку-

курузы было изучено Украинским НИИ земледелия и Украинской сельскохозяйственной академией (В. В. Положай, 1981). Трехлетние наблюдения за режимом влажности почв показали, что максимальные запасы влаги в почве после снеготаяния обеспечивала почвозащитная технология возделывания кукурузы, основанная на плоскорезной обработке почвы со щелеванием. В результате снегозадерживающей роли стерни и водозадерживающей — щелевания содержание продуктивной влаги в слое почвы 0—200 см здесь оказалось выше, чем в вариантах с другими технологиями, на 17—28 мм. На этом варианте был самый низкий расход влаги, несмотря на максимальный выход продукции, что объясняется более экономным расходованием влаги в результате уменьшения потерь ее на физическое испарение вследствие наличия мульчи на поверхности и более мощной листовой поверхности растений. Кроме того, кукуруза на этом варианте дружно прорастала и к периоду весенне-летних дождей могла более эффективно использовать дождевые осадки. Поверхностный сток на варианте с почвозащитной технологией, основанной на неглубокой плоскорезной обработке со щелеванием, в период как снеготаяния, так и стокообразующих летних ливней оказался наименьшим за счет более высокого стокорегулирующего фактора щелевания. В среднем за три года он составил 27 мм при 39 мм на контроле. Наличие глубоких щелей на варианте со щелеванием обеспечивало поглощение влаги, гашение эродирующей энергии потока, что предотвращало смыв почвы. На этом варианте получена и самая высокая прибавка урожая зерна, а также зеленой массы кукурузы на силос на фоне применения $N_{60}P_{60}K_{60}$. Основные результаты этих исследований приведены в таблице 51.

На основании проведенных исследований установлено, что для условий лесостепи Украины наиболее целесообразно применять почвозащитную технологию возделывания кукурузы на склонах, основанную на неглубокой (10—12 см) плоскорезной обработке почвы с одновременным щелеванием на глубину до 40 см и внесением органических и минеральных удобрений.

Наряду с безотвальной обработкой почвы в Воронежской области проводили изучение различных вариантов комбинированной отвально-безотвальной вспашки с

ТАБЛИЦА 51. Эффективность различных технологий возделывания кукурузы на склоне 5—6°

Технология	Запасы влаги в почве к зиме, мм	Остаток влаги на конец вегетации, мм	Смыв почвы, м³/га			Урожай, ц/га	
			во время снеготаяния	при ливне 12.04.77	всего	зерна	зеленой массы на силос
Обычная, основанная на отвальной вспашке	185	169	6,1	41,9	48,0	34,1	298
Почвозащитная, основанная на глубокой плоскорезной обработке	174	154	4,0	15,3	19,3	33,1	299
Почвозащитная, основанная на неглубокой плоскорезной обработке со щелеванием	202	198	0	2,3	2,3	35,2	316

плугами. В исследованиях Воронежского СХИ при такой вспашке корпуса с отвалами образовывали гребни высотой 16—18 см, а без отвалов рыхлили почву, оставляя на ее поверхности стерню. На склонах 2,5—3° такая обработка способствовала дополнительному накоплению 16—18 мм влаги и уменьшению смыва почвы в 6 раз. При этом урожай зерна ячменя возрос на 2 ц/га, проса — на 3, зеленой массы озимой ржи — на 34 ц/га. По комбинированной отвально-безотвальной вспашке в сравнении с отвальной в среднем за десять лет запасы снеговой воды увеличились на 27 мм (М. И. Комаров, 1964, 1972).

Исследованиями НИИСХ Центрально-Черноземной полосы имени В. В. Докучаева установлено, что в случае применения комбинированной отвально-безотвальной ступенчатой вспашки на поверхности почвы сохраняется часть стерни, создаются большая гребнистость поля и ступенчатое дно борозды. В 1968 г. коэффициент стока при такой обработке зяби в сравнении с обычной отвальной вспашкой снизился с 0,56 до 0,25. Прибавка

урожая зерна ячменя составила при этом в среднем за три года 1,7 ц/га при урожае зерна на контроле 20,9 ц/га (О. Г. Котлярова, 1970).

В Молдавии при выращивании пропашных культур разработана и применяется система противоэрозионной микрополосной основной и предпосевной обработок почвы на склонах до 6°. Изучение этой системы проводили на стоковых площадках в колхозе имени Кирова Кагульского района на среднесмытом тяжелосуглинистом черноземе (И. С. Константинов, 1978). Суть ее состоит в следующем. После уборки озимых культур сплошного посева почву обрабатывают микрополосно специально оборудованными пропашными культиваторами с одновременным образованием на необрабатываемых полосах шириной 30—35 см валиков из почвы и стерни. Микрополосы при повторном рыхлении осенью подготавливают для посева и размещения (весной) будущих рядов пропашных культур. Семена пропашных культур высевают в средней части обработанных полос шириной 35—40 см (в понижениях между валиками), где наблюдается более высокая влажность почвы за счет задержания атмосферных осадков и предотвращения поверхностного стока. В период вегетации растений проводят рыхление почвы с обеих сторон рядов пропашных культур с одновременным подновлением валиков. Стерня, закрепляя почвенные валики и взрыхленные полосы, обладающие повышенной водопроницаемостью, обеспечивает резкое сокращение стока и смыва почвы. Как показали проведенные исследования, сток при этом сократился с 32,5 до 10 мм, смыв почвы уменьшился с 21,9 до 5,5 т/га, а урожай зерна кукурузы возрос на 8 ц/га.

Для проведения безотвальной обработки почвы в 50—60-х годах часто применяли орудия, изготовленные непосредственно в колхозах и совхозах. В 60-х годах под руководством А. И. Бараева была разработана система машин, которые в 70-х годах в большом количестве поставлялись в различные регионы страны. Характеристика основных из них приведена ниже.

Культиватор-плоскорез-глубокорыхлитель КПГ-250. Предназначен для рыхления почвы на глубину до 30 см с оставлением пожнивных остатков на ее поверхности. Представляет собой навесное орудие к тракторам клас-

са тяги 3 тс и имеет рабочий захват 2,1 м. Основные узлы глубокорыхлителя: сварная рама, две плоскорезные лапы, два опорных колеса с винтовыми механизмами для регулирования глубины рыхления и механизм для соединения орудия с навесным устройством трактора. После прохода культиватора на поверхности почвы остается 70—80% пожнивных остатков.

Культиватор-плоскорез-глубокорыхлитель КПГ-2-150. Имеет то же назначение и ту же конструкцию, что и КПГ-250, но агрегатируется с тракторами класса тяги 5 тс. Орудие навесное, комплектуется двумя плоскорежущими лапами. Ширина захвата — 3,1 м. Наибольшая глубина обработки — 30 см. Сохраняет на поверхности почвы до 80% пожнивных остатков.

Плоскорез-глубокорыхлитель ПГ-3-5. Предназначен для рыхления почвы на глубину 16—30 см. Состоит из трех секций. С трактором класса тяги 5 тс работают все секции с пятью рабочими органами, а 3 тс — только одна центральная с тремя рабочими органами, а две боковые секции в этом случае отсоединяются. Плоскорезные лапы расположены по проекции клина и имеют ширину захвата 1,1 м, а угол раствора — 100°. Общая ширина захвата с пятью лапами — 5,3, с тремя — 3,2 м.

Глубокорыхлитель-удобритель прицепной гидрофицированный КПГ-2,2. Предназначен для подпочвенного внесения минеральных удобрений одновременно с глубоким (до 30 см) рыхлением почвы. Агрегатируется с трактором класса тяги 3 тс. Основные узлы: рама, две плоскорежущие лапы, емкость для туков, вентилятор с гидроприводом, механизм подъема орудия в транспортное положение, два опорных колеса и привод дозаторов. Привод туковысевающих аппаратов осуществляется от колеса орудия с помощью карданной и цепной передач. Распределение удобрений по ширине захвата лап обеспечивается за счет подачи в тукоприемник воздуха от высоконапорного вентилятора. Регулировка глубины хода рабочих органов от 18 до 30 см осуществляется с помощью специальной винтовой стяжки.

Культиватор-плоскорез широкозахватный КПШ-9. Предназначен для неглубокого (7—18 см) рыхления почвы с оставлением пожнивных остатков на ее поверхности. Применяют для осеннего и весеннего рыхления легких по механическому составу почв и для культива-

ции паров. КПШ-9 — полунавесное орудие, которое агрегатируется с тракторами класса тяги 3 тс при комплектовании семью лапами с общей шириной захвата 6,4 м и класса тяги 5 тс при комплектовании девятью лапами с общей шириной захвата 8,2 м. Параметры лап: ширина захвата — 1 м, угол раствора лапы — 75°. Хорошо работает при влажности почвы до 70% НВ. Сохраняет 70 — 75% стерни на поверхности почвы.

Культиватор-плоскорез широкозахватный КПШ-5. Имеет то же назначение, что и КПШ-9, но агрегатируется с тракторами класса тяги 3 тс. Захват орудия с пятью рабочими органами — 4,57, с тремя — 2,77 м. Рыхлит почву на глубину 7—16 см.

Орудие ОПТ-3-5. Предназначено для плоскорезной обработки пласта многолетних трав с максимальным сохранением поукосных остатков на поверхности поля. Агрегатируется с тракторами класса тяги 3 и 5 с. Конструкция орудия идентична конструкции КПШ-5 и отличается от нее лишь тем, что для уменьшения ширины борозд от стоек лап и большего сохранения поукосных остатков перед каждой стойкой рабочего органа установлен дисковый нож, разрезающий пласт, а центральная рама снабжена балластным ящиком.

Тяжелый противоэрозионный культиватор КПЭ-3,8. Предназначен для предпосевной культивации стерневой зяби, для первой обработки стерневых паров на глубину 8—10 см и осенней плоскорезной обработки почвы на 12—14 см. Орудие прицепное, с шириной рабочего захвата 3,8 м. Рабочий орган — плоскорежущая лапа — с шириной захвата 410 мм. Пружинная стойка лапы через две амортизационные пружины крепится к раме. Лапы расставлены в три ряда. Вибрация лап в работе за счет упругих стоек способствует очищению орудия от пожнивных остатков и меньшему залипанию их почвой. Поэтому культиватор может работать при повышенной влажности почв.

Штанговый культиватор КШ-3. Предназначен для сплошной обработки почвы на глубину 6—10 см. Используют только на рыхлых почвах, предварительно обработанных другими культиваторами (главным образом на культивации паров). Рабочий захват орудия — 3,6 м. Рабочий орган его — стальная квадратная штанга, расположенная поперек движения культиватора и вращаю-

щаяся в сторону, обратную направлению вращения колес. Перемещаясь в почве, штанга разрыгвает корневую систему сорняков и одновременно проводит рыхление почвы. При этом она самоочищается от сорняков и растительных остатков. Штанга заглубляется в почву с помощью гидросистемы. При неудовлетворительном ее заглублении балластный ящик загружают дополнительным грузом. Оставляет до 70% стерни на поверхности почвы. Однако на сильнозасоренных полях культиватор не обеспечивает полного уничтожения сорняков, поэтому обработку засоренных паровых полей рекомендуется проводить поочередно культиваторами-плоскорезами и штанговыми культиваторами.

Лущильник с плоскими дисками ЛДГ-10П. Предназначен для рыхления верхнего слоя почвы на глубину 4—6 см без заделки растительных остатков в почву. Используют в безотвальной системе земледелия только для ранневесеннего рыхления почвы. Разработан на базе серийного лущильника ЛДГ-10. Отличается от него лишь тем, что вместо стандартных сферических в нем применены плоские диски и соответственно изменена форма скребков для их очистки.

Борона игольчатая БИГ-3. Предназначена для осеннего и весеннего рыхления верхнего слоя почвы, покрытого стерней и другими пожнивными остатками. Это прицепное гидрофицированное орудие с шириной захвата 3 м. При движении бороны по стерневому полю игольчатые диски перекатываются, заглубляясь при этом на 4—6 см под действием собственной массы. Иглы рыхлят верхний слой почвы и одновременно заделывают семена сорняков и падалицы культурных растений. При этом до 75% стерни остается на поверхности поля. В зависимости от способа установки рабочих органов борона может иметь пассивное или активное расположение рабочих органов (встречное или попутное направление зубьев).

Сеялка-культиватор зерновая стерневая СЗС-2,1. Предназначена для рядового посева зерновых культур с междурядьями 228 мм с одновременным подрезанием сорняков, внесением гранулированных удобрений в рядки и прикатыванием почвы в засеянных рядках. Сеялка имеет девять лап-сошников, расставленных в три ряда. Кольчатые катки закрытого типа, с треугольной формой

обода. Они обеспечивают раздельное прикатывание каждого рядка и формирование гребнистой поверхности поля.

Перечисленные выше машины в начале 80-х годов уже использовались на площади более 45 млн. га. В эти же годы заканчивалось производственное испытание и организовывалось производство более совершенных машин второго поколения для плоскорезной обработки почв и возделывания культур, таких, как культиваторы к тракторам класса тяги 3 и 5 тс КТС-10-1 и КТС-10-2, бороны-мотыги БМШ-15 и БМШ-20, стерневые сеялки СЗС-12 и СЗС-14, сеялка-культиватор для широкополосного посева СЗС-2,1МА, сеялка зернотравяная стерневая СТЗ-2,1-01, сеялка кулисная СКН-3, сеялка дисковая ЛДС-6 и др. В ближайшие годы завершится разработка и будет организовано производство машин и орудий третьего поколения для бесплужной системы обработки почв (Э. Ф. Госсен, 1982).

В нашей стране предстоит расширить производство чизельных орудий, которые широко применяются во многих странах мира. Как показал зарубежный опыт, они отличаются высокой производительностью и экономичностью. Чизельные орудия используют в качестве глубокорыхлителей, щелевателей и кротователей. Чизелевание способствует накоплению влаги в почве, ее рациональному использованию, защите почв от эрозии и дефляции. Чизельные орудия условно делят на чизельные культиваторы (рыхлят почву на глубину до 25 см), чизельные плуги (рыхлят почву до 40 см) и чизельные глубокорыхлители (рыхлят почву до 80 см) (Е. Л. Ревякин, 1982).

Для бесплужной обработки почв наряду с плоскорезами на Украине и в других регионах страны, где основную почвозащитную функцию выполняет не стерня, а живой растительный покров, широко применяют дисковые орудия. Так, результаты исследований ВНИИ кукурузы показали, что в случае применения дисковых орудий БДСТ-2,5 и БДТ-7 урожайность озимых была такой же, как и в вариантах, где обработку почвы проводили плоскорезами КПП-2,2 и КПЭ-3,8, причем некоторое преимущество имела даже поверхностная обработка дисковыми орудиями. Установлено, что дисковые бороны и лущильники целесообразно использовать на более связ-

ных тяжелых почвах, преимущественно после таких предшественников, как горох, кукуруза на зеленый корм и силос, бахчевые культуры. Культиваторы-плоскорезы лучше всего зарекомендовали себя на легких почвах и в случае применения их после раноубираемых парозанимающих культур, когда почва бывает еще достаточно влажной. Дисковые бороны (БДТ-7, БД-10 и др.) обеспечивают высокое качество рыхления почвы на глубину 8—10 см за один-два прохода. Эффективны также гидрофицированные дисковые лущильники ЛДГ-10 и ЛДГ-15, использование которых позволяет обрабатывать почву в 1,5—2 раза быстрее, чем применение дисковых борон и культиваторов-плоскорезов (В. М. Круть, 1981).

Таким образом, поверхностную обработку почвы можно проводить различными орудиями. Выбирать орудия важно творчески, с учетом конкретных условий. Например, в ряде хозяйств Полтавской области под озимые, яровые колосовые и некоторые другие культуры почву обрабатывают бесплужным способом с использованием дисковых орудий, игольчатой бороны БИГ-3 и плоскорезов. При этом жнивье вначале дискуют или обрабатывают бороной БИГ-3, а затем, спустя семь — десять дней, применяют плоскорезы. Глубина рыхления при этом зависит от культуры, под которую готовят почву (А. А. Бурлак, 1980).

Приведенные выше результаты научных исследований и опыт передовых хозяйств свидетельствуют о больших перспективах применения бесплужной обработки почв на склонах как одного из важных методов защиты почв от эрозии, повышения урожайности культур, снижения себестоимости продукции, а следовательно, и увеличения рентабельности сельскохозяйственного производства. Например, подсчеты, проведенные по Полтавской области, подтверждают высокую экономическую эффективность бесплужной обработки почв. При этом резко снижаются трудоемкость возделывания культур, фондо- и металлоемкость. Что касается других регионов страны, то результатами исследований, например, НИИСХ центральных районов Нечерноземной зоны доказано, что под посев овса вместо вспашки наиболее целесообразна поверхностная обработка почвы. При этом затраты снижаются с 4,55 до 1,32 руб/га (Н. А. Старовойтов, 1981).

Вместе с тем по ряду аспектов внедрения в производство бесплужной обработки почв есть нерешенные вопросы, противоречивые взгляды и результаты экспериментальных исследований.

Одним из таких вопросов является внесение в почву навоза в высоких нормах, которое необходимо для многих регионов страны под посев сахарной свеклы, кукурузы и при подъеме пара. Имеют место противоречивые данные и по вопросу глубины заделки навоза в почву не только для условий различных зон, но и внутри одной зоны. Так, по данным научных исследований и практики передовых хозяйств Украины, в одних случаях установлено явное преимущество глубокой заделки органических удобрений под плуг, а в других — возможность применения их под дисковую борону с последующей обработкой почвы плоскорезами (А. А. Бурдан, 1981). Например, в колхозе «Большевица праца» Карловского района Полтавской области использование под дисковую борону (под повторную озимую пшеницу) 40 т/га этого удобрения в условиях сильной засухи 1979 г. позволило получить 40—50 ц/га зерна. В колхозе «Мытница» Васильковского района Киевской области применение органических удобрений поверхностно при неглубокой плоскорезной обработке почвы под сахарную свеклу с последующей заделкой дисковой бороной дало возможность собрать в среднем за 1978—1979 гг. 541 ц/га корнеплодов (Н. К. Шикула, 1980). Вместе с тем доказано, например, что в зоне распространения дерново-подзолистых почв необходима только глубокая заделка навоза. В связи с этим выдвигается необходимость совершенствования конструкции плугов для осуществления более полного оборачивания пахотного слоя почвы. Высказывается целесообразность при периодической вспашке и запашке навоза использовать двухъярусные плуги с лемехом предплужника на полную ширину захвата плуга (С. С. Сдобников, 1980).

Нельзя также не обратить внимания, что при плоскорезной обработке почв основная масса гранулированных удобрений часто остается на поверхности, что особенно нежелательно для склоновых земель. В совхозе «Ударник» ОПХ Украинского НИИ защиты почв от эрозии в полевых условиях было проведено изучение характера распределения гранулированных туков по глубине при

плоскорезной обработке почв. На участке со стерней озимой пшеницы почву обрабатывали плоскорезом КПП-2,2 на глубину до 12 см. Установлено, что лапы плоскореза недостаточно заделывают гранулированные удобрения. Так, 18,5% общей массы гранул оставалось на поверхности почвы, 69,9% размещалось в слое 0—6 см и лишь 11,6% — в слое почвы 6—12. При плоскорезной обработке стерневого фона, вышедшего из-под озимой пшеницы, глубокорыхлителем КПГ-250 на 25 см разбросанные по поверхности гранулированные удобрения перемещались на глубину до 12 см, однако основная масса их (87,2%) оставалась в поверхностном (0—6 см) слое почвы (В. К. Бакулин, В. В. Наливайко, 1982).

Проблемой, нуждающейся в дальнейшем изучении, является борьба с сорными растениями при плоскорезной обработке почв. На рисунке 10 (по А. В. Фисюнову, В. Ф. Клезу, 1982) проиллюстрирован характер распределения осыпавшихся семян сорных растений по слоям почвы после вспашки ее плугом ПН-4-35 и рыхления КПГ-250 на глубину 30 см. По данным исследований (А. В. Фисюнов, 1981), в случае внесения в почву гербицидов основная масса семян однолетних сорняков в слое 0—10 см при бесплужной обработке почвы погибает и запасы их в конце года не пополняются. При вспашке же из нижележащих слоев почвы выворачиваются на поверхность жизнеспособные семена сорных растений, в результате посевы следующей культуры оказываются сильнозасоренными. Но если в силу разных причин гербициды не применяют или применяют в недостаточном количестве, то фактор засоренности полей при бесплужной обработке почв оказывается весьма серьезным и не считаться с ним нельзя. Приведем два примера.

Как показали исследования, выполненные НИИСХ центральных районов Нечерноземной зоны в Московской области, поверхностная обработка почвы в сравнении со вспашкой способствовала более раннему (на четыре-пять дней) поспеванию ее весной, равномерной заделке семян овса и ячменя в почву и повышению их полевой всхожести. Так, если в варианте со вспашкой почвы полевая всхожесть семян овса в среднем за три года исследований составляла 85,7%, а ячменя в среднем за два года — 70,8%, то при бессменном применении поверхностной

обработки почвы и при ее сочетании со вспашкой соответственно — 89,1 и 87,7% для овса и 77,3 и 79,2% для ячменя. Это объясняется тем, что весной на участках, где применяли поверхностную обработку почвы, в верхнем слое ее складывались более благоприятные условия для вегетации этих культур, чем при вспашке. Семена овса и ячменя при посеве попадали на хорошо выровненное уплотненное и влажное ложе и дружно прорастали. Однако при поверхностной обработке почвы засоренность посевов была больше. И хотя на урожае зерна овса это не отразилось и он был выше, чем на контроле, на 1,4 ц/га (контроль — 43,7 ц/га), однако урожай зерна ячменя при

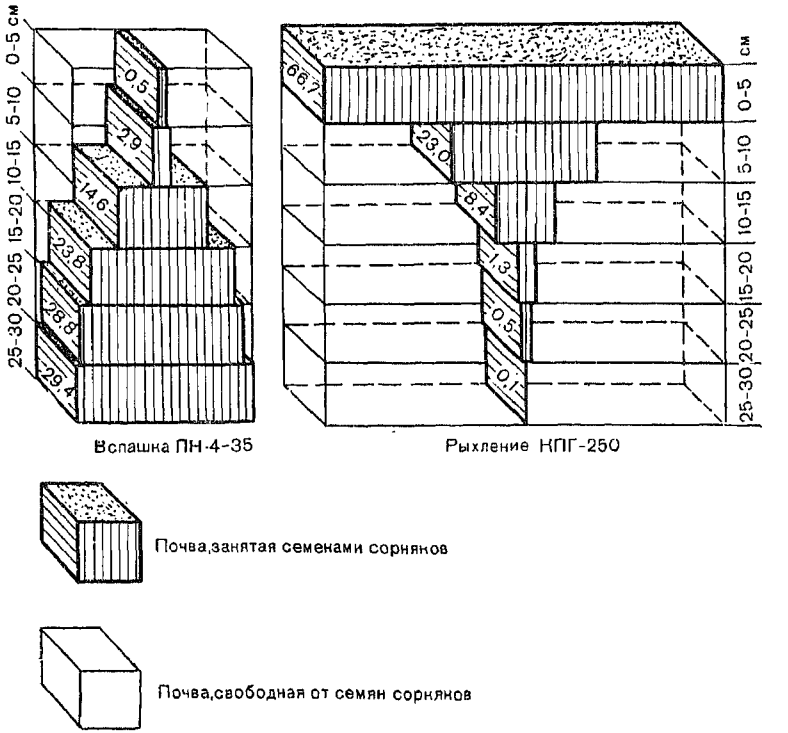


Рис. 10. Распределение осыпавшихся семян сорных растений по слоям почвы после различных способов ее обработки на глубину 30 см (затемненная часть — количество семян в проценте к их общему количеству) (по А. В. Фисюнову и В. Ф. Клезу, 1982)

поверхностной обработке почвы оказался ниже, чем на контроле, на 3 ц/га (урожай на контроле — 27,3 ц/га) (Н. А. Старовойтов, 1981).

Результаты исследований ВНИИ сахарной свеклы показали, что поверхностная обработка почвы дает положительный эффект, особенно в засушливые годы, в случае проведения ее под озимую пшеницу, высеваемую после гороха и кукурузы на силос. Такая обработка не уступает отвальной вспашке и во влажные годы. Установлено, что применение плоскорезной обработки почвы на глубину до 32 см под сахарную свеклу на фоне обычной вспашки под предшественники не снижало урожая корнеплодов и даже способствовало повышению их сахаристости на 0,5—0,6%. Однако при этом увеличивалась засоренность посевов свеклы в 1,5—2 раза, поражаемость всходов корнеедом на 5% и возрастали затраты труда на формирование густоты насаждений и борьбу с сорняками на 20% (В. Ф. Зубенко, 1980).

Существует проблема применения бесплужной обработки почв при использовании индустриальных технологий возделывания пропашных культур. Так, в случае применения гербицида эрадикана при индустриальной технологии возделывания кукурузы требуется отвальная вспашка свободного от пожнивных остатков поля, что противоречит целесообразности применения в данном случае плоскорезной обработки почвы (В. И. Шульженко, 1981).

Оставление на поверхности почвы растительных остатков в ряде регионов страны способствует распространению вредителей и болезней культурных растений. Следовательно, нуждаются в разработке и различные приемы использования пестицидов в этих условиях.

Не умаляя достоинств бесплужной обработки почв, следует отметить, что, во-первых, для различных регионов страны необходимо разработать дифференцированную технологию ее применения под различные культуры и, во-вторых, для многих районов целесообразно использовать в разные годы под различные культуры как отвальную вспашку, так и плоскорезную обработку почвы. Поэтому ученые, работающие в различных зонах страны, предлагают разные варианты применения отвальной и безотвальной обработки почв.

Как отмечает С. С. Сдобников (1980), в системе обра-

ботки почвы целесообразно сочетать поверхностные, плоскорезные и отвальные приемы с учетом особенностей почвенно-климатических условий и возделываемых в севооборотах культур. Исходя из теоретических положений, ежегодная отвальная вспашка перспективна только в холодных переувлажненных районах, ежегодная плоскорезная обработка с сохранением стерни на поверхности — на легких почвах, подверженных дефляции. Во всех других случаях важно экспериментальным путем определять целесообразность сочетания различных по глубине и видам обработок. Так, в зернотравянопропашных севооборотах лесостепной и степной зон наиболее перспективна система, включающая глубокую отвальную вспашку пласта многолетних трав и почвы под пропашные культуры, поверхностную обработку под озимые и отвальную (или плоскорезную) обработку на обычную (20—22 см) глубину в остальных полях севооборота.

По В. Д. Панникову (1980), нет необходимости применять ежегодно глубокую вспашку всех полей. Выявлено, что на окультуренных каштановых почвах и выщелоченных черноземах обработку почвы на глубину 28—30 см важно повторять через два-три года, а на типичных, обыкновенных и южных черноземах — через три — пять лет. Доказана эффективность проведения глубокой обработки лишь в пару, под горох, кукурузу, сахарную свеклу, картофель и многолетние травы.

Системой земледелия в Курской области для севооборотов различных типов предусматривается чередование отвальной и безотвальной обработки почв на различную глубину под разные культуры, системой земледелия в Татарской АССР — чередование вспашки в севооборотах с рыхлением и применение ее 1 раз в два— четыре года в зависимости от засоренности полей и типа почв. Причем глубокую обработку почвы рекомендуется проводить в чистом пару, под горох, сахарную свеклу, корнеплоды, картофель, многолетние и однолетние травы, обычную на 20—22 см — под яровые зерновые, неглубокую (на 13—14 см) или поверхностную (на 6—8 см) — под озимые, идущие по занятым парам, зерновым бобовым (И. Н. Афанасьев, Г. Д. Аверьянов, 1982).

Несмотря на то что в Полтавской области накоплен большой опыт применения бесплужной обработки почв

почти под все культуры, и здесь считают преждевременным полный отказ от плужной обработки. По данным Ф. Т. Моргуна, А. В. Фисюнова и М. Г. Тютюника (1980), безотвальная обработка черноземов под зерновые культуры в условиях этой области вполне себя оправдала. Сочетание ее в севообороте со вспашкой под такие культуры, как сахарная свекла, картофель, кукуруза и др., под которые необходимо внесение навоза с последующей его заделкой, служит одним из важнейших условий увеличения валовых сборов зерна и другой сельскохозяйственной продукции. Это же мнение разделяет и Н. К. Шикула (1980), считая, что на Украине почвозащитные технологии возделывания озимой пшеницы, озимой ржи, ярового ячменя, овса и подсолнечника достаточно хорошо отработаны. В то же время для сахарной свеклы и кукурузы они находятся в стадии изучения. Еще не решены вопросы бесплужной обработки почвы после многолетних трав, а также в случае внесения органических удобрений.

Следовательно, при разработке и использовании противоэрозионных приемов обработки почв важно иметь в виду, что их необходимо применять как при отвальной, так и при безотвальной обработке. В настоящее время безотвальная система обработки почв используется пока только на 20% площади пашни. Поставлена задача к 1990 г. обеспечить ее применение примерно на $^1/_3$ площади пашни. Поэтому, уделяя большое внимание защите почв от эрозии при бесплужном земледелии, ни в коем случае нельзя недооценивать важность использования противоэрозионных приемов обработки почв в случае применения плугов.

Снегозадержание и регулирование снеготаяния

Во многих районах нашей страны доля зимних осадков составляет 30—50% от общегодового их количества. Однако коэффициент использования осадков не превышает 0,2—0,3. Они теряются вследствие неравномерного распределения по территории (снегоотложение в оврагах, балках, лесах, непродуваемых широкорядных лесных

полосах), стока талых вод весной и испарения. Следовательно, с одной стороны, зимние осадки неудовлетворительно используются как резерв дополнительной влагозарядки почвы, а с другой — служат первопричиной формирования стока талых вод и проявления эрозии почвы на склонах. Между тем результаты исследований и практика свидетельствуют о том, что рациональное использование зимних осадков — одно из основных условий борьбы с засухой и важный резерв повышения урожайности культур в районах недостаточного и неустойчивого увлажнения.

В лесостепных районах Западной Сибири, Поволжья, Центрально-Черноземной зоны запасы влаги в метровом слое почвы за счет снегозадержания к моменту посева яровых культур (апрель — май) можно повысить в 1,5 — 2 раза.

Накопление и равномерное распределение снега на пашне способствуют уменьшению промерзания почвы, значительному сокращению стока талых вод и смыва почвы. Они снижают опасность вымерзания посевов озимых и тем самым повышают почвозащитные свойства растительного покрова.

Самое раннее и равномерное накопление снега наблюдается на стерне зерновых культур и многолетних трав. Она как бы «ловит» самые минимальные твердые осадки. В Алтайском НИИ земледелия и селекции сельскохозяйственных культур длительное время изучали влияние способов основной обработки на накопление снега, сток талых вод и влагозарядку почвы. Оставление стерни на поверхности поля создавало благоприятные условия для накопления снега. Высота снежного покрова при плоскорезной обработке склонов оказалась в 1,4 — 1,6 раза больше, чем при вспашке (табл. 52).

Из данных таблицы 52 видно, что даже без применения дополнительных приемов по накоплению снега при плоскорезной обработке почвы на полях задерживается $^2/_3$ выпадающих за зимний период твердых осадков, а при обычной вспашке — менее половины.

На первый взгляд может показаться, что увеличение запасов снега на склонах при плоскорезной обработке почвы в сравнении со вспашкой может привести к большому стоку талых вод весной. Однако в условиях Алтайского Приобья на выщелоченных и обыкновенных чер-

ТАБЛИЦА 52. Влияние способов основной обработки почвы на снегонакопление (в среднем за семь лет)

Способ обработки почвы	Высота снежного покрова, см	Коэффициент снегоотложения	Запасы воды в снеге, мм
Вспашка на 20—22 см	18,8	0,44	51,2
Вспашка на 20—22 см + лункование	18,8	0,44	51,0
Плоскорезная обработка на 16—18 см	31,1	0,76	82,9
Отава многолетних трав	30,0	0,64	73,3

ноземах увеличения стока, как правило, не наблюдается. Наоборот, в годы, следующие после сухой осени, талые воды при этом хорошо впитываются почвой, значительно повышая ее влагозарядку. Так, в многолетних исследованиях Алтайского НИИ земледелия и селекции сельскохозяйственных культур, запасы влаги в метровом слое почвы перед посевом (май) по плоскорезной обработке почвы составили 140—160 мм против 80—105 мм по обычной вспашке.

Значительный сток талых вод по плоскорезной обработке почвы наблюдается в годы (весны), следующие после сырой осени, когда в результате выпадения обильных осадков почва уходит в зиму сильнопереувлажненной, уплотненной и сцементированной морозами.

Как уже отмечалось, оставшаяся стерня хорошо накапливает первый снег, что позволяет проводить снегозадержание в начале зимы. При отвальной обработке почвы такая возможность отсутствует, поскольку выпадающий снег практически полностью сдувается ветрами. Почва при плоскорезной обработке, будучи хорошо прикрытой стерней и снегом, в течение зимы не выдувается. По зяблевой же вспашке, особенно в малоснежные ветреные зимы, можно часто наблюдать проявление дефляции (так называемые «черные зимы»).

Хорошие результаты дает оставление стерневых кулис после уборки урожая зерновых культур. Для этого по предложению СибНИИСХоза сконструирована специальная жатка. Она имеет основной и дополнительный ножи, а также секционное мотовило, средняя секция которого установлена на самостоятельном валу и регулируется.

При уборке зерновых культур такой жаткой на поле остаются стерневые кулисы высотой 35—40 см и шириной 60 см. Расположенные через 6 м, они накапливают дополнительно значительное количество снега.

В Алтайском крае, Омской, Саратовской и других областях на парах и зяби для лучшего снегозадержания создают кулисы из подсолнечника и горчицы. Перед посевом кулисных растений пар обрабатывают 2 раза с тем, чтобы очистить его от сорняков. Кулисы из подсолнечника в Алтайском крае высевают с 25 июня по 5 июля, а из горчицы — в первой декаде июля. Наилучшие результаты получают при создании двух-, трехрядных кулис. Для этого применяют сеялки СУК-24, СУ-24, СЗС-9 или СЗС-2,1 с последующим прикатыванием. Расстояние между кулисами — 10—12 м, норма высева семян подсолнечника —4—4,5 кг/га, горчицы — 300—400 г/га.

На ровном рельефе кулисы создают поперек направления господствующих ветров, на склонах — с учетом направления склонов и экспозиции, что обеспечивает хорошее задержание и накопление снега.

После появления всходов подсолнечника проводят боронование поперек кулис с тем, чтобы уничтожить прорастающие сорняки. С этой же целью кулисы затем дважды обрабатывают КПГ-4А или другими культиваторами. Средняя прибавка урожая зерна яровой пшеницы по кулисному пару с применением небольших (20—40 кг/га д. в.) норм фосфорных удобрений составляет 4 — 6 ц/га.

Установлено, что в годы с обильными летне-осенними осадками пары, несмотря на неоднократные обработки, к осени, перед уходом в зиму, имеют обычно уплотненный (слитный) верхний слой, препятствующий весной впитыванию талых вод в почву. Чтобы избежать этого и повысить водопоглотительную способность паров, последний раз их целесообразно обрабатывать позже — в октябре и на большую (25—27 см) глубину. В условиях Алтайского Приобья высокий эффект дает перенос последнего рыхления пара с августа на вторую или на третью декаду октября. Прибавка урожая зерна от этого приема достигает 3—5 ц/га, что объясняется резким повышением коэффициента использования талых вод на кулисных парах.

Кулисы в посевах пшеницы создают следующим об-

разом. Яровую пшеницу высевают агрегатом, состоящим из трех сеялок СУК-24 с одновременным внесением удобрений. В первые два прохода он высевает пшеницу тремя сеялками. При каждом третьем проходе выключают правую половину средней сеялки. В результате через каждые 28,8—32,4 м остается просев шириной 1,8 м, который используют под кулисы. Оставленные просевы несколько раз обрабатывают культиваторами с тем, чтобы уничтожить сорняки, а затем после предпосевной обработки почвы (с 25 июня по 5 июля) сеялкой СКП-2 высевают трехстрочные подсолнечниковые кулисы. После посева почву прикатывают.

По данным исследований, применение кулис в зернопаровом севообороте обеспечило повышение урожайности яровой пшеницы на 3,2—4,3 ц/га. В засушливые годы при среднегодовом количестве осадков примерно 380 мм урожай зерна яровой пшеницы без снегозадержания равнялся 15,3 ц/га, при внесении P_{30} в рядки при посеве семян — 16,9, а с применением кулис — 22,6 ц/га (Г. Т. Руденко, 1972).

На Алтае получены положительные результаты и от применения кулис из подсолнечника в посевах кукурузы и многолетних трав. Снегозадержание при помощи кулис повышает урожай сена люцерно-кострецовой смеси на 8—10 ц/га, а с применением $N_{24}P_{24}K_{25}$ — до 20 ц/га.

По данным Г. Н. Лысака (1978), применение кулис на Южном Урале увеличивает накопление снега в 2—3 раза, количество снеговой воды на 45—47 мм, снижает скорость ветра в приземном слое в 2,5—3 раза, повышает урожайность яровой пшеницы на 1,2—2 ц/га и озимой ржи на 1,5—3,5 ц/га.

Работы по снегозадержанию на склоновых землях проводят по заранее разработанному плану с учетом экспозиции склонов, их крутизны, направления ветров, режима снеготаяния на различных частях склонов, что необходимо для получения максимального противоэрозионного эффекта. Так, небольшая мощность снежного покрова на нижних участках ветроударных склонов, главным образом южной экспозиции, и повышенная здесь интенсивность снеготаяния приводят обычно к раннему освобождению этих участков от снега, а следовательно, и к смыву почвы подтекающей сверху водой. Поэтому в случае проведения снегозадержания нужно стремиться

к максимальному накоплению снега на нижних частях склонов (Г. П. Сурмач, 1978).

Во многих районах страны снегозадержание осуществляют снегопахами-валкователями СВУ-2,6. Они предназначены для создания снежных валов с целью задержания и накопления снега на полях. СВУ-2,6 — прицепное орудие с шириной рабочего захвата 2,6 м. Имеет два отвала, работающие всвал. Отвалы снабжены съемными лемехами, а также регулируемыми по высоте полозками, на которых они поднимаются, оставляя защитный слой снега при работе на посевах озимых культур и многолетних трав. Задний просвет орудия имеет форму трапеции для формирования устойчивого снежного валика с наклонными стенками. В последние годы снегопах СВУ-2,6 стали снабжать двумя большими лыжами, закрепленными сбоку отвалов. Лыжи предназначены для ограничения глубины хода снегопаха.

При первом снегозадержании, когда высота снежного покрова составляет в среднем 12—15 см, с трактором класса тяги 3 тс могут агрегатироваться два снегопаха. По более глубокому снегу при повторном снегозадержании этот трактор работает обычно с одним снегопахом. С тракторами класса тяги 5 тс агрегатируются два-три снегопаха.

Высокая эффективность поделки снежных валов снегопахами установлена в Сибири, Поволжье, на Урале. Так, на Уральской областной сельскохозяйственной опытной станции при снегозадержании тракторными снегопахами высота снежного покрова составляла 32,4 см, запас воды в снеге — 972 $м^3$/га, а без снегозадержания — соответственно 19,4 см и 582 $м^3$/га. Урожайность яровой пшеницы на участке со снегозадержанием в среднем за шесть лет была на 4,7 ц/га выше, чем на контроле.

В совхозе «Советский» Акбулакского района Оренбургской области двукратная нарезка снежных валов СВУ-2,6 поперек направления господствующих зимних ветров ежегодно обеспечивает накопление до 30—53 см снега. Для лучшего накопления и равномерного распределения снега валы нарезают здесь с промежутками через каждые 5—6 м. В результате средние запасы воды в снеге перед началом снеготаяния по зяблевой вспашке составляют 449 т/га, а по плоскорезной обработке почвы — 1000—1032 т/га. Однако сток талых вод по плоско-

резной обработке почвы бывает незначительным (Семенов, 1976).

В Центрально-Черноземной зоне при валковании снегопахами СВУ-2,6 хорошие результаты получают в том случае, если снежные валы на склонах до 2—3° размещают через каждые 15—20 м, а на более крутых склонах и особенно южной экспозиции — через 8—10 м.

В совхозе «Тимирязевский» Амвросиевского района Донецкой области снегозадержание осуществляют методом клеткования полей. При этом проходы снегопахом вначале делают вдоль склона через каждые 8—12 м, а затем — поперек него через 6—8 м. В результате получаются клетки, со всех сторон ограниченные снежными валиками. Весной снег более интенсивно тает внутри клеток, вследствие чего перед нижними валиками образуются прудки. Вода их полностью просачивается в почву, которая в данном случае значительно меньше промерзает и быстрее оттаивает под снежным покровом (Н. К. Шикула, 1968).

Установлено, что в ветреные зимы снежные валы, особенно созданные в морозные сухие дни, легко разрушаются и снег уносится с полей. В таких условиях больший эффект дает уплотнение снежного покрова, особенно в период оттепелей. Для этого используют уплотнитель-валкователь УВС-9. В отличие от снегопаха СВУ-2,6 он наряду с формированием снежных валов одновременно уплотняет снег колесами, что предотвращает сдувание и обеспечивает лучшее накопление снега, на несколько дней удлиняет процесс снеготаяния весной и повышает впитывание влаги почвой.

В Московской области полосное уплотнение снега уменьшает скорость стока талых вод в 2—4 раза и сокращает смыв почвы почти на 60 %. Для полосного уплотнения снега здесь рекомендуется использовать тяжелые водоналивные катки ЭКВГ-2,4 и ЭКВГ-1,5. В качестве балласта в них засыпают сухой песок или заливают их 35—40%-ным раствором калийной соли. Ширина рабочего захвата агрегата — 6,5 м. При этом уплотняется полоса шириной 4,2—4,5 м, а между уплотненными полосами остается расстояние 80—100 см. Расстояние между полосами уплотненного снега определяют с учетом крутизны склона и мощности снежного покрова. Чем больше снега на полях и круче склон, тем чаще де-

лают проходы. Уплотнять снег во время оттепелей, когда он оседает, но поры его еще не пропитаны водой, нецелесообразно.

Как показали результаты исследований, проведенных в Казахстане, технология снегозадержания, согласно которой снегопахом СВУ-2,6 нарезают валы на расстоянии 8—10 м или даже 10—12 м друг от друга, не обеспечивает равномерного распределения снежного покрова необходимой высоты. Поэтому рекомендуется нарезать валы на расстоянии 4—5 м между центрами (Н. М. Бакаев, И. А. Васько, 1981).

В последние годы признается, что наилучшей снегозадерживающей способностью обладают препятствия не в форме валов, а в виде траншей (разгребных полос), образованных в снежном покрове. Такие траншеи с валиками по обеим сторонам, например, образуются в результате прохода бульдозера или угольника-снегопаха.

ВНИИ механизации сельского хозяйства (ВИМ) в хозяйствах Московской, Курской, Рязанской областей проводилось сравнительное изучение снегозадерживающей способности прямых и фигурных разгребных полос, формируемых снегопахом клинового типа с переменной в процессе движения шириной захвата, а также снежных валов, образованных снегопахом-валкователем СВУ-2,6. Кроме того, в одну из серий опыта было включено полосное прикатывание снега гладкими катками. Контролем служили участки поля с естественным снежным покровом. Полосное прикатывание снега оказалось неэффективным, что, возможно, было обусловлено малой мощностью снежного покрова. Валики, образованные снегопахом-валкователем СВУ-2,6, накапливали снега в 1,6—1,7 раза больше по сравнению с контролем. Однако самым эффективным приемом снегозадержания оказалось формирование препятствий клиновидными снегопахами. После прохода угольника-снегопаха образуются два валика и траншея глубиной до 55 и шириной поверху до 400 см.

В случае применения полосного разгребания снега требуются меньшие затраты на снегозадержание, поскольку действие траншей в сравнении с валиками продолжается значительно дольше. На количество задерживаемого снега влияют размеры (глубина и ширина) разгребаемых полос и расстояние между ними. С увели-

чением ширины полос возрастает количество задерживаемого снега. При этом эффективность снегозадержания повышается главным образом за счет отложения снега внутри полос.

На основании проведенных исследований установлено, что полосное разгребание снега значительно эффективнее валкования. Поэтому в настоящее время в разработках ВНИИ механизации сельского хозяйства за основу принят снегопах клиновидной формы, формирующий в снежном покрове траншеи с валиками по обеим сторонам.

Экспериментальный образец нового снегопаха представляет собой двухотвальное клиновидное орудие, установленное на три опорные лыжи с механизмом подъема в транспортное положение, работающим от гидросистемы трактора. Орудие предназначено для проведения снегозадержания и регулирования снеготаяния, несмотря на то что к регулированию процессов снегозадержания и снеготаяния предъявляются различные требования. Если при снегозадержании необходимо уменьшить скорость ветра в приземном слое, то в случае регулирования снеготаяния нужно создать условия для лучшего впитывания талых вод, уменьшения стока и смыва почвы. В первом случае разгребаемые полосы и валики должны иметь большое аэродинамическое сопротивление (траншеи глубже, валики выше) с сохранением на почве теплоизоляционного слоя высотой 8—10 см, во втором — необходимо перераспределение снежного покрова таким образом, чтобы участки с возможно меньшим количеством зачерненного снега (траншеи) чередовались с участками чистого уплотненного снега, способного долго сохраняться и сдерживать сток талых вод.

Экспериментальный снегопах гидрофицирован, имеет собственный механизм подъема в транспортное положение, может устанавливаться как впереди трактора, так и использоваться в прицепном варианте. Трактор Т-150К с установленным впереди снегопахом может работать при высоте снежного покрова даже 60—70 см. Установлено, что экспериментальное орудие при минимальной ширине захвата 2,9 м (ширина расчищаемой полосы понизу при большой высоте снежного покрова может достигать 350 см) и высоте снежного покрова 16 см фор-

мирует валики высотой 45—50 см. При высоте снежного покрова 22 и 27 см средняя высота валиков составляет соответственно 55 и 85 см (И. А. Уфиркин, Л. Н. Яковлев, 1981).

Несмотря на то что в исследованиях ВИМ не выявлена эффективность полосного уплотнения снега катками, имеются результаты других исследований по изучению эффективности использования данного приема в целях регулирования снеготаяния на склонах и предотвращения эрозии почв (в исследованиях ВИМ эту задачу не ставили). В связи с этим заслуживают внимания результаты изучения полосного уплотнения снега, проведенного в колхозе «Куросовщина» Минского района Минской области Белорусской ССР. Уплотнение снега проводили здесь полосами шириной 3 м водоналивным катком в сцепе с трактором ДТ-54 и расстоянием между уплотненными полосами 5—8 м. Выявлено, что на уплотненных полосах снег таял значительно медленнее, чем на неуплотненных. При этом разница достигала трех дней. На полосах с уплотненным снегом смыва почвы почти не было, поскольку эти полосы препятствовали стоку талых вод с неуплотненных полос. Особенно большая роль уплотненных полос проявилась в конце снеготаяния, когда они не только уменьшали скорость течения воды, но и задерживали смытую с проталин почву. Прибавка урожая зерна озимой ржи на склонах с полосным уплотнением снега равнялась 1,1—3,2 ц/га (В. В. Жилко, 1976).

В качестве приема борьбы с поверхностным стоком талых вод при низкой водопроницаемости и влагоемкости промерзшего слоя почвы перед снеготаянием П. А. Лариным (1964) предложено нарезать в мерзлой почве лунки-щели длиной 100 см, глубиной — 10 и шириной 5—10 см. Расстояние между лунками в ряду 20 см и между рядами — 5—10 см. При числе 1—3 тыс. лунок на 1 га можно предотвратить сток 500—1000 $м^3$/га воды. Нарезать лунки можно дисково-фрезерной машиной ДФМ-1БА. А. С. Фатьяновым и С. А. Богоявленским (1962, 1964) рекомендовано применение водопоглощающих траншей с утепленным дном. В Горьковской области такие траншеи полностью предотвращали эрозию почвы.

В Башкирской АССР изучали эффективность регули-

рования снеготаяния путем полосного обнажения почвы от снега. Выявлено, что на склоне 2,5° при использовании этого приема смыв почвы уменьшился с 39,2 до 17,5 т/га (М. Ф. Файзулин, 1962).

Для регулирования снеготаяния иногда применяют полосное зачернение снега. В Башкирии этот прием уменьшает смыв в 2 раза и повышает запасы влаги в почве на 10—15 мм. В Московской области на участках с зачернением снега весеннее таяние его ускоряется в 1,5 раза.

НИИСХ Центрально-Черноземной полосы имени В. В. Докучаева рекомендует проводить полосное зачернение снега (присыпку золой, перегноем, землей или торфом) полосами шириной 2,5—3 м через каждые 10—15 м. Вследствие разновременности таяния зачерненного и чистого снега, быстрого оттаивания почвы на зачерненных полосах за счет лучшего их прогревания сток талых вод уменьшается до 50%. Для полосного зачернения снега можно использовать разбрасыватели удобрений РПТУ-2,0, туковые сеялки СТН-2,8 и др.

В связи с решением задачи дифференцированного снегозадержания и регулирования снеготаяния на склонах различных экспозиций заслуживают внимания результаты изучения эффективности полосного зачернения снега на склонах 7—8° южной и северной экспозиции (В. В. Жилко, 1976). Зачернение снега проводили торфяной крошкой полосами шириной 2 м. Расстояние между зачерненными полосами — 5—8 м. Установлено, что на зачерненных полосах проталины образовывались быстрее и почва от снега освобождалась на несколько дней раньше, чем на незачерненных полосах. При этом на средней части склонов северной экспозиции на зачерненных полосах снег сходил на 8—15 дней раньше, чем на незачерненных, а на склонах южной экспозиции эта разница составляла три дня. Уменьшение стока талых вод и эрозии почвы на склонах с полосным зачернением снега способствовало повышению урожайности культур. Прибавка урожая зерна озимой ржи при этом достигала 3—3,5 ц/га.

Следует подчеркнуть, что для задержания снега и регулирования его таяния необходимо применять комплекс мероприятий. Сюда входят рациональное, с учетом фактора снегозадержания и регулирования снеготаяния,

размещение сельскохозяйственных угодий, организация территории хозяйств, правильное размещение севооборотов различных типов и их полей, полосное возделывание культур, посев буферных полос и кулис, подъем зяби с оставлением стерни на поверхности почвы, оставление полос стерни, приемы осенней обработки, ранневесеннее щелевание почв, особенно у буферных полос и кулис, где скапливается снег, снегозадержание путем формирования снежных валов и траншей, полосное уплотнение и зачернение снега, а также другие приемы. Например, в ОПХ имени В. В. Докучаева Алтайского НИИ земледелия и селекции сельскохозяйственных культур для задержания снега создают кулисы из подсолнечника через 30—40 м на паровых полях, а также в посевах зерновых, размещенных после пара. На полях с последующим возделыванием зерновых культур оставляют высокую стерню или стерневые кулисы высокого среза шириной 0,5—0,6 м через каждые 6—10 м в сочетании с одно-, двукратной поделкой снежных валов снегопахами через 6—10 м. На участках с многолетними травами создают кулисы из подсолнечника через 30—35 м или оставляют их из трав через каждые 6—10 м по технологии стерневых кулис высокого среза. На полях с пропашными культурами высевают кулисы из подсолнечника через 50—60 м в сочетании с созданием снежных валов снегопахами. Работы по снегозадержанию и регулированию снеготаяния проводят при этом дифференцированно на верхней, средней и нижней частях склонов различных экспозиций.

Противоэрозионные приемы предпосевной обработки почвы, посева и другие приемы возделывания культур на склонах

При проведении в весенний и летний периоды полевых работ на склонах учитывают создавшиеся здесь экологические условия. Температурный, водный, питательный режимы на склонах различных экспозиций склады-

ваются по-разному. Так, на склонах южной экспозиции почва приобретает физическую спелость на семь—десять дней раньше, чем на склонах северной экспозиции. Здесь она быстрее прогревается и просыхает. На склонах южной экспозиции после весеннего стока талых вод и иссушения почвы нередко проявляется дефляция. Посевы на таких склонах часто «выгорают» или резко снижают урожайность.

Поэтому при выполнении весенних полевых работ на склонах весьма важно использовать агротехнические приемы, способствующие сохранению влаги в почве. Для этого ранней весной, по достижении почвой физической спелости, прежде всего тщательно заравнивают созданные осенью неровности (лунки, микролиманы, валики и т. д.) и проводят боронование с тем, чтобы сохранить влагу.

Высокий эффект после плоскорезной осенней обработки и по необработанной стерне дает использование игольчатой бороны БИГ-3. При помощи этого орудия выравнивают поверхность поля, заделывают щели и скважины, уплотняют и мульчируют почву. Семена сорняков при этом заделываются на глубину 1—3 см, а затем хорошо прорастают.

Применение БИГ-3 на посевах многолетних трав второго — четвертого годов пользования также дает положительные результаты. Посевы трав первого и второго годов, особенно слаборазвитые, при этом могут изреживаться.

Важный прием борьбы с засухой — прикатывание почвы. Однако нужно принимать во внимание, что прикатывание на склонах, уменьшая водопроницаемость верхних слоев почвы, может привести к увеличению стока осадков.

Поэтому здесь при выполнении прикатывания предусматривают меры, направленные на предотвращение стока ливневых осадков и смыва почвы.

Резкое увеличение стока и смыва в случае применения прикатывания почв на склонах установлено многочисленными исследованиями. Так, в Ростовской области в варианте с прикатыванием почвы весенний сток талых вод был в 3 раза и смыв в 5 раз больше в сравнении с вариантом, где прикатывание почвы не проводили.

При этом урожай зерна по прикатанной почве снизился на 1,5 ц/га (Е. В. Грызлов).

В Молдавии на склоне 8° со слабосмытым суглинистым черноземом проводили изучение влияния весеннего прикатывания почвы на сток и смыв почвы от ливневых осадков. В схему опыта был включен вариант с весенним прикатыванием почвы катком без последующих обработок (для борьбы с сорняками в почву предварительно вносили симазин). Контролем служила делянка пара, где за сезон осуществляли три культивации. Результаты учета стока и смыва представлены в таблице 53. Из этой таблицы видно, что сток и смыв в варианте без прикатывания наблюдался 12 рвз, с прикатыванием почвы — 16 раз. Суммарный сток в варианте с прикатыванием почвы был в 2,3, а смыв почвы — в 1,8

ТАБЛИЦА 53. Сток осадков и смыв почвы на пару с прикатыванием и без прикатывания почвы

Год	Дата	Слой осадков, мм	Без прикатывания почвы		С прикатыванием почвы	
			сток, мм	смыв, т/га	сток, мм	смыв, т/га
1963	23.06	13,0	3,2	2,8	6,6	0,5
	16.07	23,3	6,6	9,3	6,9	12,1
1964	11—12.06	25,0	—	—	1,7	0,6
	20.06	22,5	1,6	5,9	5,2	11,8
	1.07	30,6	—	—	0,7	0,4
	16—17.07	21,5	0,9	0,6	4,8	8,1
	19.07	12,8	1,5	2,1	3,3	3,7
	10.08	20,0	1,8	5,2	2,2	6,9
	8.09	23,0	—	—	2,7	6,2
	22—23.09	61,4	0,7	0,8	7,1	9,0
1966	3.07	11,4	0,9	1,0	1,9	1,0
	18.07	15,4	—	—	0,9	0,6
	25.07	5,1	0,4	0,1	1,5	0,9
	26.07	6,7	0,2	0,1	1,2	0,6
	6.08	20,3	2,9	11,2	5,1	11,1
	18.09	18,1	3,1	1,9	3,2	1,5
Всего			23,8	41,0	55,0	75,0

раза больше, чем без прикатывания. Запасы влаги в слое почвы 0—100 см оказались практически одинаковыми на обоих вариантах опыта. Систематическое рыхление пара увеличивало испарение почвенной влаги.

Для предотвращения стока и смыва почвы на склонах в случае применения прикатывания в Донском зональном НИИСХ был создан «противоэрозионный каток». Он изготовлен на базе гладкого водоналивного катка КВГ-1,4, к цилиндрической поверхности которого приварены шесть штампов башмачного типа — по три на каждой половине катка. Между ними, в середине цилиндрической окружности катка, оставлен кольцевой проем шириной 200 мм. Штампы правой и левой сторон катка также разделены проемами. Для того чтобы каток плавно передвигался по полю, штампы левой стороны смещены относительно правой на половину их размера. При движении такого катка по поверхности почвы выдавливаются прямоугольные углубления площадью 0,42 м^2 (0,6×0,7 м), окаймленные со всех сторон земляными валиками высотой 6—8 см и шириной 20 см. Объем ячеек составляет более 100 м^3 на 1 га. Они способствуют накоплению снега, препятствуют стоку талых и дождевых вод, уменьшают смыв почвы. В исследованиях Донского зонального НИИСХ посевы озимой пшеницы по прикатанной таким катком почве в сравнении с посевами, прикатанными кольчато-шпоровым катком, в среднем за три года обеспечили увеличение урожая зерна на 2,8 ц/га, или на 17,5 %. В колхозе «Правда» Чертковского района Ростовской области применение такого катка на склоне 2—3° уменьшило смыв почвы талыми водами более чем в 2 раза в сравнении с посевом, где прикатывание почвы проводили кольчато-шпоровым катком ЗКК-6А. При этом урожай зерна озимой пшеницы возрос на 4,4 % (Е. В. Грызлов, 1975).

Иная конструкция катка для уменьшения эрозии почвы на склонах была использована в Воронежском СХИ. Здесь на поверхности наливного катка ЗКВТ-1,4 были установлены 12 трехгранных призм высотой 20 см и углом вхождения 60—65°. В случае прикатывания почвы этим катком на 1 га образуется 34 000 ячеек общим объемом 400 м^3. В результате использования такого катка в совхозе «Березовский» на склоне 4—5° коэффициент стока снизился с 0,54 до 0,38, а в колхозе имени Ки-

рова на склоне 5—6° — с 0,62 до 0,29. При этом коэффициент стока в среднем за годы исследований и по всем вариантам опыта уменьшился в 1,5 раза, а влажность полуметрового слоя почвы в среднем за три года увеличилась с 24,4 до 28,1 %. Кроме того, было установлено значительное уменьшение смыва почвы. В результате прибавка урожая зерна ячменя достигла 10—18 %.

В ряде регионов страны на равнинных землях по ранней зяби, выровненной с помощью катков, весной наблюдается значительное увеличение влажности почвы в сравнении с неприкатанной зябью, причем прибавка урожая зерна от использования этого приема составляет иногда 3,5 ц/га, что, например, установлено в Красноярском крае. О высокой эффективности прикатывания ранней зяби свидетельствуют и результаты других исследований.

Получено также достаточно много данных, указывающих на необходимость проведения предпосевного или послепосевного прикатывания почвы при выращивании ряда культур в различных регионах страны. Так, по данным СибНИИСХоза, предпосевное прикатывание почвы различного механического состава в сильнозасушливый весенний и раннелетний периоды обеспечивало повышение урожайности зерновых на 2,4—3 ц/га.

Там, где прикатывание почвы является необходимым агротехническим приемом, на склоновых землях его обязательно нужно проводить специальными катками, которые предотвращают большой склоновый сток талых и ливневых осадков, а также смыв почвы. Подобные катки могут быть различных конструкций, как это было показано выше. В случае необходимости применения прикатывания почвы на склонах в осенний или ранневесенний период одновременно целесообразно выполнять щелевание почвы с тем, чтобы щели перехватывали сток с выровненной и уплотненной почвы склонов.

Результаты многочисленных исследований, проведенных в различных регионах страны, показали высокую эффективность осеннего щелевания почвы под посевами озимых культур и многолетних трав.

В Воронежском СХИ в случае применения щелевания почвы под посевами озимой пшеницы на склоне 2,5° отмечено уменьшение коэффициента стока с 0,42—0,56 до 0,31—0,21 и увеличение влажности почвы с 22,9 до

27,3 %. Урожай зерна при этом возрос с 27,3 до 30,5 ц/га (Я. Н. Мухорцев, 1966). В последующих опытах, проведенных в Воронежской области, установлено, что при щелевании почв под посевами озимых сток талых вод в среднем за три года снижался на 40—60 %, смыв почвы уменьшался на 82—88 %, запасы влаги в метровом ее слое увеличивались на 11,2—36,7 мм, а урожайность озимой пшеницы повышалась на 2,9 ц/га (А. П. Коваленко, 1969). При этом выявлено, что наилучший эффект дает щелевание почвы в случае проведения его поздней осенью, когда верхний слой почвы промерзает на глубину 3—5 см, и если щели располагаются через 1,4 м по следам гусениц трактора. Толщина ножа не должна превышать 2 см. При большей толщине его наблюдаются деформация поверхностного слоя почвы и повреждение посевов.

Иногда щелевание почвы осуществляют через каждые 5—10—15 м. С уменьшением расстояния между щелями увеличивается эффективность этого приема. Так, в исследованиях, проведенных в Тамбовской области, выявлено, что с уменьшением расстояния между щелями с 15 до 5 м прибавка урожая зерна пшеницы возрастала с 2 до 4,3 ц/га.

Щелевание почвы на глубину 35—40 см, выполненное в Ростовской области под посевами озимой пшеницы на склоне 2—3°, резко уменьшило сток и смыв, обеспечило увеличение запасов влаги в слое почвы 0—150 см на 30—40 мм и повышение урожая зерна на 1,8 ц/га (А. Т. Аниканов, Е. В. Полуэктов, 1981). На Северодонецкой опытной станции сток талых вод с посевов озимой пшеницы, где проводили щелевание, в среднем за четыре года оказался в 3,5 раза, эрозия в 4,3 раза меньше, а урожай зерна на 2,1 ц/га больше, чем на участках, где щелевание не применяли (А. Т. Аниканов, 1979). В колхозе «Заповит Ильича» Обуховского района Киевской области в случае применения щелевания под посевами озимых смыв почвы при весеннем снеготаянии уменьшился в 7 раз, запасы влаги к весне в слое почвы 150 см возросли на 30—40 мм, а урожайность пшеницы повысилась на 3,5—3,8 ц/га (И. О. Хондич, 1979). В Днепропетровской области щелевание чернозема на склоне 3,5—4,5° под посевами озимой пшеницы в период замерзания почвы значительно увеличило запасы продук-

тивной влаги в почве, уменьшило смыв почвы в 7 раз и обеспечило прибавку урожая зерна 3,4 ц/га. Выявлена также высокая эффективность щелевания на склонах, где применяли кулисы. Щелевание межкулисных пространств создало благоприятные условия для поглощения влаги почвой. При расстоянии между кулисами 22—25 см и между щелями 2—3 м прибавка урожая зерна составила 3—4 ц/га.

Высокая противоэрозионная эффективность щелевания почвы под посевами не только пшеницы, но и многолетних трав выявлена в Шемахинском и Мартунинском районах Азербайджанской ССР. Щелевание проводили здесь ПРВН с двумя ножами, установленными по следу колеи трактора (через 1,4 м), на глубину до 45 см. В результате была полностью предотвращена эрозия и отмечена устойчивая прибавка урожая. Урожайность озимой пшеницы возросла при этом в среднем на 2,6 ц/га (урожай на контроле — 22,8 ц/га), а зеленой массы эспарцета — на 18,3 ц/га (урожай на контроле — 148,3 ц/га). Чистый доход от щелевания под посевами пшеницы составил 14,5 руб/га, эспарцета — 13,2 руб/га (К. С. Рагимов, В. Л. Коробов, 1982).

В Ростовской области щелевание, проведенное в начале декабря по мерзлой почве на посевах люцерны, размещенных на склоне 3,5—4°, полностью предотвратило смыв почвы (на контроле он достиг 1,5 т/га), увеличило содержание влаги в слое почвы 0—150 см на 22 мм и обеспечило повышение урожая сена люцерны в среднем за три года с 43,8 до 48,7 ц/га. Чистый доход от применения щелевания под посевами люцерны составил 10,7 руб/га (А. Т. Аниканов и др., 1979).

В Липецкой области в период неглубокого промерзания почвы на склоне 1,5—2° щелевание под посевами озимых уменьшило смыв почвы в 3 раза и обеспечило прибавку урожая зерна 3,7 ц/га (З. Давыдова, 1974).

Щелевание почвы под посевами озимых культур и многолетних трав оказалось весьма эффективным и в Саратовской области. Так, в одном из наблюдений щелевание слабосмытых черноземов уменьшило коэффициент стока в 2, смыв почвы в 4 раза и увеличение урожайности зерновых на 8 % (И. А. Кузник, 1974).

Исследования, проведенные в Приобской лесостепи Алтайского края, показали, что щелевание почв на

склонах под посевами многолетних трав увеличивает запасы почвенной влаги и повышает урожай сена. При этом в случае размещения щелей через каждые 4 м запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы увеличивались на 155—419 т/га, через 2 м — на 368—548 т/га. Урожайность многолетних трав повышалась соответственно на 19,4 и 31,1 % (В. Столяров, 1975).

Высокая эффективность щелевания почвы под посевами многолетних трав подтверждена в исследованиях ВНИИ зернового хозяйства, проведенных в Целиноградской области. В случае щелевания почвы на глубину 30 см с расстоянием между щелями 60 см урожай зеленой массы трав возрос на 20,9 ц/га. Стоимость дополнительной продукции, полученной с 1 га посевов, при щелевании почвы составила 64,24 руб., а затраты, связанные со щелеванием,— 2,99 руб. (А. С. Тарасов, Н. П. Терешков, 1981).

Выполненное во ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии обобщение 43 годоопытов, проведенных в различных регионах страны, показало, что щелевание почвы является важным средством уменьшения стока, предотвращения эрозии, увеличения запасов влаги в почве и повышения урожайности зерновых культур и многолетних трав. При широких диапазонах влияния щелевания почвы под посевами озимых культур на урожай зерна средняя прибавка его составила 3,6 ц/га. Отметив безусловную эффективность приема, авторы обобщения (Н. Я. Сидоренко и др., 1980) справедливо отмечают, что результаты исследований, однако, не дают вполне обоснованных выводов относительно параметров щелей, частоты их размещения и сроков создания. Остаются еще слабоизученными характер «работы» щелей; движение в почве влаги, поступающей в щели; влияние строения их стенок на фильтрацию воды; необходимость использования наполнителя и влияние плотности его сложения на фильтрационную способность щелей; закономерности вегетации растений, находящихся около щелей и на различном расстоянии от них; воздействие на рост, развитие и урожайность культур фактора неоднородности увлажнения почвы вследствие неравномерности расположения щелей; длительность и характер действия этого фактора; целесообразность внесения минеральных удобрений в щели и другие вопросы. Изучение этих во-

просов важно проводить по зонам страны с учетом распределения склонов по крутизне и экспозиции. В частности, нуждаются в обстоятельном анализе случаи, когда щели «не работают» в силу того, что к началу снеготаяния они бывают заполнены льдом. К сожалению, этот негативный фактор данного приема в литературе почти не освещен, хотя и имеет место на практике.

Следует отметить, что в 60—70-х годах для нарезки щелей использовали различные несколько модернизированные сельскохозяйственные орудия. С конца 70-х годов щелевание под посевами озимых культур и трав стали выполнять щелевателями АЩ-2-140 конструкции ВНИИ механизации сельского хозяйства и ВНИИ сельскохозяйственного машиностроения имени В. П. Горячкина (ВИСХОМ), а также Щ-1 конструкции Донского зонального НИИСХ. По-видимому, эти орудия должны претерпеть дальнейшее совершенствование на основе накопленного опыта.

Обобщив эффективность щелевания почвы под посевами озимых по данным многочисленных научных учреждений страны, И. С. Шатилов (1980) высказал мнение, что использование этого приема обеспечивает в среднем по стране прибавку урожая зерновых 1,9 ц/га, уменьшение смыва почвы на 1,4 $м^3$/га и дополнительное задержание 60—200 $м^3$/га влаги. Представляется, что эти показатели не являются завышенными. Возможно, что они даже несколько занижены.

Что касается направления посева культур на склонах, то при рядовом посеве направление движения сеялки должно быть перпендикулярным направлению линии стока. При этом преимущества имеет узкорядный посев. На расчлененных сложных склонах особенно целесообразен перекрестный посев: первое направление прохода сеялки вдоль склона, второе — по контурам. Перекрестные посевы на склонах весьма эффективны как одна из мер уменьшения стока, смыва почвы и повышения урожайности культур. Так, в совхозе «Вперед» Высокогорского района Татарской АССР проводили изучение эффективности различных способов посева озимой ржи на склонах 3—4°. Почва — серая лесная среднесмытая. При перекрестном посеве смыв почвы оказался в 2,5 раза меньше, чем при рядовом поперек склона, и в 9 раз меньше, чем при рядовом посеве вдоль склона. Урожай-

ность озимой ржи при перекрестном посеве составила 15,7 ц/га, при рядовом поперек склона — 13,2 и при рядовом посеве вдоль склона — 11,5 ц/га (Ф. Х. Шакиров и др., 1975).

Узкорядные и перекрестные посевы зерновых широко применяют в Азербайджанской ССР. Как показали наблюдения, проведенные в Таузском и Ханларском районах, при узкорядных и перекрестных посевах смыв почвы снижался почти в 2 раза (с 4,56 до 2,39 т/га). Более равномерное распределение растений по площади питания, уменьшение стока и смыва почвы способствовали на таких посевах повышению урожайности зерновых культур на 2,2—2,8 ц/га (К. С. Рагимов, В. П. Коробов, 1982).

Перекрестные посевы зерновых на сложных склонах показали высокую эффективность и в Алтайском крае, например в колхозе «Восход» Змеиногорского района, где склоны имеют самое различное направление (М. С. Тарасова, 1982).

В Ростовской области в течение ряда лет разрабатывали различные приспособления к сеялкам для задержания стока воды и смыва почвы. Так, в Донском СХИ на сеялки устанавливали специальные приспособления: валкователи, бороздователи и щелеватели. Выявлено, что при посеве такими сеялками в направлении, перпендикулярном стоку талых вод, запасы влаги в почве к весне на участках, где посев проводили с одновременным созданием валиков, возросли на 34 мм, с бороздованием — на 20 и с щелеванием — на 12 мм, урожайность озимой пшеницы увеличилась при этом соответственно на 21,1; 11,3 и 6,6 % (Ф. А. Мироненко, В. И. Колпаков, 1966).

При посеве зерновых культур сеялками СЗС-9 и СЗС-2,1 на склоне от прохода каточков образуются бороздки глубиной от 4 до 9 см, в зависимости от степени рыхлости почвы. В Донском зональном НИИСХ провели конструктивное изменение каточков: на каждом из них вырезали по два сектора на глубину 20 см, в результате при посеве культур образуются прерывистые бороздки. Причем бороздки и перемычки между смежными рядами располагаются в шахматном порядке. Применение таких сеялок в ОПХ «Рассвет» обеспечило снижение стока талых вод в 2—4 раза, смыва почвы — в 3—7 раз

и увеличение урожайности зерновых на 1,5—2,2 ц/га (А. Т. Аниканов, Е. В. Полуэктов, 1981).

В Татарской АССР изучали эффективность «водопоглотительного посевного агрегата» (Ф. Х. Шакиров и др., 1975). Этим агрегатом при перекрестном посеве проводят посев поперек склона. Агрегат имеет восемь кротователей диаметром 4 см, которые образуют кротовины на глубине 16—18 см при расстоянии 43 см друг от друга. Как отмечалось выше, зяблевую вспашку проводят здесь также с поделкой кротовин на глубину 38—40 см при расстоянии между ними 70 см. Таким образом, после посева на поле формируются два яруса кротовин, а на поверхности пересекающиеся ряды растений образуют «подобие ажурных сот», которые задерживают снег, распыляют и переводят во внутрь почвы поверхностный сток. В результате двукратного прохода сошников при перекрестном посеве также формируется «вафельный» рельеф поверхности поля. По щелям, образованным от стоек кротователей, вода проходит в кротовины пахотного слоя, а из них она направляется в более глубокие и крупные кротовины подпахотного слоя. По данным исследований, в случае применения такой технологии посева водопроницаемость почвы при весеннем снеготаянии увеличивалась в 2 раза, смыв почвы снижался в 10 раз, а урожайность зерновых повышалась на 2,5 ц/га. Применение этой технологии на посевах зерновых уменьшало также смыв почвы при выпадении ливней в 5 раз и повышало урожайность зерновых на 2,4 ц/га. В частности, высокая эффективность подобной технологии подтверждена в колхозе имени Кирова Арского и в совхозе «Южный» Бавлинского районов Татарской АССР.

При посеве пропашных культур на сильнопологих склонах квадратно-гнездовым способом первое направление посева должно быть вдоль склона, а второе — поперек него. В целом же квадратно-гнездовой посев на склонах неприемлем. Здесь невозможно достичь образования правильных квадратов, поскольку проволока на склонах сносится вниз по уклону, в результате нельзя обеспечить правильное ее натяжение. Поэтому на склонах применяют пунктирный способ посева пропашных культур с размещением рядков перпендикулярно линии стока.

Для посева кукурузы на склонах иногда используют специальную бороздковую сеялку СБК-4. При этом наблюдается более глубокая заделка семян и создается ребристая поверхность поля. Сеялка одновременно проводит нарезку борозд, обработку междурядий, высев семян кукурузы, внесение удобрений и прикатывание рядков. Общий захват ее — 3,6 м, ширина междурядий — 90 см. Сеялку легко переоборудовать в пропашной культиватор, который может выполнять междурядную обработку и подкормку проведенных ею посевов. На полях, где осуществлена плоскорезная обработка почв, после работы с этой сеялкой на поверхности поля остается значительная часть стерни и обеспечивается подрезание сорняков. Сеялка СКБ-4 агрегатируется с тракторами МТЗ-50/52, МТЗ-80/82 и ЮМЗ-6Л/М. По заказу ее поставляют с приспособлениями: для высева семян подсолнечника — СКВ-34, клещевины — СКВ-35А и арахиса — СКВ-42.

В Белорусской ССР изучали эффективность работы картофелесажалки, которая одновременно с посадкой картофеля создает лунки на поверхности поля. Это достигается за счет оборудования серийных картофелесажалок вырезными заделывающими дисками. При работе такой картофелесажалки в бороздах между гребнями посадок образуются продолговатые перемычки. В результате на 1 га создается около 24 тыс. лунок с суммарным объемом примерно 120 тыс. $м^3$/га. По данным двухлетних исследований, при работе с этой картофелесажалкой на склоне 5—6° предотвращался смыв почвы и повышался урожай клубней на 20 ц/га, или на 14 %. В связи с тем что на покатых склонах при поперечной посадке картофеля значительно возрастает величина отклонений ширины стыковых междурядий, увеличивается повреждение растений при культивации и затрудняется работа картофелеуборочных машин, в Белоруссии посадку картофеля иногда проводят вдоль склонов. Установлено, что в этом случае весьма необходимо использование картофелесажалок, которые как при посадке клубней, так и при обработке междурядий создают на поверхности борозд перемычки, вследствие чего формируются замкнутые лунки. Как показали результаты исследований, если смыв почвы при обычной посадке картофеля вдоль склона составлял 57 $м^3$/га, при такой же

посадке его поперек склона — 27, то при посадке с одновременным формированием лунок — 2,5 т/га, при этом не обнаружено значительной разницы в смыве почвы между вариантами с посадкой картофеля вдоль и поперек склона. Смыв почвы в обоих случаях достигал 2,5 т/га. Урожайность же картофеля при посадке вдоль склона с формированием лунок была значительно выше, чем при поперечной посадке, поскольку при этом обеспечивались лучшие условия для проведения культивации (ее выполняли также с формированием лунок) и уборки урожая. Так, если урожай клубней при посадке поперек склона без перемычек равнялся 171 ц/га, то вдоль склона с перемычками — 188,6 ц/га. При поперечной посадке этой культуры с формированием перемычек урожай клубней составил 171,4 ц/га (В. В. Жилко, 1976). Представляется, что это один из примеров творческого подхода к проведению полевых работ на склонах с учетом конкретных условий рельефа, почв и характера увлажненности территории.

В Молдавии в 50-х годах впервые в нашей стране было начато изучение эффективности щелевания и прерывистого бороздования почвы при обработке междурядий пропашных культур. Щелевание почвы осуществляли путем установки на раму культиватора КРН-4,2 стоек-рыхлителей. Их укрепляли между бритвенными и экстирпаторными лапами. Щелевание выполняли в каждом междурядье на глубину 15—20 см. После прохода культиватора со щелерезом-рыхлителем посреди междурядий образовывалась щель, заполненная рыхлой почвой. Прерывистое бороздование проводили перемычкоделателем. В исследованиях длина борозд от одной перемычки к другой равнялась 70—80 см, ширина поверху — 35, глубина — 14—15, ширина перемычек — 20—30 см. На 1 га формировалось 12—13 тыс. прерывистых борозд общей емкостью 300—400 $м^3$.

Результаты полевых исследований показали, что щелевание почвы и особенно прерывистое бороздование способствовали поглощению почвой ливневых осадков. Так, при ливне, прошедшем 28 июня 1960 г. со слоем осадков 52,7 мм, запасы влаги в слое почвы 0—100 см увеличились на контроле (поперечная культивация без дополнительных приемов по задержанию воды) на 24 мм, на делянках со щелеванием — на 39 и с преры-

вистым бороздованием — на 49 мм. По данным наблюдений, после выпадения четырех ливней на склоне 6° смыв почвы от применения щелевания уменьшился на 23 %, а прерывистого бороздования в 3 раза. В совхозе «Леовский» Леовского района Молдавской ССР на среднесмытом черноземе урожайность кукурузы в среднем за четыре года на контроле равнялась 21,7 ц/га, на участках со щелеванием — 24,9 и с прерывистым бороздованием — 28 ц/га. Следовательно, прибавка урожая от щелевания почвы составила 3,2 ц/га, а от прерывистого бороздования — 6,3 ц/га.

В 1964—1965 гг. изучение эффективности прерывистого бороздования было продолжено в совхозе «Иванча» Оргеевского района на склоне 8°. Почвы — слабоэродированный типичный чернозем. Урожайность кукурузы на контроле в среднем за три года равнялась 64,6 ц/га, а на участках с прерывистым бороздованием — 69,7 ц/га.

Последующие исследования показали, что наиболее эффективно проводить одновременно щелевание и прерывистое бороздование почвы. В этом случае прерывистые борозды задерживают сток осадков, а щели способствуют быстрому впитыванию воды в почву. В совхозе «Леовский» Леовского района применение культивации с одновременным щелеванием и прерывистым бороздованием междурядий кукурузы в сравнении с обычной обработкой почвы в среднем за четыре года увеличило урожайность этой культуры на 6 ц/га. В колхозе имени Суворова Сорокского района в случае применения прерывистого бороздования прибавка урожая корнеплодов свеклы составила 26 ц/га, щелевания и прерывистого бороздования — 57 ц/га.

В Ростовской области при выращивании пропашных на склонах изучали эффективность использования различных приспособлений для нарезки борозд с перемычками, а также валиков с перемычками. Установлено, что на широкорядных посевах кукурузы, где были созданы валики с перемычками, запасы воды в метровом слое почвы после дождей составили 130,3 мм, а борозды с перемычками — 118,7 мм (контроль — 64,8 мм). После одного ливня (43 мм) сток воды и смыв почвы на склоне 3—3,5° на делянках с поделкой валиков с перемычками равнялись соответственно 6,9 мм и 3,9 т/га, с нарезкой

борозд с перемычками — 16,9 мм и 7,9 т/га и на контроле — 25,8 мм и 29,2 т/га. Прибавка урожая зеленой массы кукурузы в среднем за три года в сравнении с контролем на участках с прерывистым валкованием составила 13,7 ц/га и с прерывистым бороздованием — 7,2 ц/га (Ф. А. Мироненко, Е. В. Грызлов, 1980).

В Татарской АССР выявлена высокая эффективность междурядной обработки посевов пропашных культур с одновременным кротованием. Кротование проводили кротователями-корнепитателями, установленными на культиваторе КРН-4,2 вместо стрельчатых лап. Конструкция их позволяла совмещать противоэрозионную обработку почвы с подкормкой растений удобрениями. Кротование обеспечивало повышение урожая зеленой массы кукурузы на 36 ц/га. Оно оказалось эффективным и в засушливые годы. При этом резко повышалась водопроницаемость почв и практически устранялась возможность ливневого стока с полей, занятых пропашными культурами (Ф. Х. Шакиров, В. П. Кирисов, 1975).

Для выполнения прерывистого бороздования почвы на посевах пропашных культур одновременно с междурядной обработкой промышленностью в настоящее время выпускаются бороздопрерыватели ППБ-0,6 к пропашным культиваторам КРН-4,2 и КРН-5,6. Ширина образующихся борозд поверху — 30—40 см, глубина их на уровне гребней — 8—12 см. Расстояние между перемычками в борозде — 80—130 см. При последней междурядной обработке перемычки в бороздах разравнивают. Для этого на культиваторах вместо приспособлений ППБ-0,6 устанавливают окучники.

Щелевание и прерывистое бороздование междурядий на посевах пропашных довольно широко применяют на Украине. Как показали результаты исследования Донецкой противоэрозионной станции, щелевание междурядий, проводившееся при первой и второй междурядных обработках с одновременным окучиванием растений, оказалось весьма эффективным противоэрозионным мероприятием. Кроме того, оно обеспечивало повышение урожайности кукурузы на 1,8 ц/га и подсолнечника — на 0,5—1 ц/га (А. А. Подкопаев, 1982). В Верхнеднепровском районе Днепропетровской области при первой междурядной обработке проводят щелевание почвы в начале вегетации пропашных культур, а при после-

дующих междурядных обработках — бороздование и окучивание растений. При этом не только уменьшается эрозия, но и одновременно повышается урожайность кукурузы на 3—3,5 ц/га и подсолнечника на 1,5—2 ц/га (П. Е. Стрельцов, 1982).

Щелевание почвы оказалось высокоэффективным и при обработке междурядий хлопчатника. Установлено, что щелевание междурядий посевов этой культуры на глубину 18—20 см значительно уменьшает скорость движения воды по сухим бороздам. В результате смыв почвы уменьшается в 3 раза, что способствует повышению урожайности хлопчатника на 2,7—3,2 ц/га (Х. Хамдамов, 1975).

Выше отмечалась нецелесообразность выращивания однолетних культур на склонах значительной крутизны. Однако в отдельных районах такие культуры пока еще возделывают на крутых склонах. Нашей промышленностью выпускается культиватор-рыхлитель горный КРГ-3,6, предназначенный для сплошной обработки почв на склонах до 20°. Рабочими органами его являются рыхлительные и стрельчатые лапы. Машина навешивается на переднюю и заднюю навески крутосклонного трактора ДТ-75К. Агрегат работает поперек склона челночным способом. Рабочий захват — 3,6 м, рабочая скорость — до 6 км/ч, производительность — 2,1 га за 1 ч чистой работы.

Более 90 % пашни в нашей стране занимают равнинные земли и склоны до 7°, причем склоновые земли более 1—2° составляют 60—70 % площади пашни. Можно ли на таких склонах за счет введения рациональных севооборотов, правильного размещения культур и использования противоэрозионных приемов обработки почв предотвратить интенсивное проявление эрозии и повысить продуктивность склоновых земель со смытыми почвами? Да, можно. Подтверждением тому служат многочисленные примеры. Приведем один из них.

Черновицкая сельскохозяйственная опытная станция находится в лесостепной зоне с годовым количеством осадков 600—700 м, значительная часть которых выпадает в виде ливней. Почва, на которой проводили изучение эффективности комплекса агромелиоративных противоэрозионных мероприятий,— серая оподзоленная тяжелосуглинистая. Стационарный опыт был заложен на

склоне длиной 450 м и крутизной в верхней части 0—2 и 2—4° и в нижней — 4—7°. На участке склона 0—2° почва несмытая, 2—4° — слабосмытая и 4—7° — среднесмытая. Учет стока и смыва почвы, а также урожайности культур проводили на стоковых площадках по 450 м² в трехкратной повторности. Продолжительность исследований — десять лет. По слою выпадающих осадков, распределению склонов по крутизне, степени эродированности почвенного покрова, а также по длине склона опытный участок, во-первых, довольно типичен для лесостепной и южной части лесной зон. Во-вторых, проведение опыта на длинных стоковых площадках с учетом стока и смыва в трехкратной повторности в течение десяти лет дает основание полагать, что результаты исследований не носят случайного характера и объективно отражают действительность. Следует также отметить, что фон, на котором проводили исследования, на наш взгляд, удачен для данных условий почвозащитного севооборота, размещенного на склоновых землях с уклоном 2—7°. Чередование культур в севообороте: 1—3 — многолетние травы, 4 — озимая пшеница, 5 — кукуруза на силос, 6 — яровой ячмень с подсевом многолетних трав (А. А. Чернявский, 1982). Эффективность противоэрозионных приемов обработки почв изучали на фоне со сплошными посевами культур и с полосным их размещением. При выращивании ячменя выявляли эффективность лункования зяби в сочетании с осенним глубоким рыхлением почвы на глубину 50—80 см, а кукурузы — лункования зяби с летней междурядной обработкой почвы на глубину до 20—22 см и одновременным окучиванием растений. На посевах озимой пшеницы и многолетних трав осуществляли осеннее щелевание почвы на глубину 50—60 см. Контролем служила обычная агротехника этих культур без применения противоэрозионных приемов обработки почв. В таблице 54 приведена эффективность противоэрозионной обработки почв на склоне 4—7°.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что на фоне противоэрозионного севооборота с полосным размещением культур противоэрозионные приемы обработки почвы практически полностью предотвращают эрозию. При этом средний смыв почвы на посевах четырех культур, включенных в севооборот, составил 0,41 т/га,

ТАБЛИЦА 54. Среднегодовой поверхностный сток и смыв почвы от дождевых осадков на склоне 4—7° (в среднем за годы исследований)

Вариант опыта	Кукуруза на силос (1972, 1975, 1978 гг.)		Яровой ячмень (1973, 1976, 1979 гг.)		Озимая пшеница (1971, 1974, 1977 гг.)		Многолетние травы (1971—1979 гг.)	
	сток, м³/га	смыв, т/га	сток, м³/га	смыв, т/га	сток, м³/га	смыв, т/га	сток, м³/га	смыв, т/га
Обычная агротехника на фоне сплошного посева культур	77,3	2,74	59,4	0,45	149,0	3,88	144,7	2,10
Противоэрозионная агротехника на фоне сплошного посева культур	44,8	2,42	16,4	0,42	113,1	2,77	93,5	1,01
Противоэрозионная агротехника на фоне полосного размещения культур	10,3	1,11	0,33	0,01	39,6	0,53	—	—

в то время как на контроле (противоэрозионный севооборот без полосного размещения культур и специальных противоэрозионных приемов обработки почв) — 4,56 т/га. Применение противоэрозионной обработки почв даже без внесения удобрений на среднесмытых почвах позволило увеличить урожай зеленой массы кукурузы с 217 до 224 ц/га, зерна ярового ячменя — с 21,9 до 27,4, озимой пшеницы — с 21,8 до 25,2 и сена люцерны — с 35,2 до 42,4 ц/га. Как будет рассмотрено ниже, на фоне использования противоэрозионных приемов обработки почв значительно повышается и эффективность внесения удобрений в эродированные почвы.

Применение минимальной обработки почв

Применение технологий возделывания культур с минимальной или с «нулевой» обработкой почвы обеспечивает сохранение потенциального плодородия почв, по-

скольку частая и глубокая, особенно отвальная, обработка почв приводит к быстрой минерализации гумуса. В силу этого уменьшение количества обработок — одно из важных направлений по сохранению гумуса в почве и наращиванию плодородия почв.

Частые обработки почв, особенно отвальные, ведут к разрушению структуры почвы, а следовательно, к ухудшению ее влагоемкости и водопроницаемости, увеличению испарения влаги с потерявших структуру почв. Особенно неблагоприятно сказываются частые обработки почв тяжелыми тракторами и другими сельскохозяйственными машинами на увеличении плотности почв. Известно, что сильное уплотнение почв отрицательно влияет на урожайность возделываемых культур вследствие ухудшения водного режима, аэрации почв, активности микрофлоры. На склоновых землях при этом резко увеличивается сток осадков и смыв почвы.

Увеличение количества обработок приводит к возрастанию себестоимости продукции в результате дополнительных затрат энергии, расхода горючего, изнашивания машин. Так, по данным университета штата Кентукки в США (А. И. Жолобов, Н. З. Милащенко, 1981) затраты энергии и горючего, в зависимости от применяемых технологий возделывания культур, изменяются следующим образом (табл. 55).

Технологию возделывания культур, основанную на минимальной обработке почв, широко применяют во многих странах мира. Так, во Франции минимальную обработку почвы на больших площадях осуществляют дисковыми фрезами на глубину до 7 см вместо дорогостоящей классической обработки с использованием плугов. По мнению французских специалистов, такая технология

ТАБЛИЦА 55. Величина затрат энергии и горючего в зависимости от применяемых технологий возделывания культур

Технология возделывания культур	Затраты энергии, кВт·ч/га	Затраты горючего, л/га
Основанная на вспашке	84,6	32,9
Основанная на чизелевании	62,0	24,0
Основанная на дисковании	35,4	13,3
Нулевая обработка почвы	23,0	8,9

дает 40—50 % экономии затрат. В Парижском районе минимальную обработку почвы применяют на 25 % площади, занятой зерновыми культурами. В 1981 г. во Франции площади пашни, где проводили минимальную обработку почвы, составляли около 3 млн. га.

Применение минимальной обработки почв дает возможность обеспечить быстрые темпы проведения сезонных полевых работ и приблизить сроки выполнения тех или иных технологических операций к оптимальным. Это создает, в частности, условия для получения во многих районах двух-трех урожаев культур в год за счет использования различных вариантов повторных посевов. Внедрение технологий с минимальной обработкой почв может существенно снизить потребность в технике.

Применение минимальной обработки почв способствует уменьшению эрозии за счет сохранения и накопления гумуса в почве, сохранения и улучшения структуры почв, повышения их водопроницаемости и противоэрозионной устойчивости, улучшения почвозащитной роли растительного покрова.

Увеличение площадей с минимальной обработкой почв в последние десятилетия осуществляется в нашей стране в трех основных направлениях: замены отвальной обработки почв безотвальной и уменьшения глубины обработки с применением плоскорезов и дисковых орудий; создания различных агрегатов, совмещающих выполнение нескольких технологических операций; внедрения индустриальных технологий возделывания пропашных культур.

Объем работ по проведению ежегодной вспашки полей составляет в нашей стране около 200 млн. га, на что затрачивается более 1 млрд. руб. и расходуется более 3 млн. т горючего. На обработку почв приходится примерно 40 % энергетических и 25 % трудовых затрат от всего объема полевых работ (А. М. Лыков, И. П. Макаров, 1982). Выше в специальном разделе были рассмотрены достоинства бесплужной обработки почв и рост объемов работ, основанных на безотвальных и неглубоких обработках почв с применением плоскорезов и дисковых орудий.

В настоящее время ведется активный поиск в направлении создания орудий, за один проход выполняющих несколько технологических операций. Многие из них

уже давно выпускаются серийно и применяются на больших площадях. Так, широко используемая сеялка СЗС-2,1 одновременно выполняет предпосевную культивацию почвы, высев семян, внесение минеральных удобрений и прикатывание рядков. Сеялка СБК-4 для бороздкового посева пропашных культур одновременно проводит нарезку борозд, обработку междурядий, высев семян, внесение удобрений, прикатывание рядков, а после небольшого переоборудования — междурядную обработку и подкормку посевов. Широко используется комбинированный почвообрабатывающий агрегат АКП-2,5, в котором сочетаются рабочие органы плоскореза, дисковой бороны и кольчатого катка. Этот агрегат применяют для обработки почвы под озимые, размещенные после непаровых предшественников. Он одновременно рыхлит верхний слой почвы на глубину 6—8 см зубовыми боронами или дисковыми рабочими органами, нижний слой — плоскорезными рабочими органами на 10—16 см, подрезает сорняки, а также выравнивает и уплотняет почву волокушей или катком-рыхлителем. В агрегате работают три плоскорежущие лапы, три зубовые или дисковые секции, волокуша-борона и каток-рыхлитель. Нашей промышленностью выпускается и почвообрабатывающий комбинированный агрегат РВК-3,0. Он предназначен для предпосевной обработки почвы с рыхлением, а также для обработки чистых паров при одновременном выполнении культивации, дробления глыб, а также для выравнивания микрорельефа и прикатывания поверхности поля. Рабочими органами являются кольчато-шпоровые катки, выравнивающее устройство, передний и задний ряды пружинных зубьев.

Наряду с вышеперечисленными и другими комбинированными орудиями, которые выпускаются нашей промышленностью, во многих научных коллективах и в хозяйствах ведутся поиски в направлении использования существующей техники для выполнения нескольких операций и создания специальных комбинированных агрегатов. Так, в Татарском НИИСХ в творческом содружестве со специалистами ряда ведущих институтов страны на основе культиватора КПС-4 создана более совершенная комбинированная почвообрабатывающая машина. Применение ее позволяет за один проход проводить первоначальную планировку зяби, предпосевную культива-

цию, боронование и частично прикатывание почвы (Н. К. Мазитов и др., 1981). В Волгоградском СХИ создан почвообрабатывающий агрегат, который за один проход обрабатывает почву, вносит удобрения и высевает семена (Г. Е. Листопад и др., 1980).

На основе разработок, выполненных в Латвийской ССР, в Елгавском и Валкском районных объединениях Госкомсельхозтехники выпускается комбинированный агрегат МКПП-3,6, совмещающий обработку почвы и посев. В учебно-опытном хозяйстве Латвийской СХА в 1979 и 1980 гг. проводили изучение агроэкономической эффективности совмещения обработки почвы и посева комбинированным агрегатом МКПП-3,6 в сравнении с раздельным выполнением операций. В случае использования этого агрегата установлено улучшение физических свойств почв и повышение урожайности ячменя на 1—2 ц/га. Экономическая эффективность применения комбинированного агрегата составила 20,76 руб/га. Эта машина весьма маневрена и приспособлена для работы на больших скоростях (И. Ф. Стефанович, 1982).

Во многих хозяйствах широко применяют комбинированный агрегат КА-3,6, который за один проход выполняет рыхление почвы на глубину до 18 см, фрезерование, выравнивание и уплотнение посевного (8 см) слоя, посев и внесение в рядки минеральных удобрений. В ОПХ Рязанского СХИ агрегат использовали весной на фоне осенней обработки серых лесных почв. При этом, кроме повышения урожайности, отмечено увеличение производительности труда на 9 %. Агрегат, кроме того, успешно применяли без проведения осенней вспашки почвы (С. А. Наумов, 1981).

Исследования, выполненные в ТСХА, показали эффективность использования агрегата КА-3,6 на фоне обычной основной обработки дерново-подзолистой почвы. Урожайность полевых культур при этом в среднем за пять лет увеличивалась на 4—7 % в сравнении с вариантом, где применяли общепринятую технологию предпосевной обработки почвы и посева. Применение КА-3,6 в сравнении с контролем благоприятно сказалось на структуре почвы и ее плотности (А. И. Пупонин, Ф. З. Мухаметдинов, 1980).

Минимализация обработки почвы осуществляется также в направлении тщательной обработки лишь узких

полос почвы, куда высевают семена. Например, применяется метод «посева вслед колеса», сущность которого сводится к тому, что предпосевная обработка проводится лишь в узких полосах почвы, которые уплотняются колесами тракторов. Например, в Грузии разработана технология минимальной обработки почв на склонах по схеме «обработка — посев». При этом рыхлительные рабочие органы обрабатывают полосы, предназначенные для посева, на глубину 16—20 см. На разрыхленных полосах проводят заделку семян обычными сошниками, снабженными прикатывающими катками (М. М. Гугушвили, Л. Ф. Керткоев, 1966).

Весьма полезные разработки комбинированных орудий специально для противоэрозионных обработок почв проводятся в Ростовской области. Противоэрозионная машина для предпосевной обработки почвы и посева зерновых на склонах разработана Донским зональным НИИСХ и ВИСХОМом. Она одновременно выполняет пять технологических операций: предпосевную обработку почвы путем фрезерования на необходимую глубину, посев семян полуразбросным способом под поток почвы, выбрасываемой фрезой; рассев туков; прикатывание посевов и создание водозадерживающего нанорельефа за счет выштамповывания густой сети продольных и поперечных валиков фигурной поверхностью катка. При посеве такой машиной, по данным исследований, сток талых вод и смыв почвы уменьшились в 2 раза, урожайность озимой пшеницы возросла в среднем за три года на 2,5 ц/га в сравнении с обычной технологией обработки почвы и посева (Ф. А. Мироненко, Е. В. Грызлов, 1970).

В Донском зональном НИИСХ разработан и изготовлен также противоэрозионный агрегат для минимальной обработки почвы. Это орудие применяют для ухода за зябью в осенний период. За один проход оно выполняет четыре операции: культивацию, щелевание, прикатывание и формирование на поверхности почвы водозадерживающего нанорельефа. При движении его по полю клыкообразные ножи-щелерезы нарезают щели по следам гусениц трактора на глубину до 35 см. Культиваторные лапы подрезают сорняки и рыхлят почву на заданную глубину. Расположенный сзади них противоэрозионный каток уплотняет и выравнивает верхний слой почвы,

но не сплошь, а на отдельных площадках, создавая густую сеть продольных и поперечных валиков высотой 7—14 см. Таким образом, за один проход орудия осуществляются как общие агротехнические, так и специальные мероприятия по защите почв от эрозии на склоновых землях. Установлено, что средний за три года урожай зерна ячменя по зяби, обработанной противоэрозионным агрегатом, составил 21,2 ц/га, а по обычной зяби — 18,6 ц/га (Е. В. Грызлов, 1975).

Одно из важных направлений минимализации обработки почв — освоение индустриальных технологий возделывания пропашных культур с применением высокоэффективных быстроразлагающихся гербицидов, некоторых новых машин и приемов агротехники.

Наибольший опыт применения индустриальной технологии накоплен при возделывании кукурузы этим методом.

Впервые индустриальная технология возделывания кукурузы была применена в 1977 г. в Чадыр-Лунгском районе Молдавской ССР на площади 800 га, а в 1978 г. она использовалась уже на площади 18 тыс. га.

Выращивание кукурузы с использованием гербицидов и повышенных норм внесения удобрений позволило получить средние урожаи зерна в 1978 г. 63 ц/га и в 1979 г. — 61,5 ц/га практически при полном исключении механических приемов ухода за посевами (системы довсходовых, послевсходовых боронований и междурядных обработок), что существенно уменьшило затраты труда и средств, а также себестоимость продукции. Например, в 1978 г. затраты труда на 1 ц зерна в сравнении с 1977 г. снизились с 3,2 до 0,73 чел.-ч, а себестоимость продукции — с 7,18 до 4,65 руб.

Приемы основной обработки почв в случае применения индустриальной технологии возделывания кукурузы дифференцируют с учетом предшественника, степени и характера засоренности полей, а также почвенно-климатических условий. На Украине, в Молдавии, на Северном Кавказе, в областях Центрально-Черноземной зоны и в ряде других зон после уборки урожая культур сплошного посева при основной обработке почвы под кукурузу оправдывает себя двух-, трехкратное лущение жнивья на глубину 7—8 см лущильниками ЛДГ-10 и ЛДГ-15 или бо-

ронами БД-10 и БДТ-7. После лущения проводят глубокую зяблевую вспашку плугом с предплужником. Затем осуществляют весеннее выравнивание зяби специальной волокушей, внесение удобрений в нормах, рассчитанных на запланированный урожай, предпосевное опрыскивание почвы гербицидами (атразином, зеапосом-10 и др.) с заделкой их тяжелой бороной, предпосевную обработку почвы культиватором УСМК-5,4А, высев семян высокопродуктивных гибридов сеялками «Беккер-12Р» или СУПН-8 и уборку урожая комбайном «Херсонец».

Первый пятилетний опыт внедрения индустриальных технологий возделывания пропашных культур показал, что он позволяет повысить урожайность и снизить затраты труда в 1,5—2 раза, а себестоимость продукции — на 30—40%. Так, в 1981 г. урожайность кукурузы на зерно в хозяйствах, возделывающих эту культуру по индустриальной технологии, оказалась на 8,2 ц/га, подсолнечника — на 5,3, сои — на 4 ц/га выше, чем в других хозяйствах. При этом затраты труда на получение единицы продукции снизились в 1,5—3 раза (В. И. Козлов, В. Г. Пинегин, 1982). Объемы применения индустриальных технологий возделывания культур непрерывно растут. Ниже приведены посевные площади, на которых применяли такие технологии (тыс. га):

	1978 г.	1980 г.	1981 г.
Кукуруза на зерно	20	1160	2900
Сахарная свекла	—	79	261,5
Подсолнечник	2,5	626	518
Картофель	—	18	53,5
Соя	—	222	576
Лен-долгунец	0,5	53	95
Хлопчатник	180	230	647

Несмотря на бесспорные достижения, в применении индустриальных технологий возделывания культур есть еще много нерешенных проблем. Индустриальные технологии высокоэффективны лишь при осуществлении на высоком агротехническом и качественном уровне всех операций, входящих в технологическую систему, что легче всего обеспечить на равнинных землях. Поэтому для применения индустриальных технологий возделывания культур поля севооборотов необходимо размещать на равнинных землях или на склонах не более 2—3°. Однако

и на таких склонах важно предусматривать соответствующие противоэрозионные мероприятия.

В 1964—1966 гг. в Молдавии изучали влияние «химической» обработки почв на склонах на сток осадков, проявление эрозии, режим увлажнения почв и урожайность кукурузы. Параллельно выполняли исследования на парующих площадках и под посевами кукурузы (контроль). На контрольных площадках за лето проводили по три культивации, а на площадках, где использовали по 5 кг/га симазина, в течение лета никаких механических обработок почвы не применяли.

Несмотря на то что в варианте без механической обработки почвы в сравнении с вариантом, где проводили культивации, водопрочных структурных агрегатов почвы крупнее 1 мм содержалось на 3% больше, плотность верхнего слоя почвы здесь была выше и к августу достигла 1,1—1,15 г/см^3, что снижало ее водопоглотительную способность.

ТАБЛИЦА 56. Водопоглощение на участках пара с культивациями и без культиваций почвы

Дата наблюдений	Вариант опыта	Суммарное количество впитавшейся воды, мм, в начале эксперимента, мин				
		за 5	за 10	за 20	за 30	за 60
20 мая	С культивацией почвы	42	83	115	220	393
	Без культиваций почвы	32	65	128	170	312
15 октября	С культивацией почвы	58	108	150	212	383
	Без культиваций почвы	32	65	128	170	312

Как видно из таблицы 56, в первые 10 мин эксперимента (водопоглощение определяли прибором ПВН-1) на участке без механической обработки 20 мая почвой было поглощено воды на 25% меньше, а 15 октября — более чем на 40% меньше в сравнении с участком, где за сезон осуществляли три культивации.

Суммарный сток дождевых осадков на площадках без механических обработок оказался в 1,7 раза, а смыв поч-

ТАБЛИЦА 57. Сток дождевых осадков и смыв почвы на участках пара с культивациями и без культиваций

Год	Дата	Слой осадков, мм	С культивациями почвы		Без культивации почвы	
			сток, мм	смыв, т/га	сток, мм	смыв, т/га
1964	20.06	22,5	1,6	5,9	3,0	3,1
	1.07	30,6	—	—	0,2	0,03
	16—17.07	21,5	0,9	0,6	3,5	3,1
	19.07	12,8	1,5	2,1	2,8	2,8
	10.08	20,0	1,8	5,2	2,2	4,8
	8.09	23,0	—	—	2,1	3,8
	22—23.09	61,4	0,7	0,8	1,7	4,4
1966	3.07	11,4	0,9	1,0	1,0	0,4
	18.07	15,4	—	—	0,6	0,4
	25.08	5,1	0,4	0,1	0,8	0,3
	26.07	6,7	0,1	0,5	0,1	0,1
	6.08	20,3	2,9	11,2	4,0	11,5
	18.09	18,1	3,1	1,9	1,1	0,5
Всего за два года			13,9	29,3	23,1	35,2

вы — в 1,2 раза больше, чем на площадках, где проводили по три культивации за сезон (табл. 57). Таким образом, фактор естественного самоуплотнения почвы во времени, и особенно под действием ливневых осадков, приводит к снижению водопроницаемости почвы, увеличению поверхностного стока и как следствие этого — к возрастанию смыва почвы.

Урожайность кукурузы на участках пара без механических обработок почвы (с использованием симазина) и с тремя культивациями за сезон была почти одинаковой (в течение всех трех лет исследований под вспашку вносили $N_{60}P_{60}K_{60}$) (табл. 58). Количество растений на 1 га по вариантам опыта оказалось также почти одинаковым и составляло в 1964 г.— 30 тыс/га, в 1965 г.— 35 и в 1966 — 40 тыс/га.

Несомненно, нуждается в разработке индустриальная технология возделывания культур применительно к склоновым землям с тем, чтобы до максимума уменьшить проявление эрозии. По-видимому, одним из основных противоэрозионных приемов здесь должно служить щелевание или кротование почвы, которое бы перехватыва-

ло поверхностный сток и локализовало проявление эрозии. Важность этих мероприятий особенно возрастает вследствие того, что при индустриальной технологии применяют повышенные нормы минеральных удобрений, различные гербициды, инсектициды, фунгициды и др. Нельзя допускать сноса названных препаратов с полей. В противном случае это может привести к загрязнению водоемов и к прочим неблагоприятным последствиям.

ТАБЛИЦА 58. Урожай зерна кукурузы на участках пара с применением и без применения культиваций почвы, ц/га

Урожай зерна кукурузы	Без культиваций почвы	С культивациями почвы
1964 г.	65,5	69,0
1965 г.	55,2	56,1
1966 г.	72,6	68,7
Средний за три года	64,4	64,4

Возделывание кукурузы и других пропашных культур без междурядных обработок позволяет пересмотреть вопрос о ширине междурядий. Есть данные исследований, свидетельствующие о том, что посев кукурузы с междурядьями 30×30 см вследствие лучшего использования растениями площади питания и света позволяет увеличить урожай на 30—40% и что при сплошном посеве сои с междурядьями 15 см также наблюдается значительное повышение урожая. Более густые посевы в районах с достаточным количеством осадков, а также в условиях орошения дают возможность значительно увеличить почвозащитную роль растительного покрова. При индустриальной технологии по существу теряет смысл термин «пропашные культуры», поскольку при их возделывании не применяют обработки междурядий. Впрочем, нуждается в изучении и вопрос о целесообразности полного отказа от междурядных обработок при индустриальной технологии возделывания пропашных. Здесь, возможно, не следует впадать в крайность. С одной стороны, справедливо мнение, согласно которому чем больше проводят междурядных обработок, тем меньше польза от них, поскольку когда трактор 5—6 раз проходит по полю для выполнения культиваций, то вред от уплотнения почвы под колесами трактора может быть больше, чем польза от рыхления междурядий. Вместе с

тем высказываются мнения, что применение одной культивации необходимо для улучшения аэрации почвы и улучшения ее водопроницаемости. Все эти вопросы нуждаются в дальнейшем изучении и, конечно, в зональном разрезе. Так, результаты исследований, проведенных во ВНИИ кукурузы, показали, что на тех полях, где применяют индустриальную технологию возделывания подсолнечника без обработок междурядий, почва быстро уплотняется, в ней ухудшаются условия аэрации, снижается содержание нитратного азота, что отрицательно сказывается на вегетации растений. Высказывается мнение, что даже тогда, когда сорняки на поле отсутствуют, при сильном уплотнении почвы в фазе пяти — семи пар листьев у подсолнечника необходимо проводить одно рыхление междурядий на глубину 5—7 см (З. Б. Борисоник, А. Е. Сало, 1981).

Повышение качества работы машин на склонах

Широкое внедрение в производство противоэрозионной обработки почв на склонах необходимо осуществлять на основе качественного выполнения всех полевых работ, обеспечивающих предотвращение эрозии и получение высоких устойчивых урожаев возделываемых культур. Полное решение этого вопроса будет обеспечено в результате создания комплекса машин для контурного земледелия. Однако уже сейчас нужно правильно использовать существующую технику с тем, чтобы повысить качество проведения всех полевых работ на склонах.

Практика использования сельскохозяйственных машин показывает, что агрегаты, в состав которых входят универсальные колесные тракторы, можно применять для проведения сельскохозяйственных работ на склонах до 11—15°, а агрегаты с гусеничными тракторами — до 17—20°.

Использование навесных агрегатов создает возможности для значительного повышения качества работ и производительности машин на склоновых землях. Количество холостых проходов у тракторов с навесными орудиями незначительно. При работе на коротких гонах (около

150 м) производительность их повышается на вспашке от 10 до 25%, а на посеве и культивации — до 30% в сравнении с тракторами той же мощности, но работающими с прицепными орудиями. Для тракторов с навесными машинами длина гона может быть в 2—3 раза меньше, чем для мощных тракторов с прицепными орудиями.

Для того чтобы повысить поперечную устойчивость тракторов при работе на склонах, заливают воду в баллоны, а также подвешивают балласт на колеса, что снижает центр тяжести тракторов. На устойчивость трактора влияет увеличение ширины колес. Для этого их оборудуют съемными уширительными ободьями — добавочными решетчатыми колесами. Такие колеса увеличивают площадь сцепления с почвой и значительно (до 70%) уменьшают пробуксовку. При обработке узких междурядий, где использование уширителей невозможно, на резиновые баллоны, особенно с сильностертыми протекторами, надевают цепи. Лучшее сцепление обеспечивают цепи, в которых небольшие звенья чередуются с более крупными. Чтобы лучше использовать мощности колесных тракторов, их оборудуют съемным полугусеничным ходом, который значительно повышает тягово-сцепные свойства тракторов и их проходимость. Внутреннее давление в баллонах тракторов, работающих на склонах, не должно превышать 0,55—0,85 атм. В случае применения баллонов низкого давления, в частности арочного типа, разрушающее и деформирующее воздействие машин на почву значительно ослабевает (И. Хохлов и др., 1965).

Для уменьшения сползания и повышения устойчивости тракторов на склонах на траки гусениц наваривают боковые зацепы, в результате чего улучшаются тяговые свойства машин.

Чтобы облегчить вождение тракторов на склонах, разработаны различные устройства—кренодифферентометры, кренографы, эклиметры и другие приспособления.

Качественная вспашка с отвалом почвы вверх и вниз по склону достигается обычно на склонах до 5—6°. При этом особенно важно использование предплужников, которые улучшают оборачиваемость пласта при отвале вверх по склону. Чтобы повысить качество вспашки, один год ее проводят всвал, а другой — вразвал. При такой обработке уменьшается односторонний сдвиг пахотного слоя.

На склонах более 6—8° вспашку осуществляют только в одном направлении — с отвалом почвы вниз по склону.

Однокорпусный навесной оборотный плуг ПОН-30 агрегатируется с колесными тракторами класса 0,6 тс (ДТ-14Б, ДТ-20 и Т-30). Ширина захвата его — 30 см, глубина вспашки — до 25 см, производительность — 0,23 га/ч. Оборот корпусов осуществляется автоматически в конце борозды в процессе подъема плуга в транспортное положение.

Двухкорпусный оборотный навесной плуг ПОН-2-30 агрегатируется с колесным трактором класса 0,9 тс (ДТ-24, ДТ-23, ДТ-28, Т-30). Ширина захвата его — 60 см, глубина вспашки — до 25 см, производительность — 0,33 га/ч. Корпуса плуга оборачиваются выносным гидроцилиндром трактора.

Четырехкорпусный навесной комплект состоит из двух плугов ПЧС-4-35 с правооборачивающимися и левооборачивающимися корпусами. Плуги предназначены для гладкой вспашки челночным способом на склонах до 20°.

В колхозах и совхозах посев и обработку пропашных культур проводят иногда вдоль склона вследствие того, что на контурных посевах, особенно если склоны повышенной крутизны, из-за бокового крена и некоторого сползания агрегатов во время сева нарушается установленная ширина стыковых междурядий, а во время культивации подрезаются растения. Изменение ширины стыковых междурядий значительно зависит от направления движения агрегатов при посеве поперек склона — от водораздела к балке или от балки к водоразделу. В случае движения агрегатов от водораздела к балке ширина стыковых междурядий, как правило, увеличивается. Так, из 587 замеров в 393 случаях (67%) она была больше 80 см при заданной ширине 70 см. Значительное увеличение ширины стыковых междурядий приводит к уменьшению количества растений на 1 га пашни. При движении агрегатов от балки к водоразделу ширина стыковых междурядий чаще всего уменьшается. Из 348 замеров в 174 случаях (50%) она равнялась менее 60 см. На полях с узкими междурядьями во время культивации было отмечено значительное срезание растений (Д. И. Бужак, Г. Ф. Бабин, 1971).

Величина сползания на склонах у тракторов разных

марок различна. У гусеничных тракторов она меньше, у колесных — больше. Поэтому на склонах повышенной (более 5°) крутизны на посеве и культивации пропашных культур важно применять гусеничные тракторы. Причем необходимо, чтобы посев и культивация выполнялись тракторами одной марки. Кроме того, эти операции должны проводиться в одном направлении: если посев осуществляли поперек склона от водораздела к балке, то в таком же направлении нужно выполнять и культивацию.

По данным исследований (А. А. Шварц и др., 1981), при работе культиватора УСМК-5,4А в агрегате как с колесным трактором МТЗ-50, так и с гусеничным Т-70С на предпосевной и междурядных культивациях на склонах до 8° наблюдались сползание и перекос агрегатов и имел место разворачивающийся момент. При работе с колесным трактором отмечено значительное увеличение глубины колеи нижнего по склону колеса, что приводило к дополнительному уплотнению почвы. При движении агрегата со скоростью 3 м/с, которую применяют обычно на равнинных землях, на склоне 3° в случае проведения междурядных обработок подрезалось до 20—30% растений. Чтобы избежать этого, приходилось снижать скорость движения трактора на склонах до 2° до 2,5 м/с, 3° — до 2,2 и 4—5° — до 1,9 м/с.

Результатами исследований, проведенных Воронежским СХИ в колхозе «Дружба» Кантемировского района Воронежской области (М. И. Лопырев, 1979), выявлены большие сложности обработки посевов сахарной свеклы на склонах более 3°. В данном случае наблюдались подрезание растений при междурядных обработках, засыпка их почвой, неравномерное заглубление лап культиватора, однако наиболее трудным процессом, лимитирующим возделывание сахарной свеклы на склонах, оказалась уборка урожая этой культуры свеклоуборочными комбайнами. С увеличением уклона резко возрастали потери, что видно из таблицы 59.

Установлена явная нецелесообразность возделывания свеклы на склонах более 3—4° даже с учетом одного показателя: степени повреждения и потери урожая при уборке. Если же принять во внимание повреждение посевов при междурядных обработках, то, по-видимому, предел размещения этой культуры на склонах при попе-

ТАБЛИЦА 59. Потери урожая сахарной свеклы при уборке комбайнами в зависимости от крутизны склона, % (скорость — 5 км/ч)

Показатель	Крутизна склона				
	0—2° (контроль)	3°	4°	5°	5,5—6,5°
Количество травмированных корней	0,1	0,4	0,7	4,0	12,0
Количество неубранных клубней	3,5	4,8	7,0	11,0	19,0

речных обработках почвы не может быть более 2—3°.

Азербайджанским НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства в совхозе «Парижская коммуна» Кедабекского района создано стабилизирующее устройство, применение которого значительно уменьшает сползание картофелесажалки при работе на склонах. Известно, что величина сползания агрегата с картофелесажалкой СН-4Б при возрастании крутизны склона значительно увеличивается, причем колеса трактора и опорные колеса картофелесажалки в данном случае смещают почву вниз по склону. Выявлено, что при работе на склонах заделывающие диски первого и третьего сошников бывают постоянно загружены, а второго и четвертого, наоборот, разгружены. Поэтому глубина заделки клубней в почву при сползании агрегата вниз по склону первым и третьим сошниками оказывается больше, чем вторым и четвертым. С изменением направления движения агрегата (обратный проход) первый и третий сошники заделывают клубни мельче, чем второй и четвертый. Разработанное стабилизирующее устройство не устраняет полностью этих недостатков, однако значительно уменьшает их негативное влияние на величину урожая. При его использовании прибавка урожая клубней на склоне 5° составила 5%. С увеличением крутизны склонов, когда без стабилизирующего устройства сползание агрегата (трактора ДТ-75 с картофелесажалкой СН-4Б) было особенно значительным, применение этого устройства обеспечило увеличение урожая клубней на склоне 12° на 13,5% (И. И. Ахмедов, А. А. Багаев, 1980).

Вследствие сползания агрегатов при посеве зерновых

на стыковых междурядьях образуются огрехи. Для предупреждения сползания сеялок на колесах устанавливают обычно шпоры или реборды.

Как показали результаты исследований ВНИИ кукурузы (В. М. Круть и др., 1980), на склонах более 2° при использовании стерневой сеялки СЗС-2,1 снижается качество посева, поскольку ее крайний вниз по склону сошник на склонах 3° заделывает семена в почву на глубину 2—3 см, а работающий сверху по склону — до 8 см. С увеличением крутизны склона до 5° неравномерность высева семян по глубине становится недопустимой. Кроме того, стерневая сеялка неудовлетворительно копирует микрорельеф. Все это приводит к снижению урожая зерна на 2 ц/га в сравнении с посевами, проведенными обычными дисковыми сеялками, хотя и эти сеялки не лишены недостатков при работе на склонах.

В настоящее время нашей промышленностью специально для склонов значительной крутизны выпускается зернотукотравяная горная сеялка СЗГ-2,4, предназначенная для посева зерновых колосовых, зерновых бобовых культур и трав с одновременным внесением в почву гранулированных минеральных удобрений. Она обеспечивает качественный посев поперек склонов при крутизне их до 15°. Производительность ее на склонах — 1,44 га/ч (в равнинных условиях — 2,16 га/ч), рабочая скорость — 1,67 км/ч (на равнине — 2,5 км/ч). Ширина захвата — 2,4 м. Сеялка агрегатируется с тракторами МТЗ-82К, МТЗ-82Н, Т-40 АНМ и с другими пропашными класса 0,9—1,4 тс.

В СССР разрабатывается система машин для склонового земледелия. Эта система включает машины для подготовки склонов под посев и посадку культур, механизации их возделывания и уборки, технические средства для транспортировки грузов и механизации погрузочно-разгрузочных работ. Выработаны основные требования к машинам для работы на склонах, в частности по энергетическим, динамическим и эксплуатационным показателям, обеспечивающие повышение устойчивости агрегатов при выполнении технологических процессов и операций на склонах, минимальные потери мощности, хорошую маневренность, наименьший радиус поворота, легкость управления, минимальное давление на почву, универсальность использования.

Создание машин для проведения сельскохозяйственных работ на склоновых землях ведется в двух направлениях: по пути изменения и модернизации существующих конструкций (снижение центра тяжести, увеличение колеи, введение автоматической стабилизации вертикального положения остова трактора и др.), а также по пути разработки принципиально новых конструкций.

На вклейке представлена сельскохозяйственная техника для почвозащитного земледелия, выпуск которой предусмотрен народнохозяйственным планом на 1981 — 1985 гг. в соответствии с научно обоснованной Системой машин на 1981—1990 гг.

Согласно плану интеграции промышленности социалистических стран в Болгарии выпускается серия машин для работы на крутых склонах. Трактор «Мургаш М-45» предназначен для работы на склонах до 25°. Он устойчив при работе, обладает хорошей маневренностью, легкостью управления, имеет широкий набор прицепных машин, что позволяет использовать его для обработки почвы, внесения пестицидов, уборки урожая, транспортировки грузов. Трактор имеет дизельный двигатель 45 л. с.

Тракторы мощностью до 50 л. с., предназначенные для работы на склонах, выпускаются в Италии, Австрии, Швейцарии, Франции, США, Австралии и в ряде других стран. Так, австралийской фирмой «Аустралиан трактор» разработан универсальный колесный трактор «Аустра РТ-45», который может работать на склонах и использоваться на культивации, уборочных и транспортных работах. Устойчивость трактора достигается за счет низкопрофильной конструкции. Американская фирма «Алмленд Брэс» производит тракторы «Кнадсон» нового поколения, имеющие автоматизированную систему выравнивания, что позволяет проводить обработку почвы и посев на участках с крутыми склонами. Для работы на крутых склонах применяют также различные мотоблоки с ручным управлением (мотофрезы и др.). Для обработки почвы перед посевом и проведения ряда противоэрозионных мероприятий на склонах до 6° используют оборотные плуги, а на склонах более 6° — плуги с винтовыми отвалами.

Фирмой «Эглен Ховркрафт» (США) сконструирован аппарат на воздушной подушке. Для буксировки его ис-

пользуют трактор. Аппарат смонтирован на шасси обычного прицепа с гидравлическим регулятором положения колес по высоте, что позволяет выравнивать аппарат на наклонной поверхности поля. Сбалансированное распределение массы между воздушной подушкой и колесами обеспечивает хорошее сцепление шин с почвой, что весьма важно при работе на склонах. Масса аппарата — 6480 кг. Габаритные размеры — 7×4 м. Испытание аппарата на влажных глинистых почвах показало, что сопротивление за счет использования воздушной подушки снижается на 85%. При этом значительно уменьшается уплотнение почвы колесами. В перспективе планируется применять аппараты на воздушной подушке при посеве, внесении удобрений, опрыскивании и выполнении других операций в сельском хозяйстве.

Вопрос, связанный с уменьшением уплотнения почвы колесами тракторов и другой техники, чрезвычайно важный, особенно для склоновых земель. И необходимо искать пути для снижения этого негативного действия. В частности, уплотнение почвы на склонах резко увеличивает склоновый сток, тем самым усиливает недостаток влаги в почве и одновременно вызывает интенсивное проявление эрозии почвы.

Для того чтобы предотвратить переуплотнение почвы на склонах, нельзя использовать на полевых работах тракторы типа Т-150 и К-700 без уширительных колес или других приспособлений, снижающих удельное давление их на почву.

Непременное условие, обеспечивающее повышение урожайности возделываемых культур и наиболее эффективную защиту почв от эрозии,— высокое качество исполнения технологических приемов. Учитывая это безусловное требование к работе всех машин на склоновых землях, целесообразно давать балльную оценку качества проведения различных полевых работ (см. книгу «Операционная технология механизированных работ на эрозионноопасных землях». М., 1979). Ниже в таблицах 60 — 65 дана балльная оценка основных показателей качества выполнения обработки почвы культиваторами-плоскорезами и глубокорыхлителями, лункования и прерывистого бороздования, щелевания почвы, прерывистого бороздования междурядий, работ по снегозадержанию и зачернению снега. Такие оценки рекомендуется учиты-

ТАБЛИЦА 60. Оценка качества обработки почвы культиваторами-плоскорезами и глубокорыхлителями

Показатель	Градация нормативов рыхления		Балл
	мелкого до 16 см	глубокого до 30 см	
Сохранение стерни, %	До 90	До 85	3
	90—85	85—80	2
	Менее 85	Менее 80	1
Отклонение средней арифметической глубины от заданной, см	До 0,5	До 1	3
	0,5—1	1—2	2
	Более 1	Более 2	1
Подрезание сорняков на глубине хода рабочих органов, шт/м²	Отсутствуют	Отсутствуют	3
	1—3	2—4	2
	4 и более	5 и более	1

ТАБЛИЦА 61. Оценка качества лункования и прерывистого бороздования

Показатель	Градация нормативов	Балл
Лункование		
Отклонение от заданной глубины, см	±1	3
	±2	2
	±3	1
	Более 3	0
Отклонение длины перемычки, см	±3	3
	±5	2
	Более 5	0
Отклонение от среднего расстояния между рядами лунок, см	±3	3
	±5	2
	±7	1
	Более 7	0
Прерывистое бороздование		
Отклонение от средней глубины, см	±3	3
	±5	1
	Более 5	0
Отклонение от средней высоты перемычки, см	±3	2
	±5	1
	Более 5	0
Отклонение от заданной длины борозды, см	±10	2
	±25	1
	Более 25	0
Отклонение от заданной ширины борозды, см	±5	2
	±10	1
	Более 10	0

ТАБЛИЦА 62. Оценка качества щелевания

Показатель	Градация нормативов	Балл
Отклонение средней глубины от заданной, см	±1	4
	±1,5—2,0	3
	Более ±2	0
Отклонение расстояния между щелями, см	±(5—15)	3
	±(15—20)	2
	Более ±20	0
Расположение щелей относительно основного направления склона, град	±(10—20)	2
	±(20—30)	1
	Более ±30	0

ТАБЛИЦА 63. Оценка качества прерывистого бороздования междурядий

Показатель	Градация нормативов	Балл
Отклонение от глубины, см	±1	2
	±2	1
	Более ±3	0
Отклонение от средней высоты перемычки, см	±1	2
	±2	1
	Более ±3	0
Отклонение от длины борозды, см	±10	2
	±20	1
	Более ±25	0
Отклонение от ширины борозды, см	±2	2
	±3	1
	Более ±4	0

вать при подведении итогов социалистического соревнования на различных этапах выполнения работ, связанных с обработкой почвы и возделыванием культур.

ТАБЛИЦА 64. Оценка качества работы по снегозадержанию

Показатель	Градация нормативов	Балл
Отклонение направления валка от заданного, град	±5	5
	±15	4
	±25	3
	Более 25	Бракуется
Толщина защитного слоя снега на озимых и травах, см	5—8	5
	5—10	4
	5—15	3
	Менее 5	Бракуется
Отклонение расстояния между валками от заданного, %	±10	5
	±15	4
	±20	3
	Более 25	Бракуется

ТАБЛИЦА 65. Оценка качества работы по зачернению снега

Показатель	Градация нормативов	Балл
Отклонение направления зачерненной и уплотненных незачерненных полос от заданного, м	Менее 1	5
	1—2	4
	2—3	3
	Более 3	Бракуется
Качество зачерненной полосы, % площади	Зачернение:	
	100	5
	75	4
	50	3
	Менее чем на 50	Бракуется
Длина зачерненных полос на сложных склонах (на вторичных уклонах и потяжинах), м	5—6	5
	6—8	4
	8—10	3
	Более 10 и менее 5	Бракуется
Разрывы зачерненных полос на сложных склонах (на вторичных уклонах, потяжинах), м	2—3	5
	3—4	4
	4—5	3
	Более 5	Бракуется

Разработка зональных рекомендаций по обработке почв

В соответствии с распределением пахотных земель по крутизне склонов, с учетом сочетания других природных условий территории и ее подверженности эрозии, во всех эрозионноопасных районах страны разрабатывают рекомендации по почвозащитному земледелию, которые должны обеспечить наиболее продуктивное использование земель и защиту почв от эрозии. При этом содержание противоэрозионной системы обработки почв зависит от типов противоэрозионных севооборотов, размещаемых на склонах разной крутизны.

Так, в конкретных условиях Молдавии, где равнинные пахотные земли занимают менее 20% площади, полевые севообороты, насыщенные пропашными культурами, размещают на склонах до 5°. Поля севооборотов нарезают длинными сторонами поперек склона. Ширина полей — до 400—600 м с учетом возможности перекрестного посева зерновых и квадратно-гнездового возделывания пропашных культур. Вспашку, все культивации (кроме предпосевной) и посев проводят поперек склона. При перекрестном посеве культур, а также при перекрестной обработке квадратно-гнездовых посевов пропашных второе направление обработки — поперек склона.

На склонах более 5° вводят севообороты с полосным размещением культур. На склонах до 8° при большой необходимости допускается возделывание пропашных. В этом случае полосы их чередуют с полосами многолетних трав или однолетних культур сплошного посева. Допустимая ширина полос — 40—60 м. На склонах более 8° пропашные не выращивают. Здесь полосы однолетних культур сплошного посева чередуют с полосами многолетних трав. Ширина полос — от 10—20 до 40 м. На склонах более 5° все виды обработки почв и посев культур осуществляют по контурам. На склонах более 8° применяют вспашку только с отвалом почвы вниз по склону.

На склонах до 8° для задержания стока и смыва почвы поперечную обработку дополняют прерывистым

бороздованием и другими приемами, создающими противоэрозионный нанорельеф. На склонах более 8°, где заметно снижается емкость борозд и лунок, для задержания стока и смыва почвы используют полосное рыхление, щелевание и другие приемы, направленные на повышение водопроницаемости почв.

Склоны более 12° исключают из полеводства. Их залужают или закладывают на них сады и виноградники.

Рекомендации по использованию склоновых земель в полеводстве для Молдавской ССР приведены в таблице 66.

При выборе приемов обработки почв на склонах учитывают содержание влаги в почве, количество осадков, температуру и влажность воздуха, а также другие метеорологические условия, определяющие опасность стока и иссушения почвы. Необходимо также комплексное применение различных приемов обработки почв с тем, чтобы одновременно создавать условия для задержания стока и максимального уменьшения испарения почвенной влаги.

Зональные рекомендации по защите почв от эрозии разработаны для Ростовской области, Ставропольского края, Краснодарского края, Поволжья, Центрально-Черноземной зоны и других зон страны. Так, для Центрально-Черноземной зоны рекомендуется следующая дифференциация почвозащитной основной обработки почв: на односторонних склонах до 2°, не изрезанных водотоками, применяют отвальную вспашку поперек склонов; на односторонних и сложных склонах от 3 до 10° — прерывистое бороздование в сочетании с комбинированной отвально-безотвальной вспашкой. Если из-за глыбистости пашни бороздование не проведено, выполняют позднеосеннее лункование зяби. После уборки колосовых предшественников более эффективно безотвальное рыхление на глубину до 40 см; после уборки предшественников, не имеющих стерни, применяют комбинированную ступенчатую вспашку с прерывистым бороздованием, щелевание мерзлой почвы, если на данной площади не проводили обработку почвы с изменением микрорельефа; на легких почвах внедряют систему безотвальной их обработки.

При выборе приемов противоэрозионной обработки почв учитывают комплекс природных условий, а также

ТАБЛИЦА 66. Рекомендации по использованию склоновых земель в полеводстве для Молдавской ССР

Склоны до 5°	Склоны 5—8°	Склоны 8—12°	Склоны 12°
Можно использовать в севооборотах с высоким насыщением пропашными культурами	Вводят севообороты с полосным размещением культур		Временно используют под возделывание полевых культур до закладки садов или виноградников
Поля размещают поперек склонов. Ширина полей — 400—600 м. Применяют перекрестные посевы культур сплошного сева. Допустимо квадратно-гнездовое возделывание пропашных культур; второе направление культивации — обязательно поперек склона. Вспашка, все культивации (кроме предпосевной) и посев проводят поперек склона	Допускается возделывание пропашных культур. Культуры размещают полосами шириной до 40—60 м. По склону полосы пропашных чередуют с полосами однолетних культур сплошного посева или многолетних трав	Пропашные культуры не возделывают Культуры размещают полосами шириной от 10—20 до 40 м	Культуры размещают полосами шириной 5—10 м с учетом расчетной ширины террас для закладки плодовых деревьев или виноградников По склону полосы однолетних культур сплошного посева чередуют с многолетними травами
Все виды обработки почв, как и посев культур, проводят по контурам			
Применяют преимущественно прерывистое бороздование в междурядьях пропашных культур, лункование и другие приемы создания противоэрозионного нанорельефа на зяби и парах			Вспашка только односторонняя. Постепенно формируются напашные террасы Применяют преимущественно глубокое полосное рыхление, щелевание и другие приемы, направленные на повышение водопроницаемости почв

результаты изучения влияния способов обработки на уменьшение эрозии и повышение урожайности сельскохозяйственных культур. К числу важнейших природных факторов, которые в первую очередь принимают во внимание, для многочисленных зон страны можно отнести следующие.

1. Условия увлажненности территории (избыточное, достаточное, неустойчивое, недостаточное увлажнение, острозасушливая зона).

2. Стоком каких вод вызывается эрозия (талыми водами, дождевыми осадками, в том числе ливневыми, водами орошения).

3. Тип склона (односкатный нерасчлененный, односкатный расчлененный, двухскатный, многоскатный и др.).

4. Крутизна склона (до 2°; 2—5°, 5—8° и т. д.).

5. Водопроницаемость почв в эрозионноопасные периоды, которая зависит от механического состава, степени эродированности, оструктуренности, влажности в период стока вод, промерзаемости почв и других условий.

В качестве примера общего подхода к решению этой задачи в таблице 67 приведены рекомендации по использованию противоэрозионных приемов обработки почв с учетом важнейших природных условий склоновых земель.

Для упрощения поставленной задачи нами выделены только две градации из пяти названных факторов, которые в первую очередь принимают во внимание при выборе приемов противоэрозионной обработки почв. В таблицу 67 включены 35 наиболее распространенных приемов, включая систему безотвальной обработки почвы:

1—3 — касаются направления обработки почв на склонах. Контурную обработку почвы можно проводить в зоне избыточного увлажнения. Такая обработка необходима в зоне достаточного увлажнения и особенно в зонах неустойчивого и недостаточного увлажнения. Ее применяют в борьбе с эрозией, вызываемой стоком как талых вод, так и дождевых вод на склонах различной крутизны и на почвах с разной водопроницаемостью. На односкатных склонах контурная обработка почв является обработкой поперек склона, а на сложных склонах, ниспадающих в разных направлениях, ее проводят в направлении изменения горизонталей местности. Вспашку под

небольшим углом к горизонталям для безопасного сброса излишних вод используют в зоне с избыточным увлажнением.

4—5 — более глубокую вспашку и вспашку с почвоуглублением применяют на склонах в зонах с избыточным, достаточным, неустойчивым и недостаточным увлажнением, где эрозия проявляется от стока талых вод. Особенно хорошие результаты дают эти виды обработки почвы в зонах с неустойчивым и недостаточным увлажнением. Они эффективны также в борьбе с эрозией, вызываемой стоком дождевых осадков. Действие их возрастает на почвах с низкой водопроницаемостью, а также на более крутых склонах, где уменьшается емкость борозд и лунок. На почвах с мощным гумусовым слоем применяют глубокую вспашку, а с небольшим гумусовым слоем — вспашку с почвоуглублением.

6 — безотвальную систему обработки почв можно применять в борьбе с эрозией во всех зонах. Эффективность ее возрастает с увеличением крутизны склонов. Необходима безотвальная система обработки почв на всех склонах, где существует опасность проявления дефляции.

7 — ступенчатую вспашку можно использовать во всех зонах. Она особенно эффективна на тяжелых почвах.

8—9 — комбинированные способы отвально-безотвальной вспашки пригодны для всех зон, где эрозия вызывается стоком талых вод.

10—13 — приемы вспашки зяби с одновременной поделкой на полях противоэрозионного нанорельефа применяют в зонах с неустойчивым и недостаточным увлажнением, где эрозия вызывается стоком талых вод. Вспашка с бороздованием и валкованием допустима только на простых односкатных нерасчлененных склонах. Вспашку с прерывистым бороздованием, лункованием и поделкой микролиманов проводят как на простых, так и на сложных склонах. Особенно необходимо использование этих приемов на сложных склонах. С увеличением крутизны склонов возрастает эффективность создания микролиманов, имеющих гораздо большую емкость в сравнении с прерывистыми бороздами и лунками.

14—18 — приемы создания противоэрозионного нанорельефа на зяби и парах целесообразны в зонах с неустойчивым и недостаточным увлажнением, где эрозия вызывается стоком как талых, так и дождевых вод. Бо-

ТАБЛИЦА 67. Рекомендации по применению противоэрозион
условий склоновых земель

№ п/п	Приемы противоэрозионной обработки почв	Условия		
		увлажненность территории		сток вод, щих эро-
		избыточная и достаточная	неустойчивая и недостаточная	талые
1	2	3	4	5
1	Контурная обработка почв на односкатных склонах	+(++)	+++	++
2	Контурная обработка почв на сложных склонах	+(++)	+++	++
3	Вспашка под небольшим углом к горизонталям	+	—	+
4	Более глубокая вспашка	++	+++	++
5	Вспашка с почвоуглублением	++	+++	++
6	Безотвальная система обработки почв	+	+	+
7	Ступенчатая вспашка	+	+	+
8	Комбинированная отвально-безотвальная ступенчатая вспашка	+	+	+
9	Обычная комбинированная отвально-безотвальная вспашка	+	+	+
10	Вспашка зяби с одновременным бороздованием и валкованием	—	+	+
11	Вспашка зяби с одновременным прерывистым бороздованием	—	+	+
12	Вспашка зяби с одновременной поделкой микролиманов	—	+	+
13	Вспашка зяби с одновременным лункованием	—	+	+
14	Бороздование и валкование зяби и пара	—	+	+
15	Прерывистое бороздование зяби и пара	—	+	+
16	Поделка микролиманов на зяби и пару	—	+	+
17	Лункование зяби и пара	—	+	+
18	Нарезка наклонных борозд для безопасного сброса воды	+	—	+
19	Щелевание почвы	+	+	+
20	Полосное рыхление почвы	+	+	+
21	Кротование почвы	+++	+	+
22	Прикатывание почвы с одновременным валкованием	+	+++	—

ных приемов обработки почв с учетом важнейших природных

применения

вызывающие	тип склона		крутизна склона		водопроницаемость почв	
дождевые, в том числе ливневые	простой односкатный	сложный многоскатный	до 5—8°	более 5—8°	высокая	низкая
6	7	8	9	10	11	12
++	+	—	++	++	++	+++
++	—	+	++	++	++	+++
+	+	+	+	+	+	+++
+	++	++	++	+++	++	+++
+	++	++	++	+++	++	+++
+	+	+	+	+++	+	+
+	+	+	+	+	+	+++
—	+	+	+	+	+	+++
+	+	+	+	+	+	+
—	+	—	+	+	+	+++
—	+	+++	+	+	+	+++
—	+	+++	+	+++	+	+++
—	+	+++	+	+	+	+++
+	+	—	+	+	+	+++
+	+	+++	+	+	+	+++
+	+	+++	+	+++	+	+++
+	+	+++	+	+	+	+++
+	+	+	+	+	+	+++
+	+	+	+	+++	+	+++
+	+	+	+	+++	+	+++
+	+	+	+	+++	+	+++
++	+	+	+	+	+	+++

1	2	3	4	5
23	Прикатывание почвы с одновременным щелеванием и валкованием	+	+++	—
24	Посев поперек склона	+	+++	+
25	Перекрестный посев со вторым направлением сева поперек склона	+	+++	+
26	Контурный посев	+	+++	+
27	Посев с одновременным щелеванием почвы	—	+	+
28	Посев с одновременным прикатыванием, валкованием и щелеванием почвы	—	+	+
29	Посев сеялками СЗС-9 с одновременным формированием прерывистых борозд	—	+	+
30	Бороздковый посев	—	+	+
31	Осеннее щелевание почвы под посевами озимых культур	—	+	+
32	Весеннее щелевание почвы под посевами озимых и яровых культур	—	+	—
33	Щелевание почвы при обработке междурядий пропашных культур	+	+++	—
34	Прерывистое бороздование почвы при обработке междурядий пропашных культур	+	+++	—
35	Щелевание и прерывистое бороздование почвы при обработке междурядий пропашных культур	+	+++	—

Условные обозначения: — нельзя применять; + можно при

роздование и валкование можно применять только на простых односкатных склонах, а прерывистое бороздование, лункование и поделку микролиманов — на простых и сложных склонах. Особенно эффективны эти приемы на сложных склонах. С увеличением крутизны склонов снижается эффективность бороздования и лункования и возрастает эффективность поделки микролиманов. Эти приемы необходимы на почвах с низкой водопроницаемостью. Наклонные борозды для безопасного сброса

Продолжение

6	7	8	9	10	11	12
++	+	+	+++	+++	+	+++
+++	+	—	++	++	+	+
+++	+	—	++	++	+	+
+++	—	+++	++	++	++	++
+++	+	+++	+	+++	+	+++
+++	+	+++	++	+++	+	+++
+++	+	+++	+	+	+	+++
++	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+++	+	+++
+	+	+	+	+++	+	+++
+	+	+	+	+++	+	+++
+	+	+	++	+	+	+++
+	+	+	+	+++	+	+++

менять; ++ необходимы; +++ особенно эффективны.

излишних вод создают главным образом в районах с избыточным увлажнением, особенно на почвах с низкой водопроницаемостью.

19—21 — приемы щелевания, полосного рыхления и кротования почв можно применять во всех зонах, где эрозия вызывается стоком как талых, так и дождевых вод. Кротование эффективно в зонах с избыточным и достаточным увлажнением. Результативность использования этих приемов возрастает с увеличением крутизны скло-

нов и снижением водопроницаемости почв. Щелевание и кротование особенно необходимы на мерзлых водонасыщенных почвах.

22—23 — приемы предотвращения эрозии в случае прикатывания почв на склонах особенно действенны в зонах с неустойчивым и недостаточным увлажнением, где эрозия вызывается стоком дождевых осадков. На пологих склонах защиту почв от эрозии часто обеспечивают только прикатывание с валкованием, а на более крутых — прикатывание с одновременным валкованием и щелеванием почвы. Второй прием более эффективен во всех случаях.

24—26 — касаются направления посева культур на склонах. Эти приемы необходимо применять во всех зонах, особенно в условиях неустойчивого и недостаточного увлажнения. На односкатных склонах можно использовать поперечные или перекрестные посевы культур со вторым проходом сеялок поперек склона. На сложных склонах посевы должны быть контурными.

27—30 — приемы посева культур с одновременной противоэрозионной обработкой почв целесообразны в зонах с неустойчивым и недостаточным увлажнением, особенно там, где эрозия вызывается стоком дождевых вод. Посевы с одновременным щелеванием, прикатыванием, валкованием и щелеванием почв, а также модернизированными зерновыми сеялками СЗС-9 с одновременным формированием прерывистых борозд по следам каточков особенно необходимы на сложных склонах. Эффективность этих приемов повышается на почвах с низкой водопроницаемостью. С увеличением крутизны склона возрастает эффективность способов посева с одновременным щелеванием почвы. В зонах неустойчивого и недостаточного увлажнения хорошие результаты дают посевы пропашных культур бороздковыми сеялками.

31—32 — приемы осеннего и весеннего щелевания почвы под посевами озимых и яровых культур сплошного сева применяют в районах с неустойчивым и недостаточным увлажнением, где сток вызывается талыми и дождевыми водами. Эффективность их возрастает с увеличением крутизны склонов и уменьшением водопроницаемости почв.

33—35 — приемы противоэрозионной обработки почв в междурядьях пропашных культур особенно действенны

в зонах с неустойчивым и недостаточным увлажнением, где эрозия вызывается стоком вод ливневых осадков. Влияние щелевания почвы и щелевания с прерывистым бороздованием возрастает с увеличением крутизны склонов и снижением водопроницаемости почв.

Таковы главные особенности использования различных противоэрозионных приемов обработки почв с учетом важнейших природных условий склоновых земель. Приведенные рекомендации по выбору противоэрозионных приемов обработки почв не в состоянии учесть все разнообразие сочетаний природных условий территории при возделывании различных сельскохозяйственных культур в разных зонах страны. Однако они могут служить методической основой для составления подобных рекомендаций в разрезе природных зон и административных районов.

Пути повышения плодородия эродированных земель

Проблема увеличения содержания гумуса в смытых почвах

Общеизвестно, что все условия жизни растений — свет, тепло, пища, вода — равнозначны, и в случае отсутствия одного из них растения не могут нормально вегетировать. Для каждого конкретного природного региона лимитирующим получение высоких и устойчивых урожаев может быть один или два фактора. В связи с этим им и необходимо уделять наибольшее внимание в конкретных условиях.

Почвенные условия должны обеспечивать растения пищей и водой, а также благоприятным для развития корневой системы тепловым режимом и аэрацией. Следует также иметь в виду, что низкий уровень плодородия почв может быть связан не с отсутствием названных условий, а с наличием в почве большого количества вредных для растений солей, высокой кислотностью почв, с весьма большой плотностью сложения почвы или с другими факторами, препятствующими нормальной вегетации растений.

При наличии необходимых условий для жизни растений уровень плодородия почв оценивают по количеству в ней гумуса. Содержание гумуса в почве при равенстве прочих факторов для почв конкретного генетического типа принимают как интегральный показатель уровня ее плодородия. В этом есть своя логика, поскольку почва, важнейшим свойством которой является плодородие, отличается от почвообразующей породы наличием гумуса. И чем больше содержание гумуса в почве, тем при наличии всех других факторов жизни растений выше ее плодородие. И наоборот, по уменьшению количества гумуса в почве оценивают уровень снижения плодородия почв данного генетического типа.

Результаты многочисленных научных исследований показывают тесную корреляционную зависимость между содержанием гумуса в почве того или иного типа с величиной получаемых урожаев при прочих равных природных условиях и технологии возделывания культур. Именно показатель уровня снижения содержания гумуса в почвах склонов служит одним из важнейших диагностических признаков для отнесения почв к той или иной степени эродированности. Как было показано выше, на слабосмытых почвах (при снижении содержания гумуса в сравнении с несмытыми почвами до 20%) урожайность большинства культур снижается на 10—30%, на среднесмытых (при снижении содержания гумуса на 20—50%) — на 30—50 и на сильносмытых почвах (при снижении содержания гумуса более чем на 50%) — на 50—80%.

Как известно, гумус является продуктом трансформации солнечной энергии для получения продуктов питания, важнейшим источником биологического вида энергии. Гумусовые вещества активизируют процессы почвообразования, накопления азота, фосфора, серы и многих других макро- и микроэлементов питания растений.

Гумус, служащий биологической основой плодородия почв, определяет многие биологические, химические, физико-химические, физические, водно-физические, технологические и другие свойства почвы. Действие его исключительно многогранно.

В процессе гумификации органических остатков, содержащих некоторое количество зольных элементов (фосфора, калия, кальция, магния, серы, железа и других макроэлементов, а также микроэлементов) в почве образуются относительно устойчивые к разложению высокомолекулярные азотсодержащие гумусовые вещества, которые закрепляются минеральной частью почвы. Гумусовые кислоты состоят из углерода (до 50—60%), азота (до 5—6%), кислорода (до 40—50%) и водорода (до 4—6%). Таким образом, в гумусе накапливаются и длительное время сохраняются все основные элементы питания растений. При постепенной его минерализации эти элементы переходят в минеральные формы и используются растениями. Особенно важное значение имеет минерализация органических форм азота. При разложении гумуса выделяется большое количество углекислого газа, который поступает в припочвенные слои атмосферы

и служит источником углеродного питания растений.

Содержащиеся в почвенном растворе физиологически активные гумусовые кислоты и особенно гуминовые кислоты положительно влияют на развитие корневой системы растений, что ведет к увеличению ее массы и способствует повышению плодородия почв.

Наряду с гумусом в почве всегда есть много неразложившихся и полуразложившихся растительных и животных остатков, содержащих значительное количество элементов питания растений. Физиологически активные гумусовые кислоты ускоряют разложение этих органических остатков и тем самым увеличивают содержание в почве доступных для растений питательных веществ.

С увеличением количества гумуса в почве возрастает эффективность вносимых минеральных удобрений, особенно фосфорных. Растения, выращиваемые на почвах с высоким содержанием гумуса, отличаются меньшим коэффициентом транспирации, вследствие чего они более экономно расходуют почвенную влагу в сравнении с растениями, произрастающими на почвах с низким содержанием гумуса.

Установлено, что гумус оказывает бóльшее влияние на содержание белка в растениях, чем азотные удобрения. С увеличением количества гумуса в почве повышается содержание белка в зерне выращиваемых культур, поэтому увеличение количества гумуса в почве приводит к уменьшению расхода кормов и к снижению себестоимости животноводческой продукции.

Почвы с высоким содержанием гумуса менее восприимчивы к отрицательным воздействиям пестицидов и других загрязняющих веществ, что имеет весьма важное значение вследствие возрастающего применения пестицидов в сельском хозяйстве. Выявлено также положительное влияние гумуса на закрепление в почве малодоступных и недоступных для растений форм тяжелых металлов, радиоактивного стронция и других элементов. Поэтому гумус выполняет важную фитосанитарную роль.

Общеизвестно значение гумуса в создании водопрочной структуры почв, особенно богатых кальцием. В таких почвах образуются нерастворимые в воде соединения — гуматы кальция, являющиеся «стражем» почвенной структуры. В оструктуренной почве создается опти-

мальный водно-воздушный режим, уменьшаются потери влаги на физическое испарение с поверхности, возрастает водопроницаемость, что приводит к уменьшению стока на склонах. Оструктуренные почвы отличаются высокой противоэрозионной устойчивостью.

С увеличением содержания гумуса в почвах улучшаются их физико-технологические свойств. По данным исследований ТСХА (А. М. Лыков, 1982), при высоком содержании гумуса в дерново-подзолистых почвах затраты на их обработку снижаются на 20—25 %, причем резко улучшается качество обработки почв, что ведет к повышению величины урожая и уменьшению себестоимости продукции.

Таким образом, гумус обеспечивает наиболее ценные биологические, агрофизические, агрохимические свойства почвы. Являясь продуктом аккумуляции солнечной энергии, он создает условия для дальнейшего ее усвоения. Вследствие создания наилучших условий для вегетации растений на почвах с высоким содержанием гумуса возрастает площадь листовой поверхности растений и в результате повышается КПД фотосинтетически активной радиации (ФАР).

Многочисленными исследованиями установлено, что с увеличением содержания гумуса в почве значительно повышается продуктивность пахотных земель. Так, в исследованиях ТСХА (А. М. Лыков и др., 1982), с увеличением содержания гумуса с 0,5 до 1,5—2,5 % в суглинистой дерново-подзолистой почве урожайность зерновых культур на фоне внесения NPK возросла примерно вдвое. В хозяйствах Домодедовского района Московской области с 1970 по 1980 г. количество гумуса в почве увеличилось с 1,8 до 2,2 %, в результате средний выход кормовых единиц с 1 га пашни возрос в 1,4 раза.

По мере реализации Продовольственной программы в стране все шире развертываются работы, направленные на расширенное воспроизводство плодородия почвы. Одно из главных направлений этих работ — увеличение содержания гумуса в почве. Это вызвано, в частности, заметным снижением количества гумуса в пахотных землях за последние 50—100 лет во многих регионах страны, что обусловлено влиянием многочисленных факторов. Для склоновых земель важнейшим из них явилось, несомненно, многолетнее проявление эрозии.

Поэтому при решении общей задачи расширенного воспроизводства плодородия всех сельскохозяйственных земель особое внимание уделяют смытым почвам с тем, чтобы восстановить их плодородие до уровня полнопрофильных несмытых почв конкретного генетического типа. Необходимо дифференцированное проведение мероприятий по наращиванию плодородия равнинных и склоновых земель, несмытых почв и почв различной степени смытости. Смытые почвы, особенно средне- и сильносмытые, следует рассматривать как аварийные объекты, которым грозит переход в бросовые земли, если в срочном порядке не будут приняты меры по восстановлению их плодородия.

Важен системный подход к восстановлению плодородия смытых почв. Наряду с мерами, направленными на увеличение содержания гумуса, на кислых почвах одновременно следует проводить их известкование, на засоленных — рассоление, на переувлажненных почвах — осушение и т. д. Для каждого поля и для каждого рабочего участка необходима дифференцированная стратегия наращивания плодородия почв с учетом рельефа и смытости почв. При этом необходим выбор наиболее экономичных приемов восстановления плодородия смытых почв, и в частности учет стоимости различных видов удобрений и мелиорантов, дальности их перевозки, способов внесения и других факторов с тем, чтобы получать максимальную экономическую эффективность при наименьших затратах труда и средств.

Для восстановления плодородия смытых почв нужно применять биологические, агрохимические, агрофизические и другие методы, а также всевозможные их сочетания.

Пополнение почвы органическим веществом возделываемых культур

Растения не только выносят из почвы элементы питания, образующиеся в результате минерализации гумуса, но и могут одновременно обогащать ее органическим веществом и тем самым способствовать увеличе-

нию содержания гумуса. Поэтому одно из важных направлений расширенного воспроизводства почвенного плодородия — разумный подбор культур для выращивания на смытых почвах и наиболее рациональное использование полученной биомассы. При решении главной задачи земледелия — получение наиболее высоких и стабильных урожаев зерна и другой растениеводческой продукции — одновременно заботятся о восстановлении плодородия почв за счет самих возделываемых культур. В связи с этим оценку экономической эффективности севооборотов необходимо проводить по урожаю выращенной сельскохозяйственной продукции, которая отчуждается с пахотных земель, и по урожаю надземной и подземной массы растений, которая остается на полях и необходима для восстановления плодородия почв. При оценке второй части урожая необходимо учитывать поступление в почву элементов питания растений, эквивалентных затратам на внесение в почву органических и минеральных удобрений, улучшение физических, физико-химических, биологических и других свойств почв, обеспечивающих наращивание почвенного плодородия и тем самым увеличение урожаев последующих культур.

Величина поступающих в почву пожнивных и корневых остатков после отчуждения с полей урожая определяется весьма многочисленными факторами, а именно: культурой и сортом, густотой посева или посадки культур, высотой оставляемой стерни и других пожнивных остатков, видами и нормами применявшихся удобрений, типом, подтипом, степенью эродированности почв и системой их обработки, погодными условиями и другими факторами, влияющими на развитие надземной и подземной биомассы растений. При этом не всегда имеет место прямая зависимость между величиной урожая зерна и соломы, надземной и подземной частью биомассы.

В зависимости от сочетания этих весьма многочисленных факторов, масса пожнивных и корневых остатков колеблется в очень широких пределах — от 10—20 до 150—180 ц/га. В большинстве случаев после уборки зерновых на поле остается 20—40 ц/га пожнивных и корневых остатков, а после укосов многолетних трав второго-третьего года жизни — 80—120 ц/га. Например, по данным исследований ВИУА, проведенных в Московской

области на дерново-подзолистых суглинистых почвах, масса корневых и пожнивных остатков у однолетних бобовых (гороха, кормовых бобов, вики + люпина) составляла 20—25 ц/га, у зерновых культур (озимой и яровой пшеницы, овса, ячменя) — 25—35, у многолетних бобовых трав (клевера, люцерны, лядвенца) в первый год пользования — 40—50 и во второй — 50—60 ц/га, у многолетних злаковых трав (тимофеевки и др.) — соответственно 40—50 и 60—100 ц/га. Указанные количества корневых и пожнивных остатков соответствуют средним урожаям: зерна — 20—30 ц/га, сена многолетних бобовых трав — 35—40 и однолетних бобовых трав — 25—30 ц/га. С повышением урожаев масса корневых и пожнивных остатков возрастает, однако непропорционально росту урожаев (Е. И. Алиева, 1964).

В одном из исследований ВИУА после второго укоса люцерны третьего года жизни провели послойный учет корневой массы до глубины 100 см. В учетную массу включали не только корневую систему растений, но и отаву высотой 3—4 см. При этом были получены следующие данные (сухая масса, ц/га): 0—20 см — 74; 20—40 — 9,6; 40—100 — 6,6 и всего в слое почвы 0—100 см — 89,2. Необходимо иметь в виду, что вследствие прижизненного отмирания корней и корневых выделений (которое обычно не учитывают) в почве остается гораздо большее количество органического вещества, чем при определении его методом отмывания корней после уборки урожая. Есть данные, свидетельствующие о том, что после возделывания многолетних трав в почве остается в 3—4 раза больше органического вещества, чем показывают результаты учета корневой массы после двух-, трехлетнего их выращивания. Причем это относится не только к многолетним травам. Например, при суммарном урожае зерна и соломы 40—50 ц/га к периоду цветения хлебных злаков в почве накапливается 30—40 ц/га сухой массы корней, а к периоду уборки урожая остается 20—25 ц/га сухой массы корней и пожнивных остатков (С. Н. Юркин и др., 1981). Поэтому оценка влияния корневых остатков растений на плодородие почв только по данным учета корневой системы после уборки урожая культур является сильно заниженной и не отражает действительности.

Кроме учета общего количества запахиваемой био-

массы, весьма важно знать ее химический состав и особенно содержание азота. Поэтому при разработке баланса восстановления плодородия смытых почв следует составлять таблицы с включением в них данных по химическому составу пожнивных и корневых остатков. Например, результатами исследований, проведенных в Московской области (Е. И. Алиева, 1964) на дерново-подзолистых суглинистых почвах, установлено следующее содержание основных элементов питания в корневых и пожнивных остатках культур (табл. 68).

ТАБЛИЦА 68. Содержание основных питательных веществ в корневых и пожнивных остатках культур, % на абсолютно-сухое вещество

Культура	N		P_2O_5		K_2O	
	корни	стерня	корни	стерня	корни	стерня
Клевер первого года пользования	2,36	2,65	0,54	0,71	0,78	1,65
Горох	1,92	1,57	0,30	0,30	0,70	1,40
Кормовые бобы	1,88	1,11	0,30	0,39	0,92	1,01
Озимая пшеница	1,09	0,32	0,25	0,03	0,57	0,50
Яровая пшеница	1,20	0,41	0,30	0,05	0,45	0,50
Ячмень	1,18	0,45	0,30	0,06	0,45	0,52

Используя приведенные в таблице 68 данные о содержании питательных веществ в корнях и стерне и зная массу последних при определенной величине урожая, можно рассчитать количество питательных веществ, оставляемых в пахотном слое почвы различными культурами (табл. 69).

С учетом величины урожая надземной и подземной массы различных культур и ее химического состава решают вопрос о совершенствовании структуры севооборотов и наиболее рациональном использовании надземной массы — какую ее часть целесообразно оставлять для запашки в почву с тем, чтобы обеспечить расширенное воспроизводство ее плодородия.

Структуру севооборотов на смытых почвах важно совершенствовать в направлении увеличения доли многолетних трав и максимальной замены зерновых колосо-

ТАБЛИЦА 69. Количество питательных веществ, оставляемых различными культурами в почве с корневыми и пожнивными остатками (по Е. И. Алиевой, 1964)

Культура	Урожай, ц/га	Количество корневых и пожнивных остатков, ц/га	Содержание в корневых и пожнивных остатках, кг/га		
			N	P_2O_5	K_2O
Клевер первого года пользования (сено)	20	36,0	78,0	21,6	36,6
Клевер второго года пользования (сено)	36	50,0	106,3	30,0	47,3
Горох (сухая масса)	25	22,1	40,0	7,6	23,6
Кормовые бобы (сухая масса)	26	23,6	42,5	8,0	23,7
Озимая пшеница (зерно)	22	25,0	26,5	5,0	14,0
Ячмень (зерно)	20	25,0	22,0	6,0	14,0

вых зерновыми бобовыми культурами. Известно, что при выращивании зерновых колосовых и особенно пропашных культур за счет минерализации гумуса снижается плодородие почв. Так, результаты исследований, проведенных ТСХА на дерново-подзолистых почвах, показали, что одни минеральные удобрения в случае 100%-ного насыщения севооборота зерновыми злаковыми культурами не обеспечивают расширенного воспроизводства органического вещества в почве и не позволяют устранить нарастающее ухудшение ее физико-химических свойств (А. Ф. Сафонов, 1982).

Установлено, что для того чтобы процесс минерализации органической массы в почве направить в положительную сторону, необходимо применять азотные удобрения в количестве 0,7—1 % от запаханной органической массы. Так, при запашке 80—100 ц/га соломы потребуется дополнительно внести в почву 60—70 кг/га азота (М. А. Смурыгин, Д. А. Алтунин, 1981). Именно поэтому так необходимо расширять посевы клевера, люцерны, зерновых бобовых культур, что позволит за счет биологического азота, фиксированного бобовыми растениями, снизить дефицит азота в смытых почвах.

Из таблицы 69 видно, что в корневых и пожнивных остатках бобовых культур содержится в среднем азота в 2 раза больше, чем в корневых и пожнивных остатках злаковых культур. Как отмечал Д. Н. Прянишников, на 1 га накапливается азота в почве: на посевах люцерны — 250—350 кг, клевера — 150—160, люпина — 160—170, гороха, вики и фасоли — 70—80 кг. По подсчетам ВНИИ кормов, даже при низкой величине урожая многолетних трав в Нечерноземной зоне с корневыми и пожнивными остатками в почву ежегодно поступает более 11 млн. т органической массы, в которой содержится 116 тыс. т азота, 44,5 — фосфора и 70,6 тыс. т калия. Это количество питательных веществ равноценно 33 млн. т высококачественного навоза.

Есть данные, свидетельствующие о том, что при доле бобовых в травостое до 50 % на каждом гектаре накапливается 100—150 кг, а при более длительном использовании — 200—250 кг азота, что равноценно внесению в почву 40—50 т хорошего навоза. Причем корневые остатки бобово-злакового травостоя минерализуются быстрее, чем злакового.

Не противопоставляя роль запашки в почву корневых и пожнивных остатков внесению навоза в почву (для повышения плодородия почв необходимо и то и другое) заметим, что при запашке за ротацию севооборота, например, 200 ц/га корневых и пожнивных остатков в расчете на сухое вещество в почву поступает столько органического вещества, сколько содержится его в 100 т навоза при 80%-ной влажности. Например, в девятипольном севообороте (Московская область), насыщенном однолетними бобовыми культурами и многолетними травами с двумя полями озимой пшеницы, одним — яровых колосовых и одним полем картофеля за полную ротацию в почву поступало 243—330 ц/га корневых и пожнивных остатков, что по содержанию органического вещества соответствовало внесению 121—165 т/га навоза (Е. И. Алиева, 1964).

При этом следует иметь в виду, что пожнивные и корневые остатки менее гумифицированы и более равномерно рассредоточены на поверхности, чем навоз. Кроме того, за счет уменьшения затрат на вывозку навоза на дальние расстояния и внесение его в почву можно сэкономить огромное количество средств.

В севооборотах с травами при двухлетнем использовании последних около 40 % корневых и пожнивных остатков накапливается за счет трав. При урожае сена 20—25 ц/га на пожнивные и корневые остатки приходится 25—30 ц/га, а при урожае 60—70 ц/га — 50—60 ц/га.

К настоящему времени накоплено много экспериментального материала, указывающего на то, что бобовые культуры обогащают почву азотом не только после уборки урожая в результате минерализации корневых и пожнивных остатков почвенными микроорганизмами, но и при жизни за счет выделения различных азотсодержащих соединений корневой системой. Например, в одном из исследований при изучении баланса азота после уборки люцерны учитывали как массу пожнивных и корневых остатков, так и мелкие корешки, клубеньки, прижизненные корневые выделения. Установлено (Е. П. Трепачев, Л. Д. Алейникова, 1982), что неучтенное органическое вещество, образующееся за счет мелких корешков, клубеньков и экскрекции корней, по своей природе более активно, чем пожнивные и корневые остатки люцерны. Это вещество содержит большое количество не только азота, но и, очевидно, биологически активных белковых соединений — витаминов, ферментов и других веществ, улучшающих рост растений. Не исключено, что в этом случае усиливалась несимбиотическая фиксация азота атмосферы.

Существует много данных, свидетельствующих о том, что после выращивания многолетних бобовых трав значительно увеличивается содержание гумуса в почве.

Результаты исследований, проведенных на светлом сероземе, показали, что люцерна в течение трех лет накапливала в слое почвы 0—30 см 0,36—0,46 % гумуса и 0,010—0,015 % азота. В коричневой карбонатной почве после уборки трехлетней люцерны запасы гумуса в почве возросли на 16 т/га, или на 25 % в сравнении с контролем.

Важным резервом увеличения поступления в почву пожнивных и корневых остатков является широкое **применение поукосных, пожнивных и других промежуточных культур.** Например, в дерново-подзолистые почвы может поступать до 30—40 ц/га растительных остатков поукосных промежуточных культур (табл. 70, в среднем за 1976—1980 гг.; по В. Н. Шлапунову, 1982).

Следует отметить, что в практике земледелия ряда районов страны для восстановления плодородия смытых почв часто бывает более целесообразно выращивать сидеральные культуры для запашки, чем вносить навоз, поскольку последний, особенно при неглубокой заделке в почву, нередко частично сносится стоком воды, что, с одной стороны, снижает эффективность этого удобрения, а с другой — ведет к загрязнению водоемов. Кроме того, перевозка навоза на дальние расстояния обходится иногда намного дороже, чем обогащение почвы органическим веществом за счет посева сидератов. В различных районах нашей страны в качестве сидератов используют прежде всего бобовые: многолетний и однолетний люпин, сераделлу, донник, озимую и яровую вику, горох посевной, пелюшку, астрагал, чину, люцерну, клевер, чечевицу, шабдар, эспарцет, а также небобовые растения — горчицу, озимый и яровой рапс, фацелию, масличную редьку, житняк и др. Причем применяют ранневесенний, подсевной и пожнивный (в качестве парозанимающих культур) способы посева сидератов. Во многих случаях наиболее эффективны подпокровные и подсевные способы посева люпина и некоторых других сидератов под озимые и яровые колосовые, а также под пропашные культуры. Это позволяет без нарушения севооборота и без уменьшения площади посева основной культуры достигать желаемого результата. Высокая эффективность применения сидератов на смытых почвах доказана в нашей стране и за рубежом.

ТАБЛИЦА 70. Накопление органических веществ в почве за счет корневых и пожнивных остатков поукосных культур при сроке посева 15.07, ц/га

Культура, смесь	Корневые остатки	Пожнивные остатки
Люпин	9,7	8,1
Вика+овес	15,8	6,2
Пелюшка+ +овес	12,2	15,6
Райграс однолетний	31,2	11,1
Рапс озимый	16,8	15,1
Сурепица озимая	16,0	18,6

На легких кислых почвах в качестве **сидератов** успеш-

но применяют люпины. По данным научных исследований Новозыбковской опытной станции, пожнивные посевы узколистного люпина на зеленое удобрение с урожаем зеленой массы 60—120 ц/га способствовали увеличению урожая клубней картофеля в Брянской области в среднем на 54 ц/га, а в колхозах Мглинского, Новозыбковского, Навлинского и Унечского районов этой области — на 60—70 ц/га. Пожнивные посевы однолетнего люпина на зеленое удобрение обеспечивают также повышение урожайности зерновых культур. Например, в хозяйствах Брянской области урожай зерна овса при этом возрастал на 6—7 ц/га, ячменя — на 4—5 ц/га. Во Владимирской и Калужской областях в качестве сидерата (промежуточная культура) применяли многолетний люпин. Подсеянный ранней весной под озимую рожь, он наращивал 100—250 ц/га зеленой массы, которая при запашке способствовала повышению урожая клубней картофеля на 33—50 и зерна следующих за картофелем колосовых культур на 2,5—3 ц/га (В. Г. Лошаков, 1980).

В исследованиях, проведенных на Судогодской опытной станции Владимирской области, урожай клубней картофеля по запаханному многолетнему люпину возрастал на 60—100 ц/га, зерна озимой ржи — на 4—12 и сена многолетних трав — на 20—30 ц/га.

Возможности для широкого внедрения промежуточного многолетнего люпина на зеленое удобрение в Нечерноземной зоне велики. После раноубираемых зерновых культур (ячменя, озимой ржи, пшеницы) остается 60—80 дней с суммой активных температур 800—1000°, что составляет 30—40 % агроклиматических ресурсов теплого периода года. Значительный запас таких ресурсов бывает и в весенний период.

Люпин развивает мощную корневую систему, которая способна извлекать фосфор из труднодоступных его соединений, в силу чего эта культура накапливает большое количество высокобелковой зеленой массы. Урожай зеленой массы люпина во Владимирской области иногда достигает 400—500 ц/га.

По данным Белорусского НИИ земледелия, за восьмилетнюю ротацию севооборота со следующим чередованием культур: 1 — озимая рожь + подсевной многолетний люпин; 2 — картофель; 3 — ячмень; 4 — озимая

рожь + подсевной многолетний люпин; 5 — гречиха; 6 — озимая рожь + подсевной многолетний люпин, 7 — картофель; 8 — ячмень — из расчета на 1 га пашни ежегодно запахивали от 143 до 195 ц/га растительной массы сидератов, что совместно с пожнивными остатками покровной ржи (около 30 ц/га) привело к увеличению продуктивности севооборота. При этом среднегодовой выход кормовых единиц за ротацию севооборота с подсевным люпином по сравнению с севооборотом без сидератов увеличился на 92 %, или почти в 2 раза.

Весьма высокая эффективность применения многолетнего люпина в качестве сидерата отмечена на сильносмытых почвах в колхозе имени Гастелло Кореличского района Гродненской области БССР (табл. 71). Прибавка урожая клубней картофеля на сильносмытых почвах превышала при этом 107 ц/га. При запашке 300—400 ц/га зеленой и корневой массы многолетнего люпина в пахотный слой почвы поступало 150—160 кг/га азота, 30—35 — фосфора и 100—110 кг/га калия. Влияние запаханного сидерата продолжалось в течение трех лет (В. В. Жилко, 1974).

Как видно из таблицы 71, применение сидерата оказалось значительно эффективнее, чем запашка 50 т/га

ТАБЛИЦА 71. Урожайность картофеля на несмытых и смытых дерново-подзолистых почвах при запашке многолетнего люпина и торфонавозного компоста, ц/га (колхоз имени Гастелло Кореличского района Гродненской области, БССР)

Вариант опыта	Эродированность почв					
	несмытые		слабосмытые		сильносмытые	
	урожай	прибавка	урожай	прибавка	урожай	прибавка
Фон — $P_{40}K_{90}$	165,2	—	132,0	—	142,9	—
Фон + 50 т/га торфонавозного компоста	244,1	78,9	214,3	82,3	217,6	64,1
Фон + многолетний люпин (300—400 ц/га зеленой и 100—140 ц/га корневой массы)	262,0	96,8	226,2	96,2	250,0	107,1

торфонавозного компоста, особенно на сильносмытых, очень бедных азотом почвах.

В исследованиях НИИ земледелия и животноводства западных районов УССР прибавка урожая от запашки пожнивного люпина в малоплодородные подзолистые почвы составила: клубней картофеля — 73,7 ц/га, корнеплодов сахарной свеклы — 87,6, зеленой массы кукурузы в молочно-восковой спелости — 71,2, зерна ячменя — 3,2—3,7 ц/га. На Придеснянской опытной станции при весенней запашке подпокровного однолетнего люпина в сравнении с зяблевой вспашкой без зеленых удобрений отмечено повышение урожайности картофеля на эродированных почвах с 83,3 до 144 ц/га, кукурузы — с 18,5 до 21,7, овса — с 8,7 до 14,8 и ячменя — с 6,2 до 10 ц/га.

На карбонатных и других почвах с нейтральной реакцией среды, а также на почвах с близким залеганием доломитовых пород в качестве зеленого удобрения с успехом применяют белый донник, который ранней весной подсевают под покров зерновых культур. На второй год первый укос двухлетней формы донника применяют на корм, а второй (отаву) запахивают в качестве зеленого удобрения. Зеленая масса донника с хорошо разветвленной корневой системой обладает высоким удобрительным эффектом. Она способствует увеличению биологической активности почвы, улучшению ее питательного режима, значительному повышению урожаев картофеля, зерновых и других культур. В условиях Владимирской области урожай зерна овса после запашки донника увеличивался на 30—35 % (В. Г. Лошаков, 1980).

Изучение возможности использования донника на зеленое удобрение под яровую пшеницу и сахарную свеклу, проведенное на Алтайской опытной станции, показало, что пшеница, посеянная по пару, занятому донником, дает такой же урожай, как и по чистому пару, удобренному 20—25 т/га навоза. В Курганской области применение донника в качестве зеленого удобрения обеспечивало увеличение урожайности зерновых культур в среднем на 20—50 %, а картофеля — на 56 %. В Иркутской области запашка на удобрение донника первого укоса дала прибавку урожая зерна пшеницы 4,5 ц/га, клубней картофеля — 57,3, зерна ячменя — 4,6 ц/га в сравнении с урожаями этих культур, размещенных по чистому пару (И. М. Каращук, И. И. Ошаров, 1980). В исследованиях

Иркутского СХИ урожайность яровой пшеницы составила на контроле (без удобрений) 28,4 ц/га, а после донника, запаханного в качестве зеленого удобрения,— 37,2 ц/га. По данным исследований Тартуского государственного университета, урожайность озимой ржи, которую выращивали после запашки донника, в среднем за пять лет оказалась на 2,8 ц/га выше, чем в варианте с чистым паром, где вносили 40 т/га навоза.

В Башкирии после запашки зеленой массы донника содержание общего азота в пахотном слое карбонатных черноземов возросло на 200 и валового фосфора — на 40 кг/га.

Как уже отмечалось, применяют и комбинированный способ использования кормовых культур: основной урожай — на корм, отаву — на зеленое удобрение, что создает возможность для укрепления кормовой базы животноводства и повышения плодородия почв. Так, в колхозах и совхозах Владимирской области посевы многолетнего люпина последнего года используют в качестве ценной белковой добавки к силосной массе злаковых культур (до 30 % от общей массы), а отаву запахивают в качестве удобрения. Иногда зеленую массу сидератов после укоса вывозят для запашки на соседние участки, а там, где их выращивали, запахивают в почву только отаву и корневую массу. По данным Судогодской опытной станции, удобрительная эффективность горького многолетнего люпина повышается при этом в 1,5—2 раза.

Высокоэффективно в Нечерноземной зоне использование в качестве сидерата сераделлы. На легких почвах Брянской области подсеянная ранней весной под озимую рожь после уборки этой культуры она давала 80—100, а в особенно благоприятные годы — до 200 ц/га зеленой массы. Урожайность последующего картофеля в случае запашки этой массы в среднем за 11 лет увеличилась на 56 ц/га, или на 37 %, а овса, идущего после картофеля,— на 2,2 ц/га. Общая продуктивность пашни повысилась на 20 ц/га корм. ед., или на 34,4 %, в сравнении с контролем (без подсевного сидерата).

Высокая эффективность применения на смытых почвах различных сидератов установлена и в других районах страны. В Волгоградской области пожнивные сидераты повышали урожайность последующих культур на 20—

30 % и оказывали последействие в течение трех-четырех лет (А. М. Гаврилов, 1965).

На Дальнем Востоке урожайность пшеницы на бурых лесных эродированных почвах по сидеральному пару была на 25 % выше, чем по чистому пару (Ф. Яковлев, 1975).

Исследования, проведенные в Казахстане, показали, что в случае применения в качестве зеленого удобрения озимой вики и зимующего гороха в почве накапливалось 119—140 кг/га азота. На Кзыл-Ординской опытной станции после запашки озимой вики и зимующего гороха урожай зерна риса повышался на 15—17 ц/га (М. Айтбаев, 1964).

Необходимо отметить, что в качестве зеленых удобрений высокоэффективно использование не только бобовых культур. Хороший эффект при высоких урожаях зеленой массы может дать и запашка различных небобовых культур. Так, на дерново-подзолистых почвах Московской области в случае запашки пожнивной горчицы под картофель и ячмень урожайность их равнялась или даже превышала урожайность этих культур, полученную в вариантах опыта с применением навоза и минеральных удобрений (табл. 72). По отзывчивости на пожнивные сидераты основные культуры севооборота неравнозначны. Максимальную прибавку урожая обеспечивает картофель, что подтверждает необходимость использования бобовых и небобовых зеленых удобрений в первую оче-

ТАБЛИЦА 72. Влияние удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур (учхоз ТСХА „Михайловское", в среднем за восемь лет; по В. Г. Лошакову, 1980)

Вариант опыта	Картофель		Ячмень	
	среднее по пяти опытам		среднее по десяти опытам	
	ц/га	%	ц/га	%
Без удобрений	106	100	22,5	100
*N*PK	144	136	29,8	132
Навоз	157	148	31,3	138
*N*PK + пожнивное зеленое удобрение (горчица)	164	154	32,7	145

редь под пропашные культуры (В. Г. Лошаков, 1980). Это особенно относится к выращиванию пропашных культур на смытых почвах, поскольку эти культуры очень сильно реагируют на снижение плодородия эродированных почв.

Содержание питательных веществ в зеленой массе различных сидератов дано в таблице 73. Здесь же для

ТАБЛИЦА 73. Содержание элементов питания растений, % к сырой массе (по В. Г. Лошакову, 1980)

Сидераты, навоз	N	P_2O_5	K_2O	CaO
Люпин однолетний	0,45	0,10	0,17	0,47
Люпин многолетний	0,37	0,08	0,21	0,33
Донник белый	0,77	0,05	0,19	0,97
Сераделла	0,49	0,18	0,44	0,32
Пелюшка (пожнивный посев)	0,53	0,16	0,48	0,30
Горчица (пожнивный посев)	0,30	0,08	0,26	0,46
Рапс яровой (пожнивный посев)	0,45	0,16	0,54	0,40
Рапс озимый (пожнивный посев)	0,36	0,12	0,56	0,32
Фацелия (пожнивный посев)	0,34	0,13	0,45	0,39
Навоз крупного рогатого скота	0,45	0,25	0,55	0,10

сравнения приведены данные о содержании элементов питания растений в навозе. Однако не следует противопоставлять эти виды органических удобрений. Существует много данных, свидетельствующих о высокой эффективности их совместного использования на низкоплодородных эродированных почвах. Так, на дерново-подзолистых среднесуглинистых почвах Московской области пожнивные посевы белой горчицы и ее смесей с викой и горохом, использованные на зеленое удобрение с половинной нормой навоза, обеспечили получение более высоких урожаев клубней картофеля и зерна ячменя, чем отдельно пожнивные сидераты и навоз в полной норме. Причем максимальный эффект был получен от запашки пожнивных сидератов с навозом под карто-

фель: в этом случае прибавка урожая в сравнении с отдельным их использованием составила 15—18 %, а под ячмень — 9—14 % (табл. 74). Урожайность овса, идущего второй культурой после запашки одних сидератов под картофель, в среднем за три года возросла на 6—8 %, под ячмень — на 9—10 %, после запашки их совместно с навозом — соответственно на 6—12 и 8—19 % (В. Г. Лошаков, 1980).

ТАБЛИЦА 74. Влияние пожнивных сидератов и навоза на урожайность картофеля и ячменя (Московская область, в среднем за три года)

Вариант опыта	Картофель		Ячмень	
	ц/га	%	ц/га	%
Без удобрений	98	100	26	100
Пожнивная горчица	117	119	30	117
Пожнивная смесь горчицы, вики и гороха	125	127	30	116
Пожнивная горчица + + 10 т/га навоза	133	135	30	118
Пожнивная смесь горчицы, вики и гороха + 10 т/га навоза	137	140	32	124
Навоз, 20 т/га	120	122	28	110

Высокая эффективность сидератов выявлена на смытых почвах различных генетических типов и разной степени смытости в северной, центральной и южной зонах Молдавии. На типичных слабосмытых черноземах Бельского района (северная часть Молдавии) урожай зеленой массы в среднем за три года составил: эспарцета — 320 ц/га, двухлетнего донника — 304, люцерны — 287, гороха — 228, однолетнего донника — 260, чины — 278 и вики — 181 ц/га. У однолетних культур масса пожнивных и корневых остатков от общей зеленой массы равнялась 20 %, у многолетних трав — 25 %. На участках, где запахивали сидераты, запасы продуктивной влаги в почве в ранневесенний период были на 34—49 мм больше, чем без сидератов, а прибавка урожая зерна озимой пшеницы на участках с применением сидератов в среднем за три года достигла 4,7—7 ц/га, кукурузы в среднем за

два года — 5—9,7 ц/га. На участках с запашкой сидератов вследствие увеличения водопроницаемости и влагоемкости почвы, а также лучшего развития растений отмечено значительное уменьшение смыва почвы. Так, от двух сильных ливней, прошедших 19 и 21 июня, смыв почвы под посевами кукурузы на участках без использования сидератов составил 40 т/га, а с применением сидератов — 25 т/га (И. Я. Ремезюк, 1970).

В центральной зоне Молдавии (Каларашский район) при запашке в бурые лесные эродированные почвы люпина и чины урожайность пшеницы возросла с 8,5 до 21,3 ц/га. Причем через год после запашки 300 ц/га зеленой массы люпина содержание гумуса в пахотном слое почвы увеличилось с 0,96 до 1,32 %, общего азота — с 0,097 до 1,12 мг и P_2O_5 — с 14,7 до 23,8 мг на 100 г почвы (М. Хынку, 1965). В случае запашки в смытые бурые лесные почвы зеленой массы люпина и чины резко возросла аммонифицирующая и нитрофицирующая активность почвы, которая обусловила улучшение азотного режима смытых почв — одного из важнейших факторов повышения их эффективного плодородия. В результате в одном из исследований при запашке зеленой массы люпина и чины в бурую лесную почву урожайность озимой пшеницы увеличилась с 8,6 (контроль) до 16,9 ц/га (Р. И. Чернобровина, 1971).

На карбонатных суглинистых эродированных почвах совхоза «Пограничник» Кагульского района, расположенного на юге Молдавской ССР, наряду с изучением влияния сидератов на урожайность культур проводили наблюдения за противоэрозионной эффективностью запашки зеленой массы (Ю. П. Петров, 1975). Выявлено, что применение сидератов значительно повышает поглощение почвой выпадающих осадков и тем самым уменьшает сток и смыв почвы. Даже в случае запашки в слабосмытую почву 82—108 ц/га, а в среднесмытую 65—81 ц/га зеленой массы гороха и чины интенсивность поглощения влаги почвой увеличивалась на 1,0—2,6 мм/мин в сравнении с паром, где сидераты не запахивали. Влияние запаханных в почву сидератов на сток и смыв почвы отчетливо проявилось на склоне 8—9° в опыте с дождеванием. Здесь в качестве сидератов использовали люцерну и горох. Слой воды при дождевании равнялся 60 мм, интенсивность поглощения влаги

ТАБЛИЦА 75. Влияние запаханных в пару сидератов на сток и смыв почвы

Вариант опыта	Сток, м³/га	Смыв почвы, м³/га	Коэффициент стока	Процент снижения	
				стока	смыва
Пар (контроль)	170	19,7	0,28	—	—
Пар + сидерат (горох)	117	9,7	0,19	31	32
Пар + сидерат (люцерна)	94	5,4	0,16	45	43

почвой — 2 мм/мин. Как видно из таблицы 75, в вариантах с применением сидератов сток оказался на 31—45 %, а смыв на 32—43 % меньше в сравнении с паром без запашки сидератов.

По данным восьми наблюдений, смыв почвы за весенне-летний период при выпадении дождевых осадков на пару без сидератов составил 30,6 т/га, а с использованием сидератов — 15 т/га. Наиболее резко зеленые удобрения уменьшали смыв почвы в первые три-четыре месяца после запашки.

ТАБЛИЦА 76. Урожай зерна озимой пшеницы в совхозе „Пограничник" Кагульского района Молдавской ССР, ц/га

Предшественник озимых	Слабосмытые почвы				Среднесмытые почвы			
	1966 г.		1967 г.		1966 г.		1967 г.	
	урожай	прибавка	урожай	прибавка	урожай	прибавка	урожай	прибавка
Овес на зеленый корм	16,6	—	15,2	—	12,2	—	11,8	—
Горох (сидерат)	24,1	7,5	24,7	9,5	19,5	7,3	18,3	6,5
Чина (сидерат)	25,0	8,4	25,3	10,1	22,1	9,9	17,8	6,6
Пар + перегной в норме 10 т/га	20,8	4,2	21,3	6,1	21,1	8,9	17,6	5,8

Как видно из таблицы 76, прибавка урожая зерна озимой пшеницы от запашки сидератов колебалась в пределах от 6,5 до 10 ц/га. Причем использование сидератов оказалось более эффективным, чем запашка в почву 10 т/га перегноя.

Использование сидеральных удобрений на склонах значительной крутизны особенно целесообразно, поскольку сюда весьма трудно вывозить, а также вносить навоз машинами.

Высокоэффективно применение сидератов при возделывании хлопчатника на склоновых землях, где имеет место ирригационная эрозия. В связи с этим несомненный интерес представляют результаты 12-летнего изучения эффективности сидеральных культур, которые выращивали в зимний период на хлопковых полях Самаркандского СХИ (Р. Орипов, 1980). В качестве сидератов наиболее эффективными оказались рапс, горчица, рожь, ячмень, шабдар, вика и их смеси. В случае посева в сентябре — октябре в междурядьях хлопчатника до зимы они хорошо укоренялись, образовывали розетки листьев или кустились, хорошо перезимовывали и к началу апреля наращивали 250—400 ц/га надземной массы и 60—80 ц/га корней. В результате запашки в начале апреля этих промежуточных культур улучшились физические и физико-химические свойства почвы, повышалась ее микробиологическая активность, а также содержание в ней гумуса на 0,12%, общего азота — на 0,011% и нитратного — в 2—2,5 раза в сравнении с вариантом без использования сидератов. Вегетация хлопчатника, посеянного после запашки в почву промежуточных культур, проходила быстрее, чем в варианте опыта без сидератов. При этом длина главного стебля увеличивалась на 4—5 см, а число симподиальных ветвей и коробочек — на 1,5—2,5 см. Прибавка урожая этой культуры в случае применения сидератов составила 3—4 ц/га.

Таким образом, использование зеленых удобрений на эродированных почвах склонов оказывает комплексное влияние на восстановление плодородия почв и повышение их продуктивности. При запашке зеленой массы растений резко (до 25—30 %) уменьшается объемная масса пахотного слоя и плотность сложения почв. Это весьма важно, поскольку в данном случае ликвидируются отрицательные последствия уплотнения пахотного слоя

почвы тяжелой сельскохозяйственной техникой. В результате запашки сидератов значительно увеличивается водопроницаемость и влагоемкость почв, вследствие чего снижается поверхностный сток осадков и возрастает содержание влаги в почве. Сидераты повышают биологическую активность почв. Они обогащают почву гумусом, азотом, фосфором и другими макро- и микроэлементами, необходимыми для питания растений, уменьшают засоренность полей, выполняют фитосанитарную роль. Бобовые сидераты резко увеличивают содержание азота в смытых почвах. Все сидераты повышают эффективность внесения других удобрений. В результате применения сидератов увеличивается урожайность всех культур и тем самым повышается почвозащитная способность растительного покрова. Зеленые удобрения не только увеличивают урожай, но и способствуют улучшению его качества: повышению содержания белка в зерне пшеницы, ржи, ячменя, овса, а также крахмала в клубнях картофеля. Применение зеленых удобрений вследствие их низкой себестоимости значительно снижает себестоимость сельскохозяйственной продукции и увеличивает рентабельность производства. Кроме того, необходимо принимать во внимание, что сидеральные удобрения — мощное средство восстановления плодородия смытых почв, предотвращения эрозии и охраны окружающей среды от загрязнения.

Пожнивные сидеральные культуры широко используют во многих странах мира. В частности, они имеют большое распространение в ГДР и ФРГ. Так, в ФРГ сидераты ежегодно запахивают на площади более 500 тыс. га. На бедных питательными веществами почвах здесь применяют сидеральные пары.

Одним из методов пополнения почвы органическим веществом является **мульчирование.**

Мульчирование — покрытие обнаженной поверхности почвы соломой и другими материалами — предотвращает или уменьшает многочисленные неблагоприятные явления, связанные с отсутствием на поверхности почв склонов растительных остатков. Оно благотворно влияет на биологические, физико-химические, химические процессы, происходящие в почве и влияющие на уровень ее плодородия. Мульчирование как важный прием предотвращения бесполезной потери влаги на физическое ис-

парение имеет особенно большое значение в засушливых районах.

На склоновых землях мульчирование повышает влагоемкость поверхностного слоя почвы и в результате уменьшает возможность формирования стока. Оно предохраняет почвенные агрегаты от разрушения ударами дождевых капель и тем самым уменьшает отделение почвенных частиц и их перенос, а также предохраняет поверхность почвы от уплотнения и образования корки после выпавших осадков.

Внесение в суглинистые эродированные черноземы Молдавии 8 т/га соломенной сечки увеличивало водопроницаемость почв в 1,5—2 раза и запасы влаги в метровом их слое на 24 мм в сравнении с участком склона, где мульчирование не применяли. В варианте с мульчированием значительно уменьшилось испарение почвенной влаги (Ю. П. Петров, 1966). В колхозе «Бируинца» Страшенского района Молдавской ССР в случае мульчирования эродированного суглинистого чернозема соломенной сечкой (3 т/га) эрозия почвы от ливневых осадков снизилась в 2 раза. В Московской области при дождевании площадок, покрытых соломенной мульчой, отмечено уменьшение поверхностного стока в 2—4 раза и смыва почвы — в 7—10 раз (В. П. Козлов, 1957). В Пензенской области в случае мульчирования почвы смыв почвы на склоновых землях уменьшился с 25 до 1,9—3 $м^3$/га (Г. А. Черемисинов, 1955). Аналогичные данные получены и в других районах страны.

Резервы использования соломы в целях мульчирования, особенно склоновых земель, велики. Например, в Нечерноземной зоне из общего количества соломы на кормовые цели и подстилку используется ежегодно лишь 40—45 % (В. Г. Лошаков, 1980). Как известно, уборка и скирдование соломы требуют больших затрат (в 2 раза больше, чем на уборку зерна) в напряженный уборочный период. В связи с этим возникает ряд сложных проблем, связанных со своевременным проведением других полевых работ под урожай последующих культур. Поэтому в ряде мест, и особенно на склоновых землях, в целях повышения плодородия смытых почв и защиты их от эрозии солому целесообразно использовать в качестве мульчи. Однако следует подчеркнуть, что если не хватает грубых кормов, то мульчирование отменя-

ется. В урожайные годы, а также в регионах, благополучных по обеспеченности грубыми кормами, излишки соломы иногда сжигают, что недопустимо. В этом случае ее следует разбросать, а затем запахать.

Солома не отличается высокой ценностью как органическое удобрение в сравнении с сидератами. Она имеет весьма низкое содержание основных питательных веществ и в первую очередь азота (отношение углерода к азоту 80—100 : 1). Кроме того, выявлено, что при внесении соломы в почву из-за недостатка азота он закрепляется почвенными микроорганизмами, что может привести к снижению урожайности сельскохозяйственных культур. Поэтому при использовании соломы необходимо применять азотные минеральные удобрения в норме 0,6—1 кг д. в. на 1 ц соломы.

Как показали наблюдения, мульчирование почвы соломой особенно эффективно под бобовые культуры, где отсутствует эффект иммобилизации азота вследствие способности бобовых к азотфиксации.

Применение технологии уборки зерновых культур с одновременным измельчением и разбрасыванием соломы по полю сокращает затраты труда на уборке урожая в 2 раза.

По подсчетам, проведенным на Дальнем Востоке, запашка 4—5 т/га соломы может компенсировать годовую потерю гумуса (Г. Т. Казьмин, 1978).

Солому, используемую в качестве мульчи, важно тщательно измельчать. Результаты исследований Ставропольского НИИСХ показали, что заделанная в почву солома в первоначальный период соприкасается с ней не более чем на 25 % своей наружной поверхности. Интенсивность разложения частиц соломы в почве при прочих равных и благоприятных условиях прямо зависит от площади их поверхности и контакта с почвой. Частицы соломы, соприкасающиеся с почвой наружной и внутренней поверхностью, начинают разлагаться почти вдвое интенсивнее, чем частицы, соприкасающиеся лишь наружной поверхностью. Поэтому чем больше поврежден поверхностный слой соломы, тем лучше она разлагается (О. Г. Ангеле, 1981).

По данным исследований, проведенных в 1978—1980 гг. в Украинском НИИ орошаемого земледелия, при орошении наблюдается весьма быстрое разложение

соломы. Так, в первые два месяца после запашки 6 т/га соломы озимой пшеницы (в период выращивания пожнивной овсяно-гороховой смеси) степень разложения соломы составила 45 % (И. Д. Филипьев, В. В. Гамаюнова, 1982).

На Северном Кавказе рекомендуется следующая технология мульчирующей обработки почвы под озимую пшеницу после уборки высокостебельных пропашных культур. Для получения наибольшего количества мульчирующего материала подсолнечник, кукурузу, клещевину и сорго на зерно убирают с оставлением всей надземной массы на поле. Если стебли кукурузы и сорго используют на силос, их скашивают по возможности (не в ущерб кормовой базе) на самом высоком срезе. Для измельчения пожнивных остатков применяют дисковые гидрофицированные лущильники ЛДГ-15, ЛДГ-10 и ЛДГ-5. После тщательного послеуборочного измельчения стеблей проводят рыхление почвы. Чтобы сохранить наибольшее количество стеблей на поверхности, почву рекомендуется рыхлить на глубину 4—5 см. Применение мульчирующей обработки почвы под озимую пшеницу после поздних пропашных культур в сравнении со вспашкой повышает урожайность зерновых в засушливые годы в среднем на 1,7—3,1 ц/га (А. П. Спирин и др., 1978).

Высокая эффективность мульчирования почвы соломой доказана в засушливых южных районах страны. Так, в Одесском СХИ на малогумусном южном черноземе в течение восьми лет изучали эффективность использования соломы в севообороте со следующим чередованием культур: 1 — черный пар, 2 — озимая пшеница, 3 — кукуруза на зерно, 4 — кукуруза на силос, 5 — озимая пшеница, 6 — горох, 7 — озимая пшеница, 8 — подсолнечник. В качестве удобрения использовали солому озимой пшеницы (4—5 т/га). После измельчения ее вносили в почву 3 раза за ротацию севооборота: под кукурузу на зерно, горох и под подсолнечник. На 1 ц соломы использовали 0,7 кг д. в. аммиачной селитры. Урожай семян подсолнечника от применения соломы в среднем за годы исследований увеличился на 24,8 %, зерна кукурузы — на 13,3, гороха — на 6,6 %. Последействие соломы при постепенном снижении ее эффективности распространялось до третьей культуры. В варианте с за-

пашкой соломы прибавка урожая в среднем за восемь лет составила 4 ц/га, или 11,2 %, в сравнении с контролем. Использование соломы в качестве удобрения оказалось экономически выгодным. Внесение ее в почву вместе с аммиачной селитрой обеспечило увеличение чистого дохода с 1 га севооборотной площади в сравнении с контролем на 23,6 руб. (А. В. Тихонов, 1980, 1982).

В Алтайском НИИ земледелия и селекции сельскохозяйственных культур установлено, что в случае внесения 30 ц/га соломы почва обогащается 8—12 кг/га азота, 25—50—K_2O, 5—8—P_2O_5 и 6—11 кг/га CaO. В колхозах и совхозах Алтайского края солому измельчают и разбрасывают комбайном СК-4 с измельчителями, косилками-измельчителями КИР-1,5 и другими машинами. В некоторых хозяйствах солому разбрасывают, не измельчая, комбайнами без копнителя. Для этого комбайны оборудуют специальной рассеивающей вертушкой конструкции АНИИЗиС. Мульчирование резко уменьшает испарение с поверхности почвы. Ранневесеннее закрытие влаги на полях, мульчированных соломой, проводят боронами БИГ-3 и лущильниками ЛД-10М с плоскими дисками. В почве, покрытой мульчирующим слоем соломы, лучше сохраняется влага выпадающих осадков, в результате запас ее увеличивается на 150—200 т/га.

Исследования, проведенные в СибНИИСХозе, показали также высокую эффективность мульчирования почвы как важного приема, направленного на задержание выпадающих осадков и бережное их использование. На участке с мульчированием соломой содержание влаги в метровом слое почвы к посеву в среднем за три года было на 25,7 мм больше, чем в контроле. После дождей со слоем 86 мм запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы на участках с использованием мульчи возросли на 52 мм, а на контроле — на 30 мм. В случае мульчирования почвы соломой в норме 3 т/га урожай зерна яровой пшеницы в среднем за три года оказался на 1,1 ц/га, а 5 т/га — на 1,7 ц/га выше, чем на контроле (С. Сдобников, Ю. Мощенко, 1973).

В Пермской области внесение в почву 5 т/га соломы обеспечивало увеличение урожая зерна яровой пшеницы с 8,3 до 16,1 ц/га. В многочисленных исследованиях,

проводившихся в Башкирии С. Н. Тайчиновым, мульчирование почвы соломой повышало урожайность зерновых с 8 до 60 %.

В 70-х годах в колхозе «Прогресс» Фатежского района Курской области ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии на склоне до 4° было проведено изучение противоэрозионной эффективности мульчирования соломой на различных фонах обработки серой лесной тяжелосуглинистой среднесмытой почвы. При этом в среднем на 1 га вносили 2—2,5 т/га соломы (М. М. Ломакин, 1980). Установлена высокая водорегулирующая и противоэрозионная эффективность мульчирования почвы соломой, особенно в варианте с плоскорезной ее обработкой (табл. 77).

ТАБЛИЦА 77. Влияние способов мульчирования почвы соломой на сток и смыв (в среднем за шесть лет)

Вариант опыта	Запас воды в снеге, мм	Сток воды, мм	Впиталось влаги, мм	Смыв почвы, т/га
Зяблевая вспашка с заделкой соломы на 20—22 см	74	13	61	1,07
Зяблевая вспашка плугом с вырезным отвалом с заделкой соломы на 10—13 см	77	12	65	0,29
Зяблевая обработка почвы культиватором КПГ-250 на 20—22 см с поверхностным внесением соломы	86	13	73	0,18

В варианте с поверхностным мульчированием зяби глубина промерзания почвы в среднем за годы исследований оказалась почти вдвое меньше, чем на контроле, что способствовало интенсивному накоплению весенней снеговой воды. В отдельные годы запасы влаги в почве увеличивались здесь на 170—300 м^3/га. В этом варианте отмечен и минимальный смыв почвы, что было обусловлено невысокой скоростью стока воды, сдерживаемой мульчой и сохранившимися растительными остатками. Кроме того, под таким слоем соломы почва мед-

леннее оттаивала весной, что также делало ее более устойчивой к смыву. Поверхностное мульчирование почвы соломой оправдало себя и летом, в период выпадения дождей. Мульчирующий слой в 2—3 см полностью предотвращал смыв почвы. Высокий почвозащитный эффект был получен также в случае заделки соломы на глубину 10—13 см. Прибавка урожая в среднем за три последних года исследований в варианте с заделкой мульчи на глубину 10—13 см была максимальной: зерна ячменя — 3,2 ц/га, зеленой массы вико-овсяной смеси — 11 ц/га.

За шесть лет применения мульчирования запасы гумуса в почве возросли на 0,3 %, а содержание водопрочных структурных агрегатов размером более 1 мм на 20 %.

В исследованиях Украинского НИИ земледелия (В. В. Положай, 1981) мульчирование почвы измельченной соломой способствовало значительному уменьшению непродуктивной потери влаги на испарение. За 45 дней от момента оттаивания почвы и до посева кукурузы на мульчированной соломой (4 т/га) почве в сравнении с немульчированной сохранилось от испарения 27—29 мм продуктивной влаги. Лучший эффект в уменьшении испарения влаги дало смешивание 4 т/га измельченной соломы с 0,5-сантиметровым слоем почвы. Мульчирование почвы соломой резко повышало водопроницаемость и уменьшало смыв почвы в 23 раза.

В случае применения мульчирования как противоэрозионного мероприятия учитывают период выпадения наиболее эрозионноопасных ливней, степень смытости почв, а также опасность проявления эрозии на различных участках склона.

Иногда бывает весьма целесообразно и эффективно совмещать мульчирование почвы соломой с применением пожнивных сидератов, особенно на смытых почвах, поскольку почва в данном случае обогащается органическим веществом, богатым азотом.

Как видно из таблицы 78, использование соломы в сочетании с применением сидератов на дерново-подзолистых почвах Подольского района Московской области обеспечило более высокую прибавку урожая клубней картофеля и зерна ячменя, чем внесение навоза (В. Г. Лошаков, 1980).

ТАБЛИЦА 78. Влияние соломы, пожнивных сидератов и навоза на урожайность картофеля и ячменя (учхоз „Михайловское" Подольского района Московской области, в среднем за три года)

Вариант опыта	Картофель		Ячмень	
	ц/га	%	ц/га	%
Без удобрений	98	100	26	100
Солома	96	97	25	96
Солома + азотные удобрения	106	108	29	114
Солома + пожнивная смесь горчицы, вики и гороха	138	140	32	123
Навоз, 20 т/га	120	122	28	110

Эффективность мульчирования почвы соломой возрастает при условии, если к моменту посева и появления всходов удается в наибольшей мере сохранить мульчу на поверхности почвы.

Навоз, торф, сапропель и другие органические удобрения

Органические удобрения увеличивают содержание гумуса в почве, элементов минерального питания растений, улучшают физические свойства и водно-воздушный режим почв, увеличивают их противоэрозионную устойчивость, являются важным средством повышения продуктивности смытых почв и уменьшения эрозии.

Продовольственной программой СССР предусмотрено увеличить применение органических удобрений в колхозах и совхозах к 1990 г. не менее чем до 1,5 млрд. т. Эта задача будет решаться главным образом за счет увеличения использования навоза, а также различных навозно-торфяных, навозно-сапропелевых и других компостов.

В системе применения органических удобрений особое значение имеет внесение в почву навоза. Поставлена задача по значительному увеличению вывоза этого

удобрения на поля и по его рациональному использованию в полеводстве.

Д. Н. Прянишников справедливо отмечал, что как бы не было велико производство минеральных удобрений в стране, навоз никогда не потеряет своего значения как одного из главнейших удобрений в сельском хозяйстве.

Навоз снижает кислотность и увеличивает биологическую активность смытых почв. Вместе с навозом в почву вносится огромное количество полезной микрофлоры, которая во многих случаях успешно уничтожает болезнетворные микроорганизмы, предотвращая заболевание культурных растений.

Большой ценностью обладает жидкий и полужидкий навоз. Это весьма быстродействующее органическое удобрение, поскольку более 50 % азота содержится в нем в аммиачной форме.

При дифференцированном использовании навоза, торфа и других органических удобрений на почвах разной степени смытости учитывают содержание питательных веществ в различных видах органических удобрений (табл. 79).

Подготовку органических удобрений к внесению на поля осуществляют в трех основных направлениях: перепревания в буртах; компостирования навоза с торфом и другими органическими материалами; разделения бесподстилочного навоза на жидкую и твердую фракции и подготовки каждой из них к внесению.

ТАБЛИЦА 79. Содержание питательных веществ в навозе и торфе, % к сырой массе (по В. Г. Лошакову, 1980)

Удобрения	N	P_2O_5	K_2O	CaO
Навоз крупного рогатого скота	0,45	0,25	0,55	0,10
Навоз конский	0,58	0,28	0,53	0,30
Навоз овечий	0,85	0,25	0,67	0,30
Навоз свиной	0,45	0,19	0,55	0,05
Торф низинный	0,40	0,01	0,01	0,60
Торф верховой	0,20	0,01	0,01	0,05

Результаты научных исследований и опыт передовых хозяйств свидетельствуют о высокой эффективности использования навоза на несмытых почвах и почвах разной степени смытости. Так, в Центрально-Черноземной зоне каждая тонна внесенного в почву подстилочного навоза с учетом последействия обеспечивает выход 100 корм. ед. На Северном Кавказе каждая тонна навоза при условии правильного его использования может давать дополнительно до 1 ц зерна (В. М. Бельченко, 1982). Обобщение результатов исследований, проведенных в Приморском крае, показало, что в полевом севообороте 1 т навоза обеспечивает прибавку около 1 ц зерна. Навоз оказывает положительное влияние на все культуры девятипольного севооборота, а затраты на его внесение окупаются стоимостью дополнительного урожая за один год (С. Н. Юркин и др., 1981).

Высокая эффективность навоза отмечена на почвах всех генетических типов и при внесении под различные культуры. Однако наибольшая прибавка урожая от использования этого удобрения наблюдается при выращивании пропашных культур на почвах с низким содержанием гумуса. По данным исследований Донского зонального НИИСХ, наиболее высокое действие навоза на урожай зеленой массы кукурузы отмечено при его внесении в норме 40 т/га. В этом случае прибавка урожая в среднем за три года составила 74 ц/га (33 %). При использовании навоза в меньших нормах (10—20 т/га) она равнялась 40—50 ц/га (И. М. Шапошникова и др., 1980).

Учитывая высокую эффективность внесения навоза под пропашные культуры, целесообразно увеличивать долю пропашных в севооборотах, расположенных вблизи животноводческих ферм, где есть большая возможность вывоза этого удобрения на поля с наименьшими затратами средств на его транспортировку.

На дерново-подзолистых почвах навоз дает высокую прибавку урожая при внесении его под картофель, зерновые культуры и многолетние травы. Так, на дерново-подзолистой почве Могилевской области в случае применения этого удобрения в нормах 40 и 80 т/га урожай клубней картофеля увеличивался соответственно на 58 и 103 ц/га, зерна ячменя — на 8,5 и 17,2 и сена клевера — на 24,8 и 51,5 ц/га.

Для получения высоких урожаев надземной массы и

накопления корневой массы многолетних трав под эти культуры необходимо внесение навоза в сочетании с суперфосфатом. В передовых хозяйствах Северного Кавказа на поля, отведенные под люцерну, осенью под вспашку применяют 20—30 т/га навоза и 2—3 ц/га суперфосфата. На орошаемых полях при этом получают до 600—800, а в богарных условиях — 300—400 ц/га зеленой массы (В. А. Макеев, И. Г. Филимошин, 1982). О высокой эффективности внесения навоза с суперфосфатом в смытые почвы под посев люцерны свидетельствуют, например, данные исследований, проведенных нами на карбонатном черноземе Молдавии. Из таблицы 80 видно, что без внесения удобрений урожай сена за

ТАБЛИЦА 80. Урожай сена люцерны за три укоса на слабо- и сильносмытом карбонатном черноземе, ц/га

Степень эродированности почвы	Контроль	Навоз — 20 т/га			Навоз — 20 т/га + $+P_{60}$		
			прибавка			прибавка	
	ц/га	ц/га	ц/га	%	ц/га	ц/га	%
Слабосмытая	34,8	49,0	14,2	41	50,0	15,2	44
Сильносмытая	19,6	41,4	21,8	111	45,8	26,2	134

три укоса на сильносмытых почвах был на 44 % ниже, чем на слабосмытых. В случае применения 20 т/га навоза и P_{60} в виде гранулированного суперфосфата прибавка урожая сена на слабосмытых почвах составила 15,2 ц/га, а на сильносмытых — 26,2 ц/га. В результате внесения навоза значительно уменьшилась разница в величине урожая, полученного на слабо- и сильносмытых почвах.

Опыт передовых хозяйств свидетельствует о большом значении использования навоза в высоких нормах в повышении продуктивности земель и расширенном воспроизводстве почвенного плодородия. Например, в колхозе «Авангард» Черниговского района Черниговской области с середины 60-х годов в дерново-подзолистые почвы стали вносить навоз в больших нормах. Так, на 1 га пашни под урожай 1978 г. использовали около 39 т

органических удобрений, или в 3 раза больше, чем в среднем за 1961—1965 гг. В настоящее время с органическими удобрениями в почву ежегодно поступает 400 т азота, 171 — фосфора и 420 т калия. В общем балансе питательных веществ на долю навоза приходится 54,3 %. В результате урожайность зерновых в среднем за 1976—1978 гг. в сравнении с 1961—1969 гг. возросла с 14,4 до 39,8 ц/га, картофеля — со 109 до 301, кукурузы в молочно-восковой спелости — со 140 до 418 ц/га. В 1977 г. в сравнении с 1957 г. отмечен положительный баланс гумуса в почве, что видно из таблицы 81 (Б. С. Проскурин и др., 1979).

ТАБЛИЦА 81. Изменение содержания гумуса в почвах (колхоз „Авангард" Черниговского района Черниговской области)

Почвы	Среднее содержание гумуса, %		Увеличение содержания гумуса в почве, %
	1957 г.	1977 г.	
Дерново-среднеподзолистые глинисто-песчаные	0,80	0,93	16,3
Дерново-среднеподзолистые пылевато-супесчаные	1,30	1,55	19,2
Дерново-сильноподзолистые глееватые супесчаные	1,42	1,58	11,2

Исследования, проведенные в Черниговской области, показали, что бездефицитный баланс гумуса в дерново-подзолистых почвах наблюдается в случае внесения органических удобрений в суглинистые и глинистые почвы в норме не менее 12 т/га, в супесчаные — 14—16 и в песчаные — 18—20 т/га (А. А. Молявков, 1980).

В Щучинском районе Гродненской области Белорусской ССР на 1 га пашни применяют в среднем 13 т органических и 205 кг д. в. минеральных удобрений. В перспективе норму внесения органических удобрений планируют довести до 16—18 т/га. Если в недалеком прошлом урожайность зерновых в среднем по району здесь едва превышала 10 ц/га, то в десятой пятилетке она достигла почти 25 ц/га. Причем урожайность картофеля

составила 188 ц/га, а сахарной свеклы — 265 ц/га (И. Г. Мошко, 1981).

На эродированном карбонатном черноземе Башкирии урожайность озимой пшеницы на контроле равнялась 12,3 ц/га, при внесении 20 т/га навоза — 16,6, 40 т/га — 19,1, 40 т/га навоза + P_{90} в виде суперфосфата — 23,3 ц/га. Причем с увеличением степени смытости почв отмечено повышение эффективности внесения удобрений (Г. Н. Лысак, 1970).

На смытых черноземах опытных полей НИИСХ Центрально-Черноземной полосы имени В. В. Докучаева в случае внесения 10 т/га навоза + P_{60} урожай зерна ячменя возрос на 48 % (П. С. Трегубов, 1971). На среднесмытом черноземе Полтавской области при использовании 20 т/га навоза урожай зеленой массы кукурузы увеличился со 139 до 245 ц/га (Г. А. Черемисинов, 1963). Запашка 20 т/га навоза + $N_{45}P_{45}K_{45}$ в среднеэродированные черноземы обеспечила прибавку урожая зерна пшеницы 10 ц/га (урожай на контроле — 18 ц/га).

Высокая эффективность применения навоза отмечена на смытых выщелоченных черноземах Мордовии. Внесение 50 т/га этого удобрения под вспашку на глубину 20—22 см способствовало увеличению влаги в слое почвы 0—150 см на 18 мм и уменьшению смыва почвы на 17 % в сравнении с вариантом без удобрений. В результате урожайность озимой ржи на слабосмытых почвах повысилась с 11,8 до 16,7 ц/га, на среднесмытых — с 9,9 до 15,7 ц/га. Таким образом, прибавка урожая зерна от внесения навоза на среднесмытых почвах оказалась выше, чем на слабосмытых. По вариантам опыта она составила соответственно 4,9 и 5,8 ц/га.

Установлено (Л. И. Акентьева, 1975), что в случае внесения 15—25 т/га навоза в эродированные черноземы Донбасса урожай зерна пшеницы возрастает на 1,5—2,5 ц/га при одновременном увеличении содержания азота в зерне. Использование навоза приводит к мобилизации азота и фосфатов почвы и увеличению количества свободных гуминовых кислот в пахотном слое почвы.

Высокая эффективность внесения навоза отмечена на типичных среднесмытых черноземах Молдавии. Так, при запашке 20 т/га этого удобрения урожай зерна озимой пшеницы возрос на 6,7 ц/га (при урожае на контроле 13,2 ц/га), а кукурузы на следующий год — на 7,1 ц/га

при урожае на контроле 34,2 ц/га (И. Я. Ремезюк, 1970).

По данным исследований, внесение 30 т/га навоза на смытых дерново-подзолистых почвах обеспечивает примерно такую прибавку урожая, как и применение полного минерального удобрения — $N_{60}P_{60}K_{60}$ (А. И. Ляхов, 1975). При использовании 25 т/га навоза на эродированных дерново-подзолистых почвах Литвы урожай зерна в среднем за три года повысился на 30,6 %, а 75 т/га — на 52,9 % (А. И. Шведас, 1974).

При разработке планов восстановления плодородия смытых почв необходим расчет наиболее рационального использования навоза в каждом хозяйстве. При этом накопление навоза важно определять по новой методике, разработанной в ВИУА, т. е. по валовому содержанию сухого вещества в рационе животных с учетом переваримости и потерь кормов. Установлено, что содержание сухого вещества в смеси экскрементов животных составляет около 10 %. Общее же количество сухого вещества, попадающего в навоз, состоит из суммы сухого вещества переваренного корма, потерь его при кормлении и применяемой подстилки. Средневзвешенный коэффициент переваримости сухого вещества корма для откормочного поголовья молодняка принимают равным 60 %, для коров — 55, для свиней — 70 % (В. А. Васильев, 1978).

В настоящее время применяют два основных способа использования бесподстилочного навоза: с разбавлением и без разбавления водой. В зависимости от влажности бесподстилочный навоз делят на полужидкий (до 90 % воды), жидкий (90—95 % воды) и навозные стоки (с содержанием воды более 95 %).

На крупных фермах и животноводческих комплексах навоз удаляют путем гидросмыва. Содержание воды в таком навозе часто превышает 90 %. В отчетных данных жидкий разбавленный навоз учитывают обычно в единицах массы наравне с твердым навозом, т. е. его не приводят к эталону (стандарту), что обусловливает запутывание бухгалтерской и статистической отчетности (Ю. Ушатков, 1982). Поэтому необходимо установить обязательный порядок пересчета органических удобрений для приведения к определенному эталону.

Возрастающее внимание к применению навоза на

бедных питательными веществами почвах проявляют во многих странах. Так, в одном из длительных опытов, проведенных в ГДР на тяжелых по механическому составу почвах с низким содержанием органического вещества и азота, вносили 20—40 т/га навоза. Прибавка урожая сахарной свеклы в случае использования 20 т/га этого удобрения в среднем за четыре года составила 12, 40 т/га — 17 % при урожае на контроле 412 ц/га. Урожай зерна ярового ячменя возрос соответственно на 11 и 27 % при урожае на контроле 36,4 ц/га. По подсчетам датских ученых, с навозом поступает в почву около 75 % азота. Стоимость питательных веществ, вносимых с органическими удобрениями, равняется $^1/_3$ стоимости всех питательных веществ.

В балансе органических веществ, вносимых на поля, немалый удельный вес занимает **торф**, запасы которого в нашей стране огромны. Только на территории РСФСР зарегистрировано 3408 месторождений слаборазложившегося торфа, площадь которых равна 4,3 млн. га, а запасы торфа исчисляются 524,1 млн. т (С. Н. Юркин и др., 1981).

Сейчас многими учеными ставится вопрос о необходимости полного прекращения выработки торфа на топливо и использования торфяников только на сельскохозяйственные нужды.

Вследствие всевозрастающего применения торфа в качестве органического удобрения выдвигается задача его наиболее рационального использования. Так, на Украине из 17—18 млн. т торфа, используемого в сельском хозяйстве, только 10 % применяют на подстилку животным и очень незначительную часть его компостируют с навозом и минеральными удобрениями. Преобладающую часть торфа вывозят на поля в чистом виде, часто с очень высокой влажностью. По эффективности чистый торф значительно уступает компостам. В случае внесения 25 т/га чистого торфа прибавка урожая зерна озимой пшеницы, как правило, не превышает 2,1 ц/га, что на 3,5 ц/га меньше, чем при использовании 25 т/га навозно-торфяного компоста (Б. С. Носко, 1980).

Применение навозно-торфяных компостов, особенно в высоких нормах и в сочетании с минеральными удобрениями, весьма эффективно на смытых почвах (табл. 82).

ТАБЛИЦА 82. Влияние навозно-торфяных компостов в сочетании с минеральными удобрениями на урожайность картофеля на дерново-подзолистых почвах разной степени смытости, ц/га (по В. В. Жилко, 1968)

Вариант опыта	Почвы		
	несмытые	слабосмытые	сильносмытые
Компост — 30 т/га + $N_{30}P_{45}K_{60}$	118	108	88
Компост — 45 т/га + $N_{30}P_{45}K_{60}$	137	113	94
Компост — 60 т/га + $N_{30}P_{45}K_{60}$	142	137	134

Опыт применения навозно-торфяных компостов во многих хозяйствах Вологодской, Калининской, Новгородской, Ленинградской и других областей показал, что стоимость 1 т таких компостов равна 1,2 — 6 руб., в зависимости главным образом от места их приготовления — дальности перевозок. Применение 1 т компостов дает в среднем суммарную прибавку урожая культур в севообороте от действия и последействия этих удобрений, равную 0,9 ц/га зерновых единиц. Затраты на применение компостов окупаются урожаем на второй год (В. М. Бельченко, 1982).

Одним из важных источников органических удобрений является **сапропель** — озерные отложения. Он представляет собой смесь почвенных частиц — продуктов аккумуляции эрозии, распада растений и животных, а также осадка минеральных солей. На территории нашей страны насчитывается 350 тыс. озер с сапропелем. К 1981 г. выявлено и предварительно обследовано более 2 тыс. месторождений, мощность отложений в которых колеблется от 3 до 10 м, а в отдельных случаях достигает 20 м. Общий запас сапропеля в СССР равен 250 млрд. т в расчете на 60%-ную влажность. До 30 % запасов сапропеля сосредоточено на территории Европейской части страны (И. Г. Малышев, 1981).

По консистенции сапропель имеет вид желеобразной массы со средним содержанием влаги 85—90%. В отличие от торфа сапропель медленно сохнет, однако после промораживания он сохнет намного быстрее и становится рыхлым. По химическому составу сапропель весьма разнообразен. Его делят на несколько групп: кремнеземи-

стый, содержащий более 50% SiO_2, с зольностью выше 30%; карбонатный, содержащий более 30% CaO, с зольностью выше 30%; органический (малозольный) — с зольностью менее 30%. Выделяют также смешанную группу сапропеля с зольностью выше 30% и содержащую различное количество кремнезема и окиси кальция.

Технология добычи и приготовления сапропелевых удобрений, разработанная Институтом торфа АН БССР, предусматривает возможность улучшения физических свойств исходного сырья путем снижения его влажности до 50% и измельчения. Сапропелевую массу с помощью землеройного снаряда подают в специально построенные отстойники. Применение послойного намыва сапропеля в отстойники с последующим фрезерованием и ворошением подсушенной массы позволяет достичь хорошей ее аэрации, вследствие чего окисляются закисные формы соединений железа, марганца, серы и других элементов, усиливается деятельность аэробных бактерий, повышается содержание гидролизуемого азота, а также других элементов питания растений. Во многих случаях сапропель более ценен по удобрительным качествам, чем торф. Так, в Полесье сапропель в сравнении с торфом содержит больше азота, фосфора, калия и микроэлементов. Он имеет нейтральную или близкую к ней реакцию среды, высокую емкость поглощения и биохимическую активность (Б. С. Носко, 1980).

Сапропель озера Неру Ярославской области применяют как удобрение с 1977 г. В нем содержится 3—17% гумуса, 10—15 — CaO, 0,7—2,3 — P_2O_5, 0,7—1,7% азота и ряд микроэлементов. Сапропель здесь вывозят на поля при влажности 50—60%. В случае внесения его в нормах 20; 40 и 60 т/га урожай клубней картофеля повышался соответственно на 37; 46 и 59%, урожайность лука — на 28—124%.

Исследованиями Гродненского СХИ установлено, что применение сапропеля в норме 20 т/га обеспечивало прибавку урожая клубней картофеля 70 и зерна ячменя — 5 ц/га.

Интересные исследования были проведены Белорусским НИИ почвоведения и агрохимии. Здесь изучали сравнительную эффективность сапропеля, навоза, минеральных удобрений и извести. Перед внесением их в почву определяли содержание основных элементов питания в

удобрениях. Сапропель вносили в нормах, эквивалентных по содержанию азота 40 т/га навоза.

Установлена высокая эффективность применения сапропеля (табл. 83). Окупаемость навоза урожаем клубней составила 165, а того же количества сапропеля — 121 кг. При этом сапропель доставляли на расстояние 76 км.

Как показали исследования Украинского НИИ почвоведения и агрохимии (Б. С. Носко, 1980), для окультуривания дерново-подзолистых почв легкого механического состава можно использовать **отходы углеобогатительных фабрик** («хвосты» флотации угля), представляющие собой тонкодисперсную глинистую массу, содержащую боль-

ТАБЛИЦА 83. Эффективность внесения сапропеля и других удобрений под картофель на дерново-подзолистых почвах колхоза „Чырвоная змена" Любанского района Минской области (в среднем за два года; по М. М. Романенковой и др., 1978)

Вариант опыта	Урожай клубней, ц/га	Прибавка урожая клубней, ц/га	Стоимость дополнительной продукции, полученной от удобрений, руб/га	Чистая прибыль, руб/га	Уровень рентабельности, %
Без удобрений (контроль)	214	—	—	—	—
Навоз—40 т/га	280	66	567,6	402,76	243
Сапропель из озера Черновое — 53 т/га	278	64	550,4	265,4	92
Туки—$N_{112}P_{90}K_{120}$	272	58	498,0	411,52	452

шое количество углерода, 1—1,4% калия и ряд микроэлементов. Применение «хвостов» флотации угля утяжеляет механический состав почв легкого механического состава, повышает емкость поглощения, улучшает их биологический режим и в конечном счете повышает урожайность сельскохозяйственных культур.

Исследования, проведенные в Донбассе (Л. И. Акентьева, 1975), показали, что отходы углеобогатительных фабрик, содержащие, кроме углерода в органической форме, азот, фосфор, калий и ряд микроэлементов,

можно использовать в качестве удобрения в чистом виде или после компостирования их с навозом в соотношении 1 : 1. Оптимальная норма внесения отходов на эродированных черноземах — 15, компостов — 20 т/га. Компосты в норме 20 т/га по влиянию на урожайность культур и свойства почвы не уступали навозу, внесенному в той же норме.

Таким образом, в некоторых районах нашей страны использование отходов углеобогатительных фабрик позволяет вдвое увеличить применение органических удобрений. Использование таких отходов в качестве органического удобрения экономически оправдано в радиусе до 10 км от углеобогатительных фабрик (Л. И. Акентьева, 1975).

В Узбекистане весьма высокоэффективными оказались **гуминовые препараты,** разработанные в Институте химии АН УзССР на базе использования местных углей. К препаратам этой группы относятся следующие. АУ (гидролизованный уголь) — получен из выветрелых углей Кизыл-Кая. Имеет вид угольной пыли со слабым запахом аммиака. Содержит 3,6% азота и 30—40% гуминовых кислот. Гумофос — аммонизированная смесь выветрелого угля Кизыл-Кая и суперфосфата в соотношении 1 : 1. Содержит 2% азота, 9—10 — гуминовых кислот и 10—12% доступного для растений фосфора. ГУ-ВУ — гуминовое удобрение из выветрелого угля в виде исходной угольной пыли или гранул. Содержит 30% гуминовой кислоты. ГУ — гуминовая кислота, выделена из тех же углей. Главным действующим началом углегуминовых удобрений являются гуминовые кислоты.

Гуминовые удобрения можно отнести и к органическим, и минеральным. По-видимому, они составляют переходную группу от органических (содержат до 30—40% гуминовых кислот) к минеральным удобрениям.

Как показали многочисленные исследования, проведенные в Узбекистане, эти удобрения весьма эффективны на смытых сероземах. Причем эффективность их тем выше, чем хуже условия жизни растений в почве. По воздействию на урожайность культур на смытых почвах гуминовые удобрения, приготовленные на базе углей, превосходят все местные удобрения, в том числе навоз. На орошаемых типичных сероземах, подверженных ирригационной эрозии, такие удобрения неизменно обес-

печивали прибавку урожая хлопка-сырца 2—4 ц/га и более.

По данным исследований (К. П. Паганяс, 1982), гуминовые удобрения как на неудобренном, так и на удобренном фоне стимулируют жизнедеятельность хлопчатника в начальные фазы его вегетации и способствуют более интенсивному росту и развитию его корневой системы. Установлено, что прибавка урожая от гуминовых удобрений возрастает с увеличением степени смытости сероземов Внесение 1 т углегуминовых удобрений эквивалентно применению 1 т/га перепревшего коровьего навоза на фоне использования минеральных удобрений.

Гуминовые удобрения не заменяют минеральных, однако на их фоне улучшают условия вегетации хлопчатника на эродированных сероземах.

Известно, что значительная часть питательных веществ, извлекаемых сельскохозяйственными культурами из почвы, остается в промышленных отходах на предприятиях, перерабатывающих сельскохозяйственное сырье, и не возвращается в почву. Так, азот, фосфор и калий, вынесенные из почвы растениями сахарной свеклы, остаются главным образом в ботве и мелассе — отходе производства сахара. В Украинском НИИ спиртовой и ликеро-водочной промышленности разработана технологическая схема, согласно которой все отходы мелассо-спиртового производства превращаются в высокоэффективное гранулированное органо-минеральное удобрение — **ГОМУ.** Это позволяет снова возвратить в почву часть минеральных, органических веществ и микроэлементов, которые были вынесены растениями из почвы. При этом исключается или резко уменьшается загрязнение окружающей среды. В ГОМУ содержатся азот, фосфор, калий, органические вещества, в том числе гумины. Комплексная переработка мелассы, например, внедрена на Лужанском спиртовом заводе Черновицкой области. Применение 1 т ГОМУ в колхозах Черновицкой области дает доход 128 руб. (А. И. Скиртымовский и др., 1981).

В Институте химии АН УзССР разработан и применяется в производстве **препарат ГКЛ** (гидролизный лигнин) — побочный продукт при получении спирта из хлопковой шелухи. Он представляет собой сыпучий порошок темно-коричневого цвета. В случае применения этого препарата на эродированных сероземах урожайность

хлопчатника повышается на 10—15%. Кроме того, при этом увеличивается доля доморозного сбора урожая (Х. М. Махсудов, 1981).

Еще один резерв обогащения почвы органическим веществом — **переработка на удобрения твердых городских отходов, выбрасываемых на свалки, и их использование.** В Москве и Ленинграде, например, действуют два мусороперерабатывающих завода, поставляющих около 60 тыс. т компостов в год. Исследования ВИУА показали, что в случае внесения под картофель 30 т/га такого компоста (в сухом веществе его содержится 44—60% органической массы, 0,9—1,4 — общего азота, 0,4—0,8 — фосфора, 0,3 — калия и 3,6% кальция) прибавка урожая клубней на дерново-подзолистых почвах равна 54 ц/га.

Утилизированные органические отходы (городской мусор) широко используют в Узбекистане для восстановления плодородия эродированных сероземов (А. А. Нигматов, 1982; Х. М. Махсудов, 1982).

В ряде краев и областей РСФСР, в Молдавии и в других республиках для восстановления плодородия смытых почв применяют **нанесение** на них **гумусированных слоев почвы.** Этот метод иногда неудачно называют землеванием. В качестве трансплантанта (гумусированных слоев почвы), наносимого на склоны с сильносмытыми почвами, используют плодороднейшие гумусовые слои почвы, которые снимают при разработке месторождений полезных ископаемых, при промышленном и гражданском строительстве, при затоплении территорий в связи со строительством водохранилищ и при других работах. Кроме того, для этих целей применяют почву, смытую со склонов и аккумулированную в склоновых водоемах, а также намытую в ложбины, лощины и балки.

В совхозе «Коммунар» Пронского района Рязанской области наилучшие результаты были получены при мощности гумусированного слоя, наносимого на малоплодородные подзолистые почвы, 30—40 см. Этот слой снимали с участков, отводимых под строительство Рязанской ГРЭС. Увеличение гумусированного слоя мелиорируемого участка на 10 см способствовало увеличению выхода кормовых единиц на 7,1, на 20 см — на 8,8 ц/га (при среднем урожае на контроле — 6,9 ц/га корм. ед.). Максимальный выход продукции при учете урожайности зерновых культур (1978 г.) и трав (1979—1980 гг.) получен в

случае нанесения гумусированного слоя почвы 30 см (18,3 ц/га корм. ед.) и 40 см (21,7 ц/га корм. ед.).

Результаты исследований, проведенных в Курском СХИ, показали, что в зависимости от мощности нанесенного гумусированного слоя луговой почвы при мелиорации малоплодородных супесчаных почв урожайность ячменя изменялась следующим образом (табл. 84).

ТАБЛИЦА 84. Урожайность ячменя в зависимости от мощности нанесенного слоя луговой почвы, ц/га (по А. М. Бурыкину, Курский СХИ)

Мощность нанесенного слоя почвы, см	Средний за три года урожай	Прибавка урожая зерна на каждые 10 см нанесенного слоя
0 (контроль)	8,7	—
10	11,4	2,7
20	15,0	3,6
30	19,9	4,9
40	24,4	4,5
50	26,0	1,6
80	27,9	0,6

Увеличение мощности слоя при «землевании» свыше чем на 40 см хотя и способствовало повышению урожайности ячменя, однако произведенные в данном случае затраты не окупались дополнительным сбором зерна. Выявлено, что стоимость снятия плодородного слоя мощностью 20 см с площади 1 га и его транспортировка на расстояние 10 км составляют 1632 руб. (А. П. Клопотовский, 1982).

О высокой эффективности нанесения гумусированных слоев на смытые почвы свидетельствуют результаты исследований, проведенных в Молдавии. При этом повышение урожая было обусловлено не только увеличением содержания гумуса в почве, но и более рыхлым сложением насыпной почвы. Величина прибавки урожая зависела от содержания гумуса в наносимом слое почвы, степени смытости почв на склонах, мощности наносимого слоя. Так, в 1981 г. в случае нанесения гумусированного слоя мощностью 15 см прибавка урожая зерна пшеницы на сильносмытых почвах равнялась 5,9 ц/га (урожай на контроле — 12,9 ц/га), 30 см — 12,9 и 45 см — 14,5 ц/га. Расчет экономической эффективности использования этого способа мелиорации сильносмытых почв в совхозе «Лапушна» Котовского района показал, что в случае выращивания на мелиорированных землях вики и озимой пшеницы на зерно максимальный чистый доход был по-

лучен в вариантах с нанесением гумусированного слоя мощностью 30 и 45 см (табл. 85).

ТАБЛИЦА 85. Экономическая эффективность нанесения гумусированного слоя почвы на сильносмытые черноземы в совхозе „Лапушна" Котовского района Молдавской ССР

Показатель	Насыпной слой, см		
	15	30	45
Средний годовой доход, руб/га	117	184	208
Затраты, руб/га	291	575	792
Окупаемость, лет	2,4	3,1	3,8

Проведенными в Молдавии исследованиями (Т. П. Макринич, 1981, 1982) установлено, что при нанесении гумусированных слоев на смытые почвы резко улучшается химический состав, физические и физико-химические свойства последних, что приближает их к полнопрофильным черноземам. Выявлено, что на слабосмытые почвы целесообразно наносить гумусированный слой 15 см, на среднесмытые — 30 и на сильносмытые — 45 см. Таким методом к 1982 г. в Молдавии восстановлено плодородие смытых почв на площади 10 тыс. га. Проведенные исследования показали также, что эффективность данного приема значительно возрастает при одновременном внесении навоза и минеральных удобрений в смытые мелиорируемые почвы.

Минеральные удобрения

Продовольственной программой СССР предусмотрено обеспечить поставку сельскому хозяйству минеральных удобрений в 1985 г. в количестве 26,5 млн. т и в 1990 г. 30—32 млн. т (в пересчете на 100%-ное содержание питательных веществ). Поэтому стоит задача наиболее рационального использования этих удобрений с тем, чтобы каждая их тонна обеспечивала максимальный выход

сельскохозяйственной продукции с гектара, способствовала наращиванию плодородия почв.

Во многих регионах нашей страны, в том числе на эрозионно-опасных склоновых землях, накоплен большой опыт по эффективному использованию минеральных удобрений.

Так, результатами исследований Красноярского НИИСХ доказано, что при осуществлении комплекса агротехнических мероприятий на выщелоченном черноземе каждый килограмм азота, внесенный под яровую пшеницу, дает дополнительно 10—15 кг высококачественного зерна. В совхозе «Шушенский» на обыкновенном черноземе он окупается 11 кг зерна пшеницы. По данным Иркутского СХИ, каждый килограмм азота, внесенный под яровую пшеницу, обеспечивает получение дополнительно 12 кг зерна, фосфора — 6—10, а при локальном использовании фосфорных удобрений — 20—25 кг зерна пшеницы и более. Применение азотных удобрений, кроме того, увеличивает содержание белка и клейковины в зерне пшеницы. Например, по данным Тувинской сельскохозяйственной станции, полученным в среднем за два года на южном маломощном черноземе в богарных условиях, в зерне пшеницы, выращенном на контрольном участке, содержалось 37,3% клейковины и 11,9% белка, а в случае внесения N_{50} — соответственно 43,7 и 14,9% (В. Д. Панников, 1979).

Известно, что на карбонатных почвах Казахстана и Сибири применение фосфорных удобрений не только повышает урожай зерна на 3,5—4,5 ц/га, но и ускоряет созревание пшеницы на пять — семь дней, что обеспечивает возможность проведения уборки при более благоприятных погодных условиях.

В исследованиях, проведенных в колхозе «Заря коммунизма» Винницкой области на малогумусированных черноземах, прибавка урожая горохово-пшеничной смеси от внесения $N_{30}P_{45}K_{45}$ в среднем за три года составила 46, в том числе бобового компонента — 11 ц/га.

Установлено также большое влияние минеральных удобрений на увеличение содержания белка, жира, золы и снижение количества сырой клетчатки в зеленой массе бобово-злаковой смеси. Так, на контроле в зеленой массе горохово-пшеничной смеси было 15,47—

16,26%, а в случае внесения $N_{30}P_{45}K_{45}$ — 16,08—16,99% сырого белка на абсолютно сухое вещество. Стоимость прибавки урожая зеленой массы смеси в сравнении с контролем при использовании $N_{30}P_{30}K_{30}$ на каждый рубль дополнительных затрат составила 2 р. 84 к. (П. К. Александрова, 1979).

Применение минеральных удобрений — необходимое условие расширенного воспроизводства плодородия смытых почв. Так, во ВНИИ кормов в кормовом севообороте (1 — клевер, 2 — ячмень, 3 — картофель, 4 — корнеплоды) установлен положительный баланс азота при внесении в среднем на 1 га 300—350 кг д. в. удобрений ($N_{142}P_{20}K_{127}$). В исследованиях Белорусской сельскохозяйственной академии при внесении минеральных удобрений на фоне органических также установлен положительный баланс гумуса в дерново-подзолистых почвах.

Высокая эффективность минеральных удобрений отмечена при внесении их под все культуры, но особенно под пропашные и зерновые. Однако использование удобрений в невысоких нормах необходимо и под многолетние травы. Так, в первый год жизни люцерны, когда ее азотфиксирующая способность слаборазвита, внесение азота в невысоких нормах положительно сказывается на величине урожая сена. В последующие годы эта культура весьма отзывчива на применение фосфорных и калийных удобрений (А. А. Мавлянов, 1980). А чем выше урожайность люцерны, тем большее влияние оказывает она на восстановление плодородия смытых почв.

В связи с тем что на склоновых эродированных почвах одним из важнейших факторов, сдерживающих получение высоких устойчивых урожаев, является недостаток почвенной влаги, применение удобрений служит здесь одним из важных условий снижения отрицательного воздействия почвенной засухи на величину урожая.

При внесении удобрений в эродированные почвы содержащаяся в почве влага расходуется растениями более продуктивно. Это объясняется как резким снижением транспирационного коэффициента вследствие повышения концентрации почвенного раствора, так и уменьшением испарения влаги с поверхности почвы при хорошем растительном покрове, который, кроме того, способствует уменьшению поверхностного стока осадков. Наблюдения, проведенные за расходом поч-

венной влаги посевами некоторых однолетних культур на сильносмытом карбонатном черноземе при внесении и без внесения удобрений, показали, что под посевами кукурузы, суданской травы, чины расход влаги был примерно одинаковым как на удобренных, так и на неудобренных участках. Однако расчет суммарного расхода влаги на единицу полученного урожая показал, что на участках с применением удобрений эффективность использования влаги растениями увеличилась в 1,2—1,5 раза.

Экономное использование влаги в случае применения удобрений связано, в частности, с более ранним развитием листового аппарата растений, затеняющего почву и уменьшающего интенсивность испарения влаги с поверхности почвы, а также с сокращением вегетационного периода растений при внесении фосфора. Выявлено, что высокая эффективность фосфора в засушливых условиях объясняется затуханием процессов, способствующих мобилизации подвижных фосфатов в почве (И. С. Шатилов, И. Н. Листопадов, 1980). Имеющий место на смытых почвах повышенный расход влаги на формирование зерна, безусловно, во многом определяется несбалансированностью элементов питания растений в почве.

По данным Ставропольского НИИСХ, расход влаги на формирование 1 ц зерна озимой пшеницы без удобрений составил 120—150 т, а при их использовании — 70—100 т. Кроме того, в последнем случае на три — пять дней ускорялось созревание зерна. Результаты 20-летних исследований этого института свидетельствуют о том, что в острозасушливые годы сбор зерна озимой пшеницы без удобрений снижался в 6,2, а при их применении — в 2 раза (Ю. А. Никитин, 1982).

В исследованиях ВНИИ кукурузы в случае внесения удобрений расход воды на формирование единицы урожая уменьшался на 12—20%. Так, озимая пшеница, размещенная после гороха, в варианте без удобрений расходовала 163,3 т воды на формирование 1 ц зерна, при внесении $N_{60}P_{60}K_{60}$ — 118,8 т, или на 27% меньше (В. М. Круть и др., 1982).

Для наиболее рационального использования удобрений весьма важно учитывать их эффективность на почвах разной степени смытости.

Во ВНИИ кукурузы установлено, что эффективность

удобрений, применяемых на эродированных почвах, в 1,5—2 раза выше, чем на неэродированных почвах. Так, в колхозе «Россия» Верхнеднепровского района Днепропетровской области прибавка урожая зерна пшеницы от применения $N_{60}P_{45}K_{30}$ на неэродированном черноземе составила 3—4, а на сильноэродированном — 6,7 ц/га (В. Е. Стрельцов, 1982).

Высокая эффективность применения полного минерального удобрения ($N_{60}P_{60}K_{60}$) получена на серых лесных почвах Курской области. Прибавка урожая зерна озимой ржи в среднем за три года на несмытой почве составила 6,4 ц/га, на слабосмытой — 7,1 и на сильносмытой — 7,9 ц/га (табл. 86). При этом использование

ТАБЛИЦА 86. Урожай зерна озимой ржи на темно-серых лесных почвах разной степени смытости (в среднем за три года, по данным А. Ф. Сулимы, 1975)

Почвы	Вариант опыта	Урожай зерна, ц/га	Прибавка урожая зерна, ц/га
Несмытые	Контроль (без удобрений)	22,3	—
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	28,7	6,4
Слабосмытые	Контроль	20,8	—
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	27,9	7,1
Среднесмытые	Контроль	18,0	—
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	25,9	7,9

минеральных удобрений обеспечило получение более высокого дохода на слабо- и среднесмытых почвах. Окупаемость 1 руб. затрат на удобрения оказалась выше также на смытых почвах. Рентабельность, рассчитанная по прибавкам урожая, на несмытой почве составила 73,9%, а на слабо- и среднесмытых почвах — соответственно 91,7 и 111%. Окупаемость 1 кг д. в. удобрений урожаем зерна на среднесмытой почве равнялась 4,3, на несмытой — 3,5 кг.

На темно-каштановых смытых почвах колхоза «Красный Октябрь» Клетского района Волгоградской области эффективность использования азотно-фосфорных удобрений оказалась также выше, чем на несмытых. В 1970 г. здесь посеяли яровую пшеницу, в 1971 г.— ячмень. Удоб-

рения вносили под зябь на водоразделе и на склоне (содержание гумуса в слое 0—10 см на водоразделе — 3, на склоне — 2%). В 1970 г. урожайность пшеницы на водоразделе (контроль) составила 20,5, на склоне — 15,8 ц/га, а при внесении $N_{45}P_{30}$ — соответственно 22,8 и 21 ц/га. В 1971 г. на водоразделе урожайность ячменя равнялась 15,7, на склоне — 12,4 ц/га, при внесении $N_{60}P_{60}$ — 18,2 и 17,1 ц/га (Б. Носов, 1972). Таким образом, наибольшая отдача от внесения удобрений наблюдалась на смытых почвах склонов.

Примерно аналогичные результаты получены при использовании удобрений на смытых черноземах лесостепи Украинской ССР. В случае внесения аммиачной селитры урожайность кукурузы на слабосмытой почве в среднем за четыре года составила здесь 28,8 ц/га, а на среднесмытой — 26,2 ц/га, на контроле — соответственно 22,8 и 18,2 ц/га, т. е. прибавка урожая зерна от удобрений на слабосмытой почве равнялась 6, на среднесмытой — 8 ц/га (В. В. Февчук, 1972). Прибавка урожая зерна, чистый доход, окупаемость дополнительных затрат и рентабельность выращивания кукурузы на среднесмытом черноземе оказались выше, чем на слабосмытом.

Необходимость совместного применения азотно-фосфорных удобрений на смытых почвах доказана и в Ростовской области. Озимая пшеница при внесении N_{45} в среднем за четыре года обеспечивала прибавку урожая 1,8, а $N_{45}P_{45}$ — 3,7 ц/га.

В случае внесения аммиачной селитры (N_{45}) под посев ячменя на эродированных черноземах прибавка урожая зерна на несмытой почве равнялась 1,6 ц/га, на смытой — 4,2 ц/га, а при использовании селитры с суперфосфатом — соответственно 3,4 и 5,9 ц/га.

Высокая эффективность применения полных минеральных удобрений на смытых почвах отмечена в многочисленных исследованиях. В подавляющем большинстве случаев прибавка урожая от внесения удобрений в смытые серые лесные почвы и дерново-подзолистые почвы была значительно выше, чем в несмытые (табл. 87).

В Смоленской области прибавка урожая зерна озимой пшеницы на среднесмытой дерново-подзолистой почве от применения $P_{60}K_{60}$ в среднем за четыре года равнялась 4 ц/га, а полного минерального удобрения ($N_{60}P_{60}K_{60}$) — 12 ц/га при урожае без удобрений 13 ц/га

ТАБЛИЦА 87. Влияние минеральных удобрений на урожайность зерновых культур на несмытых и среднесмытых почвах, ц/га (по данным А. И. Ляхова, 1975)

Область	Почва	Культура, год применения удобрений	Удобрение	Несмытая почва		Среднесмытая почва	
				урожай	прибавка	урожай	прибавка
Смоленская	Дерново-подзолистая	Ячмень, 1964	Контроль	14,5	—	12,1	—
			$N_{60}P_{60}K_{60}$	19,0	4,5	19,0	6,9
		Озимая пшеница, 1965	Контроль	17,8	—	12,7	—
			$N_{60}P_{60}K_{60}$	19,0	1,2	29,2	16,5
Свердловская	То же	Яровая пшеница, 1972	Контроль	27,3	—	24,3	—
			$N_{45}P_{60}K_{45}$	36,4	9,1	36,6	12,3
Смоленская	»	Озимая пшеница, 1971	Контроль	26,2	—	16,6	—
			$N_{45}P_{60}K_{60}$	40,9	14,7	33,5	16,9
		Ячмень, 1971	Контроль	25,4	—	13,2	—
			$N_{50}P_{60}K_{60}$	33,4	8,0	25,0	11,8
Московская	Серая лесная	Яровая пшеница, 1957	Контроль	11,7	—	5,8	—
			$N_{45}P_{90}K_{45}$	15,3	3,6	12,7	6,9
Тульская	То же	Ячмень, 1965	Контроль	13,5	—	6,0	—
			$N_{60}P_{60}K_{60}$	27,4	13,9	23,4	17,4
		Озимая пшеница, 1966	Контроль	13,0	—	5,4	—
			$N_{50}P_{60}K_{50}$	24,5	11,5	16,1	10,7

ТАБЛИЦА 88. Урожайность ячменя и окупаемость 1 кг азота удобрения зерном на дерново-подзолистых почвах (по данным А. И. Ляхова, 1975)

Почвы	Урожай зерна на фоне $P_{60}K_{60}$	Прибавка (ц/га) от азота, внесенного в нормах (кг/га)			Окупаемость 1 кг азота зерном (кг) при норме (кг/га)		
		30	60	90	30	60	90
Несмытые	21,5	3,5	5,3	7,9	11,7	8,8	8,7
Среднесмытые	15,2	4,9	7,6	11,3	16,3	12,7	12,5

(А. И. Ляхов, 1975). Более высокая эффективность азотных удобрений на смытых почвах обусловливает в данном случае и повышенную прибавку урожая на 1 кг внесенных удобрений. Так, на среднесмытой дерново-подзолистой почве окупаемость 1 кг азота удобрений зерном была значительно выше, чем на несмытой почве (табл. 88).

Однако возникает вопрос, до какой величины следует повышать норму удобрений.

В связи с этим представляют интерес исследования, проведенные на выщелоченном черноземе Молдавской

ТАБЛИЦА 89. Влияние норм внесения азотных удобрений на урожайность пшеницы и кукурузы на выщелоченном тяжелосуглинистом черноземе (в среднем за три года, по данным И. С. Константинова, 1971)

Культура	Вариант опыта	Несмытые почвы		Среднесмытые почвы	
		урожай, ц/га	прибавка, ц/га	урожай, ц/га	прибавка, ц/га
Озимая пшеница	Контроль	29,8	—	23,1	—
	N_{60}	33,5	3,7	28,3	5,2
	$N_{60}P_{60}$	35,2	5,4	31,4	8,4
	$N_{120}P_{60}$	37,7	7,9	34,7	11,6
	$N_{180}P_{60}$	37,4	7,6	35,8	12,7
Кукуруза	Контроль	46,1	—	34,8	—
	N_{90}	49,0	2,9	41,9	7,1
	$N_{90}P_{60}$	50,2	4,1	41,4	6,6
	$N_{180}P_{60}$	50,1	4,0	44,7	9,9
	$N_{240}P_{60}$	51,4	5,3	45,4	10,6

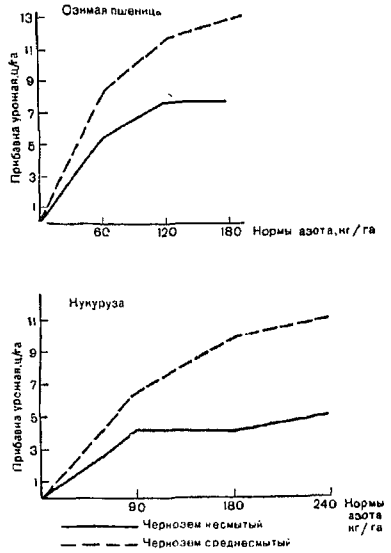


Рис. 11. Эффективность применения азотных удобрений на несмытых и среднесмытых почвах

ССР по выявлению оптимальных норм внесения удобрений на смытых почвах (табл. 89). Азотные удобрения обеспечивали более высокие прибавки урожая на смытых почвах, чем на несмытых (рис. 11). Вместе с тем применение очень высоких норм удобрений оказалось экономически нецелесообразным вследствие снижения окупаемости удобрений зерном.

В засушливых и полузасушливых условиях эффективность высоких норм внесения азотных удобрений лимитируется содержанием влаги в почве. На основании результатов многочисленных исследований и практики передовых хозяйств выявлено, что оптимальная норма азотных удобрений на среднесмытых черноземах (на фоне фосфорных) колеблется в пределах 60—120 кг/га д. в., в зависимости от возделываемой культуры, типа и подтипа почв, содержания в почве других элементов питания растений и особенно от обеспеченности растений влагой. Эффективность азотных удобрений на смытых почвах тем выше, чем более благоприятны прочие условия.

На среднесмытых горных черноземах Армянской ССР максимальная прибавка урожая зерна (9,1 ц/га, или 52,2% к контролю) получена от применения $N_{120}P_{90}$. Однако в случае внесения $N_{90}P_{90}$ прибавка урожая зерна также была высокой — 8 ц/га, или 45,9% к контролю (М. М. Симонян, 1975).

Прибавка урожая зерна от внесения азотных удобрений в дерново-подзолистые почвы Белорусской ССР на фоне применения $P_{90}K_{120}$ возрастала до определенного предела. На несмытой почве она оказалась максимальной

ной при внесении N_{120}, на слабосмытой — N_{150}, на средне- и сильносмытой — N_{180}. Однако повышенные нормы внесения азотных удобрений вызывали сильное полегание ячменя. Наибольшие прибавки урожая зерна при слабой полегаемости растений составляли: на несмытой почве — 8 ц/га при использовании N_{90}, на слабосмытой — 13 ц/га при N_{120}, на среднесмытой — 14 ц/га при N_{120}, на сильносмытой — 14,1 ц/га при N_{150}. По окупаемости 1 кг азотных удобрений зерном самой эффективной для несмытой и слабосмытой почв оказалась норма N_{60}, для средне- и сильносмытой — N_{120}.

В Ворошиловградской области (Л. И. Акентьева, 1966) установлено, что рациональная норма внесения аммиачной селитры (по величине урожая и по окупаемости затрат) на эродированных черноземах равна 45 кг/га. В засушливых условиях области при постоянном дефиците влаги растения не в состоянии были использовать большие количества удобрений.

В эродированные почвы предгорий Кавказа под зерновые культуры рекомендуется вносить по 30 кг/га азотных и фосфорных удобрений (Л. А. Сулакова, 1965). В условиях богарного земледелия дальнейшее повышение норм внесения удобрений не дает существенных прибавок урожая. При орошении эти нормы можно увеличить до 100 кг/га.

Таким образом, для различных условий должны быть установлены свои оптимальные нормы применения азотных удобрений на эродированных почвах.

Внесение удобрений в смытые почвы значительно повышает содержание белка в зерне пшеницы, кукурузы и других культур.

Так, применение азотно-фосфорных удобрений на смытых черноземах повышало количество белка в зерне озимой ржи на 3,9%.

Интересные данные о влиянии удобрений на качество зерна озимой пшеницы в случае внесения полного минерального удобрения получены на среднеэродированной горно-каштановой почве (табл. 90).

Эродированные почвы бедны микроэлементами, поэтому использование последних на смытых почвах весьма эффективно. Так, на эродированных черноземах внесение осенью одновременно с фосфорными и азотно-фосфорными удобрениями цинка в норме 4 кг/га, молибде-

ТАБЛИЦА 90. Влияние минеральных удобрений на урожай и качество зерна пшеницы (по данным С. Р. Сафарова, 1975)

Почвы	Вариант опыта	Урожай зерна, ц/га (среднее за три года)	Характеристика качества зерна (среднее за два года)						
			белок, %	клейковина, %	крахмал, %	сахар, %		стекловидность, %	масса 1000 зерен, г
						простой	общий		
Несмытые	Без удобрений	23,9	12,6	26,3	60,8	1,60	1,72	65,3	51,7
Среднесмытые	То же	13,8	11,5	23,1	57,8	1,24	1,40	48,7	43,9
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	18,5	13,9	27,4	53,7	1,62	1,76	68,2	45,9

на — 5, брома — 1, кобальта — 2 кг/га обеспечило повышение урожайности кукурузы в сравнении с контролем по цинку — на 13%, молибдену — на 16, брому — на 24, кобальту — на 9%. В случае применения молибдена, брома и цинка наблюдалось увеличение в урожае группы наиболее переваримых белков — альбуминов, а также возрастало содержание фосфорной кислоты и крахмала (Л. И. Акентьева, 1966).

Положительное влияние микроудобрений отмечено и на среднесмытых горно-коричневых почвах. Прибавка урожая зерна пшеницы от внесения полного удобрения ($N_{60}P_{60}K_{60}$) в данном случае составила 4,6, а при дополнительном применении микроудобрений (по 2—4 кг молибдена, меди, марганца, цинка и бора) — 5,3—7,4 ц/га. При этом значительно увеличилось и содержание белка — с 2,1 до 2,7% (С. Р. Сафаров, 1975).

Для того чтобы усилить действие удобрений на смытых почвах склонов, проводят мероприятия по максимальному предотвращению стока осадков, а также по уменьшению бесполезной потери влаги на испарение. Так, в случае внесения под зяблевую вспашку 20 т/га навоза и полного минерального удобрения ($N_{60}P_{60}K_{60}$) прибавка урожая зерна кукурузы составила: при обычной вспашке и междурядной обработке посевов кукурузы — 18 ц/га, при бороздовании зяби — 20,8, а при бороздовании зяби и междурядий — 23,7 ц/га (П. А. Пла-

тонов, 1967). Использование на слабоэродированных северокавказских черноземах $N_{48}P_{60}$ повысило урожай зерна яровой пшеницы в среднем за два года с 15,9 до 17,6 ц/га, а в варианте, где внесение удобрений сочетали с проведением прерывистого бороздования зяби через 2 м, урожай достиг 19,3 ц/га (Г. Ф. Тревога, 1976). Лункование зяби также увеличивает эффективность применения удобрений ($N_{45}P_{60}K_{45}$). Прибавка урожая зеленой массы кукурузы в этом случае составила 14—18 ц/га (М. Т. Онуфриенко, 1975).

Анализ экономической эффективности применения противоэрозионной обработки черноземов (табл. 91) на неудобренном и удобренном ($N_{45}P_{45}K_{30}$) фонах показал, что внесение удобрений в наибольшей степени окупается прибавкой урожая при сочетании вспашки с противоэрозионными приемами обработки почв. Следовательно, в результате применения мероприятий, направленных на задержание стока осадков и смыва почвы, повышается эффективность использования удобрений.

ТАБЛИЦА 91. Экономическая эффективность применения противоэрозионной обработки почвы и внесения удобрений ($N_{45}P_{45}K_{30}$) под озимую пшеницу (в среднем за три года; по данным В. К. Подгорного, Р. Ф. Еремина, Л. Г. Бутенко, 1975)

Обработка почвы	Удобрение	Урожай зерна, ц/га	Прибавка урожая, ц/га	Всего затрат, руб.	Чистый доход, руб.	Смыв почвы, т/га
Слабосмытая почва						
Вспашка обычная	—	25,8	—	50,72	188,48	14,8
	$N_{45}P_{45}K_{30}$	28,8	3	71,24	193,56	7,9
Вспашка + почвоуглубление	$N_{45}P_{45}K_{30}$	30,9	5,1	74,97	213,43	4,2
Вспашка + щелевание посевов	$N_{45}P_{45}K_{30}$	32,4	6,6	77,21	229,59	1,2
Среднесмытая почва						
Вспашка обычная	—	23,6	—	51,39	167,65	58,4
	$N_{45}P_{45}K_{30}$	27,8	4,2	73,01	184,99	24,8
Вспашка + почвоуглубление	$N_{45}P_{45}K_{30}$	29,4	5,8	76,63	196,17	12,0
Вспашка + щелевание посевов	$N_{45}P_{45}K_{30}$	31,1	7,5	78,70	210,18	2,6

Весьма убедительные данные по эффективности применения удобрений на фоне использования противоэрозионных приемов обработки серой лесной эродированной почвы получены в Чувашской АССР на склоне 4—6°. Здесь на фоне без удобрений прибавка урожая от применения лункования и бороздования зяби составила соответственно: зерна овса — 1,7 и 2,7 ц/га, зеленой массы вико-овсяной смеси — 3,8 и 9,7 ц/га. Внесение удобрений на фоне использования обоих противоэрозионных приемов обработки почв позволило резко поднять урожайность культур. Прибавка урожая зерна овса от внесения полного минерального удобрения ($N_{90}P_{90}K_{90}$) возросла до 12,5—14,7 ц/га, зеленой массы вико-овсяной смеси — до 41—54,8 ц/га. Урожай от удобрений в пересчете на кормовые единицы возрос в среднем в 2 раза — с 13—14 до 24—26 ц/га. Лункование и бороздование зяби на фоне применения удобрений привели к увеличению чистого дохода на 10—16 руб/га. При этом значительно снизилась себестоимость продукции и возросла рентабельность производства (В. И. Романов, В. В. Осанов, 1982).

В Закарпатье в течение многих лет изучали эффективность применения удобрений на серых лесных оподзоленных пылеватых тяжелосуглинистых слабо- и среднесмытых почвах в севообороте со следующим чередованием культур: 1—3 — многолетние травы; 4 — озимая пшеница; 5 — кукуруза на силос; 6 — яровой ячмень с подсевом многолетних трав. Фон — обычная и противоэрозионная обработки почвы. В слабосмытую почву под люцерну, озимую пшеницу и яровой ячмень вносили $N_{30}P_{30}K_{30}$, под кукурузу — 40 т/га навоза $+N_{150}P_{75}K_{75}$, в среднесмытую почву — соответственно $N_{60}P_{30}K_{30}$ и 40 т/га навоза $+N_{150}P_{75}K_{75}$ (А. А. Чернявский, 1982). Как видно из таблицы 92, прибавка урожая от использования удобрений на среднесмытых почвах оказалась выше, чем на слабосмытых. Использование противоэрозионных приемов обработки почв как на слабо-, так и на сильносмытых почвах способствовало повышению эффективности применения удобрений.

Так, на слабосмытых почвах прибавка урожая сена люцерны и зерна озимой пшеницы на фоне осеннего щелевания на глубину 50—60 см и применения $N_{30}P_{30}K_{30}$ составила в сравнении с контролем соответственно 18,4

ТАБЛИЦА 92. Урожайность культур севооборота при использовании удобрений на слабо- и среднесмытых серых лесных почвах (в среднем за 1971—1980 гг.), ц/га

Степень смытости почв	Обработка почвы	Фон	Люцерна, сено	Озимая пшеница, зерно	Кукуруза, зеленая масса	Яровой ячмень, зерно
Слабосмытая	Обычная	Контроль	47,4	27,4	247	25,4
		Удобрения	64,7	33,0	329	39,7
	Противоэрозионная	»	65,8	33,1	335	40,6
Среднесмытая	Обычная	Контроль	35,2	22,8	217	21,9
		Удобрения	59,6	31,8	321	39,2
	Противоэрозионная	»	60,2	34,9	355	40,7

(38,8%) и 5,8 ц/га (35,6%), зеленой массы кукурузы на фоне $N_{150}P_{75}K_{30}$ + 40 т/га навоза, лункования зяби и междурядной обработки с окучиванием растений — 88 ц/га (55,6%), зерна ярового ячменя на фоне $N_{30}P_{30}K_{30}$ и лункования зяби — 15,2 ц/га (60%). На среднесмытых почвах прибавка урожая от использования удобрений и соответствующих противоэрозионных мероприятий оказалась еще выше и в сравнении с контролем составила для люцерны 71%, озимой пшеницы — 60,1, кукурузы на силос — 63,4 и для ярового ячменя — 100%.

При использовании органических и минеральных удобрений с увеличением урожая, как правило, возрастает накопление в почве корневых остатков, что способствует восстановлению плодородия смытых почв и повышению их противоэрозионной устойчивости.

В таблице 93 приведены данные о накоплении корневой массы люцерны в почве при различных вариантах внесения удобрений в эродированные карбонатные черноземы Молдавской ССР. На всех удобренных участках с увеличением урожая сена отмечено возрастание корневой массы люцерны. Однако накопление ее в несколько раз отставало от роста урожая сена. Одновременно наблюдалось относительное увеличение корневой массы в пахотном и уменьшение ее в подпахотном слое

ТАБЛИЦА 93. Накопление корневой массы люцерны на эродированном карбонатном черноземе на удобренном и неудобренном фонах

Почва	Удобрения	Общая масса сена, снятого за все укосы, ц/га	Корневая масса (ц/га) в слоях почвы (см)					Прибавка к контролю			
								сено		корневая масса в слое почвы 0—40 см	
			0—10	10—20	20—30	30—40	0—40	ц/га	%	ц/га	%
Слабосмытая	Контроль (без удобрений)	53,8	82,4	35,8	21,1	9,2	148,5	—	—	—	—
	P_{60}	68,4	78,1	43,9	19,0	11,0	152,0	14,6	27	3,5	3
	Навоз — 20 т/га + P_{60}	74,3	90,9	42,7	14,6	9,6	157,8	20,5	38	9,3	6
Сильносмытая	Контроль (без удобрений)	36,5	69,7	38,5	20,9	11,0	140,1	—	—	—	—
	P_{60}	47,5	79,4	37,9	15,7	9,3	142,3	11,0	30	2,2	2
	Навоз — 20 т/га + P_{60}	70,0	75,3	56,6	16,4	11,3	159,6	33,5	92	19,5	14

почвы. При учете общего количества запахиваемой органической массы (стерня+корни) на участках с внесением удобрений она оказалась значительно выше, чем на участках без внесения удобрений.

При коренной мелиорации бурых лесных старопахотных почв Молдавии применяли 50 т/га навоза и $P_{90}N_{90}$ под вспашку. Урожайность кукурузы составила при этом 56 ц/га против 32 ц/га на контроле. На участках, где применяли удобрения, после уборки кукурузы отмечено увеличение содержания в пахотном слое почвы гумуса с 0,96 до 1,26%, общего азота — с 0,097 до 0,117%, нитратов — с 2 до 14,47 мг на 100 г почвы, фосфора — с 14,68 до 22,17 и калия — с 6,59 до 8,84 мг на 100 г почвы (М. Хынку, 1965).

Использование удобрений на эродированных почвах способствует уменьшению стока и эрозии за счет улуч-

шения физических свойств почв, лучшего развития надземной массы и корневой системы растений. Так, в случае повышения норм внесения азотных удобрений в сильносмытые дерново-подзолистые почвы с 60—90 до 120—150 кг/га д. в. проективное покрытие поверхности почвы растениями ячменя увеличилось на 15—25%, что привело к значительному уменьшению эрозии (Г. И. Бахирев, 1974).

На эродированном типичном черноземе (склон крутизной 5°), где были размещены посевы озимой пшеницы, наблюдалось резкое уменьшение (примерно на 25%) стока и смыва при использовании минеральных удобре-

ТАБЛИЦА 94. Потери питательных веществ из почвы при склоновом стоке и смыве почвы (по данным А. И. Ляхова, 1975)

Питательные вещества	Без удобрений			С внесением $N_{60}P_{60}K_{60}$		
	в воде склонового стока, мг/л	в смытой почве, мг/100 г	всего	в воде склонового стока, мг/л	в смытой почве, мг/100 г	всего
Гумус	—	259,0	259,0	—	198,5	198,5
N — всего	0,5	16,6	17,1	0,4	11,6	12,0
В том числе нитратный азот	0,5	0,3	0,8	0,4	0,2	0,6
P_2O_5 — всего	0,3	14,2	14,5	0,3	10,5	10,8
В том числе подвижный фосфор	0,3	0,5	0,8	0,3	0,4	0,7
K_2O — всего	3,0	89,8	92,8	2,9	66,5	69,4
В том числе обменный калий	3,0	1,0	4,0	2,9	0,9	3,8
CaO	—	75,5	75,5	—	56,0	56,0
MgO	—	71,1	71,1	—	52,5	52,5

ний в норме $N_{60}P_{60}K_{60}$. Одновременно с уменьшением стока и смыва в случае внесения удобрений отмечена значительно меньшая потеря питательных веществ в сравнении с контролем (табл. 94). В варианте без использования удобрений подвижных форм азота, фосфора и калия в твердом стоке содержалось больше, чем в пахотном слое смытой почвы. Так, в пахотном слое среднесмытого типичного чернозема на неудобренном участке было 4,4 мг нитратного азота, 98,7 — подвижного фосфора и 120 мг обменного калия на 100 г почвы, а в

твердом стоке — соответственно 15,4; 103,7 и 276,3 мг на 100 г. Однако в жидком стоке наибольшие потери питательных веществ отмечены при использовании удобрений. На контроле в 1 л жидкого стока содержалось 0,35 мг NO_3, 0,08 — NH_3, 0,24 — P_2O_5 и 1,17 мг — K_2O, а в 1 л жидкого стока в варианте с применением удобрений — соответственно 1,2; 0,13; 0,24 и 1,24 мг, что говорит о необходимости проведения мероприятий по предотвращению потерь питательных веществ, вносимых с удобрениями, при склоновом стоке.

Уменьшение поверхностного стока и смыва почвы под посевами, где применяли органические и минеральные удобрения, установлено результатами многочисленных исследований. Причем противоэрозионная эффективность удобрений зависела от режима осадков, вида и норм внесения удобрений, агротехники культур.

Во многих зональных рекомендациях по борьбе с эрозией почв предусматривается увеличение норм внесения удобрений на смытых почвах. В Поволжье на средне- и сильносмытых серых лесных почвах, выщелоченных и оподзоленных черноземах нормы внесения азотных удобрений рекомендуется повышать на 50—100, фосфорных — на 20—50%, в Ставропольском крае нормы внесения органических и азотных минеральных удобрений — на 50—70%, а фосфорных — на 30—50% в сравнении с нормами, применяемыми на несмытых разностях одного и того же генетического типа почв.

В связи с тем что плодородие смытых почв обусловлено прежде всего уменьшением содержания в них гумуса, то и увеличение норм внесения навоза и азотных удобрений в смытые почвы должно быть пропорционально уровню снижения в них количества гумуса. Исходя из этого, минимальную норму внесения навоза и азотных удобрений в смытые почвы логично рассчитывать по следующей формуле:

$$У = У_1 + \frac{У_1 \cdot К}{100},$$

где У — минимальная норма внесения навоза и азотных удобрений в смытые почвы, ц/га; $У_1$ — норма внесения навоза и азотных минеральных удобрений, применяемая на несмытых почвах данного типа под возделывание данных культур, ц/га; К — снижение содержания гумуса в смытых почвах, % от содержания его в несмытой почве.

В настоящее время при картографировании эродированных почв все чаще определяют содержание гумуса для черноземов и серых лесных почв в слое 0—50 см и для дерново-подзолистых почв — 0—30 см. Снижение количества гумуса в эродированных почвах в сравнении с неэродированными почвами служит объективным диагностическим показателем для отнесения почв к той или иной степени смытости. В случае уменьшения содержания гумуса на 10—20% почвы относят к слабосмытым, на 20—50 — к среднесмытым и более чем на 50% — к сильносмытым.

Эту классификацию можно использовать при определении минимальных норм внесения навоза и азотных минеральных удобрений в почвы разной степени эродированности. В сравнении с нормами, применяемыми на несмытых почвах, их увеличивают не менее чем на 20 % на слабосмытых почвах, на 20—50 — на среднесмытых и более чем на 50 % — на сильносмытых почвах.

Так, если содержание гумуса в слое почвы 0—50 или 0—30 см на трех рабочих участках поля вследствие эродированности почв уменьшилось на 15; 40 и 60 %, то на эти участки при норме запашки навоза в несмытые почвы 20 т/га необходимо внести соответственно 23; 28 и 32 т/га этого удобрения. Если на несмытых почвах азотные минеральные удобрения используют из расчета 60 кг/га д. в., то в нашем примере на участок со слабосмытыми почвами их нужно внести в количестве 69 кг/га, со среднесмытыми — 84 и с сильносмытыми почвами — 96 кг/га.

Однако следует иметь в виду, что применение навоза в повышенной норме, в соответствии со снижением количества гумуса в смытой почве, не может сразу восстановить плодородие смытой почвы. Учитывая, что только 20—30 % заправленного в почву навоза закрепляется в ней в форме гумуса, можно рассчитать норму внесения навоза в смытые почвы. Она должна быть в среднем в 3—5 раза выше величины потери гумуса от эрозии.

При среднем количестве гумуса в слое 0—30 см дерново-подзолистой почвы 2 % можно условно считать, что запасы его на 1 га составляют 60 т. При уменьшении содержания гумуса в слое 0—30 см слабосмытой почвы в сравнении с несмытой на 15 %, среднесмытой — на 40

и сильносмытой — на 60 % среднее количество его в этом слое снижается до 1,7; 1,2 и 0,8 %, а запасы гумуса в слое почвы 0—30 см падают до 51; 36 и 24 т/га. Для образования 1 т гумуса необходимо внести 3 т навоза в пересчете на сухую массу. Следовательно, в рассматриваемом примере на полях со слабосмытой почвой требуется использовать не менее 27 т/га навоза, со среднесмытой почвой — 72, с сильносмытой почвой — 108 т/га.

Почвы разной степени смытости на склонах распределяются обычно в виде небольших полос и пятен. Поэтому почти все более или менее значительные площади рабочих участков полей севооборотов представляют собой комплексы почв разной степени смытости. Наличие очень мелких площадей «чистых» контуров почв разной степени смытости не позволяет применять на них дифференцированную систему удобрений.

Для характеристики общей смытости почвенного покрова поля или рабочего участка поля можно пользоваться показателем средневзвешенной смытости почвенного покрова. Его вычисляют по формуле:

$$Z = \frac{Z_1 S_1 + Z_2 S_2 + \ldots}{100},$$

где Z — средневзвешенная смытость почвенного покрова (рабочего участка поля, всего поля, севооборотного массива, территории колхоза, района, области); Z_1, Z_2 ... — количественные показатели смытости элементарных почвенных контуров (например, содержание гумуса в слое почвы 0—50 см, %); S_1, S_2 ... — площади элементарных почвенных контуров, выделенные на основе количественных характеристик степени смытости почв, % от общей площади.

Пример. На рабочем участке поля площадью 10 га контуры почв, характеризующиеся различной степенью смытости, имеют следующее содержание гумуса в слое 0—50 см: 5 га — 3,5 %, 2,5 га — 3, 1,5 га — 2,5 и 1 га — 1 %. Средневзвешенное содержание гумуса равно здесь 3,1 %. Если эталоном несмытого обыкновенного чернозема является почва, в слое 0—50 см которой содержится 4 % гумуса, то на рассматриваемом рабочем участке поля средневзвешенное содержание гумуса снизилось на 23 %. С учетом уменьшения содержания гумуса рассчитаем норму внесения навоза и азотных минеральных удобрений. Так, при норме запашки навоза в несмы-

ТАБЛИЦА 95. Экономическая эффективность применения удобрений на несмытых и смытых почвах Курской области (по данным А. И. Ляхова, 1975)

Колхоз	Почва	Культура	Норма внесения удобрений	Эродированность почв	Урожай зерна, ц/га		Прибавка урожая от удобрений, ц/га	Чистый доход от удобрений, руб.	Рентабельность, %
					без удобрений	с удобрениями			
Имени Кирова	Типичный чернозем	Озимая пшеница	$N_{90}P_{60}K_{40}$	Несмытые	21,6	26,9	5,3	23,13	94
				Среднесмытые	16,4	26,2	9,8	61,92	236
Прогресс	Выщелоченный чернозем	Яровая пшеница	$N_{60}P_{60}K_{60}$	Несмытые	19,5	31,4	11,9	81,20	280
				Среднесмытые	10,3	24,3	14,0	100,31	342
	То же	Ячмень	$N_{60}P_{30}K_{30}$	Несмытые	30,1	42,9	12,8	101,69	350
				Среднесмытые	9,7	40,7	31,0	282,80	838

тые почвы 20 т/га на наш рабочий участок поля нужно внести минимум 24,6 т/га, а для восстановления запасов гумуса в смытых почвах участка (при коэффициенте гумификации навоза 0,25) потребуется использовать 98,4 т/га навоза.

Аналогично рассчитываем норму внесения азотных минеральных удобрений. При норме их применения для несмытых почв этого генетического типа 60 кг/га д. в. на данный рабочий участок поля с эродированным почвенным покровом необходимо использовать минимум 74 кг/га азотных удобрений.

При оптимальных нормах внесения удобрений на смытых почвах можно получить максимальный экономический эффект от каждого центнера удобрений (табл. 95).

Полимеры-структурообразователи и другие мелиоранты

Одна из важнейших причин низкого плодородия эродированных почв и их слабой противоэрозионной устойчивости — ухудшение физических свойств, главным образом связанных с обесструктуриванием. Неудовлетворительные физические свойства почв обусловливают резкое снижение эффективности применения минеральных удобрений. Продуктивность почвы, бедной питательными веществами, но с благоприятными для растений физическими условиями аэрации и водного режима, бывает иногда выше продуктивности почвы, богатой питательными веществами, но с неудовлетворительными физическими свойствами. Поэтому для эродированных почв особенно большое значение имеет применение полимеров-структурообразователей и других мелиорантов.

Полимеры-структурообразователи и другие мелиоранты улучшают агрофизические свойства почв и в первую очередь их структуру. В результате повышается водопроницаемость почв, их аэрация, противоэрозионная и противодефляционная устойчивость, создаются оптимальные условия для микрофлоры, увеличивается содержание доступных для растений питательных веществ. Все это ведет к повышению плодородия почв, урожайности культур, уменьшению эрозии и дефляции.

Структурообразующие свойства полимеров определяются их молекулярной массой, химическим составом функциональных групп и формой молекулы, а сам процесс взаимодействия полимеров с почвенными частицами включает явления коагуляции, адсорбции и образования водопрочных связей.

Полимеры выпускаются в виде высокосвязных растворов 8—10%-ной концентрации. На месте их разбавляют водой, используя при этом механические мешалки.

На поверхность почвы полимеры наносят поливочными машинами, тракторными опрыскивателями и дождевальными установками.

Применение 1%-ного раствора полиакриламида на дерново-подзолистой почве увеличило количество структурных агрегатов размером более 0,25 мм с 40—42 до 58—66 % (Н. П. Поясов, 1962). В случае внесения полиакриламида и гидролизованного полиакрилнитрила в норме 0,01 % от массы почвы содержание водопрочных агрегатов размером более 0,25 мм в дерново-подзолистой почве повышалось с 15,8—16,1 до 29,6—34,4 %, а в оподзоленной пылевато-суглинистой — с 24,8—26 до 48,2—51,3 % (В. А. Рябокляч, 1963). Под влиянием полимеров в почве заметно возрастало содержание агрегатов размером более 1 мм.

В колхозе «Бируинца» Страшенского района Молдавской ССР на обыкновенном слабоэродированном суглинистом черноземе без обработки его полимерами в слое 0—10 см водопрочных агрегатов размером более 0,25 мм содержалось 41 %, в том числе более 1 мм — 4 %, а в случае внесения 600 кг/га полиакриламида количество водопрочных агрегатов размером более 0,25 мм увеличилось до 48 %, в том числе более 1 мм — до 21 %. На экспериментальной базе «Иванча» Оргеевского района той же республики в выщелоченном тяжелосуглинистом слабоэродированном черноземе без обработки его полимерами водопрочных агрегатов размером более 0,25 мм насчитывалось 40 %, а после внесения 350 кг/га полимера К-4 — 59 %, при этом содержание агрегатов размером более 1 мм возросло с 14 до 35 %.

Степень оструктуривания почв полимерами зависит, с одной стороны, от свойств самих почв, а с другой —

от типа полимера, а также от нормы и способа его внесения в почву. Влияние почвенных условий на структурообразующую способность полимеров обусловливается реакцией почвенной среды, механическим составом, степенью распыленности и другими свойствами почвы. Установлено, что структурообразующее действие полиакриламида с увеличением кислотности почв снижается, а с увеличением их щелочности — повышается. Поскольку взаимодействие полимеров с почвенными частицами носит поверхностный характер, то с увеличением удельной поверхности почвы возрастает структурообразующий эффект полимеров.

Положительное влияние полимеров на почву зависит от нормы их внесения. На слабо- и среднесмытых тяжелосуглинистых черноземах при использовании полимера К-4 в норме 0,005 % от массы почвы количество водопрочных агрегатов увеличивалось на 4 %, 0,01 % — на 8 % и 0,03 % — на 16 % (Т. Б. Махлин, 1966). С нарастанием нормы внесения полиакриламида (0,005; 0,01; 0,05; 0,1; 0,2 и 0,5 % от массы почвы) содержание водопрочных агрегатов в сероземе повышалось соответственно на 17,2; 24,9; 77,1; 94,4; 98,3 и 99,7% (Н. С. Попова, 1967). В этих исследованиях выявлена очень высокая структурообразующая способность полимеров. Так, внесение полиакриламида в норме 0,1 % увеличивало количество водопрочных агрегатов в темно-каштановой почве в 20 раз, в светло-каштановой — в 44 и в обыкновенном сероземе — в 135 раз. Еще более эффективным оказался полимер К-4.

В результате использования полимеров снижается плотность, увеличивается скважность и влагоемкость, значительно повышается водопроницаемость почв. Например, после использования 1 %-ного раствора полиакриламида скорость впитывания воды в дерново-подзолистую почву возросла примерно в 3 раза, в карбонатный легкосуглинистый чернозем — в 2 раза. На почвах, обработанных полимерами, после дождя корка обычно не появляется. В оструктуренных почвах, как правило, бывает больше влаги.

Увеличение противоэрозионной устойчивости почв в случае внесения полимеров приводит к уменьшению стока и эрозии.

В наших исследованиях, проведенных в колхозе «Би-

руинца» Страшенского района Молдавской ССР на слабоэродированном суглинистом черноземе (склон 8°), в варианте без применения полимеров сток от двух ливней составил 9,8 мм, смыв почвы — 12,1 т/га, а при использовании полиакриламида (600 кг/га) — соответственно 2,2 мм и 2,7 т/га.

В других исследованиях, проведенных в ОПХ «Иванча» Оргеевского района Молдавской ССР на тяжелосуглинистом выщелоченном слабосмытом черноземе

ТАБЛИЦА 96. Сток и смыв почвы на площадках с внесением и без внесения полимеров (ОПХ „Иванча" Оргеевского района Молдавской ССР)

Год	Полимер и норма его внесения в почву, кг/га	Дата	Слой осадков, мм	Без внесения полимеров		С внесением полимеров	
				сток, мм	смыв, т/га	сток, мм	смыв, т/га
1963	Полиакрила —	23.06	19,0	3,3	2,8	0,4	0,2
	мид, 600	16.07	23,3	6,6	9,3	1,8	2,5
1964	К-4, 350	20.06	22,5	1,6	5,9	1,3	2,2
		17.06	21,5	0,9	0,6	—	—
		19.07	12,8	1,5	2,1	—	—
		10.08	20,0	1,8	5,2	0,6	0,6
		22—23.09	61,4	0,7	0,8	0,7	0,9
1966	К-4, 350	3.07	11,4	0,9	1,0	—	—
		25.02	5,1	0,4	0,1	—	—
		26.02	6,7	0,2	0,1	—	—
		6.08	20,3	2,9	11,2	0,5	0,1
		18.09	18,1	3,1	1,9	2,3	0,9

(склон 8°), сток от 12 дождей на площадках по 400 м² в вариантах с применением полимеров в среднем за четыре года оказался в 3, а смыв почвы — в 4 раза меньше, чем на контроле (табл. 96). Следовательно, при внесении полимеров смыв почвы снижался значительно больше, чем сток, что обусловлено увеличением противоэрозионной устойчивости почв.

Украинским НИИ защиты почв от эрозии в совхозе «Ударник» Лутугинского района Ворошиловградской области на обыкновенном слабосмытом тяжелосуглинистом черноземе изучалась эффективность внесения в почву полиакриламида перед весенним боронованием почвы в нормах 100, 200 и 300 кг/га. Установлено, что приме-

нение этого полимера значительно повышает водопрочность агрегатов и противоэрозионную устойчивость почв. В случае внесения в почву 100 кг/га полиакриламида количество агрегатов размером более 1 мм возросло с 4,8 до 26,8 %, 200 кг/га — до 39 %. При использовании 100 кг/га его фильтрация воды повышалась в 2,5 раза, 300 кг/га — в 5—6 раз. Поверхностный сток снижался при этом соответственно на 43,4 и 177 %, а смыв почвы уменьшался в 6—8 раз (Е. Ю. Полякова, 1978).

На бурых лесных почвах и желтоземах Краснодарского края при изучении структурообразующей способности полиакриламида (ПАА) и гидролизованного полиакрилнитрила (ГПАН) выявлено, что в случае обработки почвы полимерами содержание водопрочных агрегатов диаметром 1—5 мм возросло на 21—25 %, а агрегатов размером более 0,25 мм — с 62—75 до 94—95 %. Лучшим структурообразователем для субтропических почв оказался ГПАН в норме 450 кг/га. В случае использования полимеров отмечено резкое уменьшение заплывания почв и образования почвенной корки. Применение структурообразователей стабилизировало плотность почвы при сохранении благоприятной для растений пористости. Различие в плотности между оструктуренной и неоструктуренной почвой особенно четко проявлялось после ливней. Так, бурая лесная почва на контроле уплотнилась до 1,41 г/см^3, а в варианте с применением полимера ГПАН в норме 450 кг/га — до 1,17 г/см^3, желтозем слабооподзоленный — соответственно до 1,47 и до 1,21 г/см^3. Вследствие более высокой водопрочности агрегатов и более низкой плотности почвы после оструктуривания создавались благоприятные условия для впитывания влаги почвы. Средняя скорость впитывания воды бурой лесной почвой возросла с 0,94 до 2,04 мм/мин, а желтоземом — с 0,88 до 1,78 мм/мин. Под влиянием оструктуренности резко снизился смыв почвы. Так, с увеличением крутизны склона с 5 до 20° смыв обработанной полимерами бурой лесной почвы уменьшился в 5—8 раз, а желтозема — в 4—6 раз. Оструктуренные полимерами почвы лучше накапливали и сохраняли влагу. Увеличение количества влаги в почве в данном случае является следствием лучшего впитывания воды и снижения испарения. Запасы влаги в метровом слое бурой лесной почвы, оструктуренной ГПАН, превышали запасы

влаги на контроле на 33,7 мм, а в метровом слое желтозема — до 24,6 мм. В течение всего вегетационного периода количество влаги в оструктуренной почве было выше, чем на контроле (В. К. Козин, 1976).

Высокая эффективность применения структурообразователей на бурых лесных почвах Черноморской зоны РСФСР была установлена и в других исследованиях. При использовании поликомплекса ПАК+ПЭИ (полиакриловая кислота + полиэтиленимин), лигнинполимерного препарата № 84 и акрилатно-лигнинсульфонатного структурообразователя АЛС-120 выявлено, что ПАК + ПЭИ и АЛС-120 укрупняют агрегаты бурых лесных эродированных почв, увеличивают сцепление между агрегатами и водопрочность структуры, препятствуют заплыванию почв и образованию корки на поверхности почвы. Максимальный эффект получен при внесении в почву ПАК+ +ПЭИ в норме 200 кг/га и АЛС-120 — 400 кг/га. Смыв бурой лесной сильноэродированной почвы после обработки ее полимерами уменьшался на 80 % (58 т/га). В результате в почве сохранялось более 1,4 т/га гумуса и 1,1 т/га NPK (Е. Г. Дизенгоф, 1981).

Следует отметить, что улучшение в результате окультуривания скважности и аэрации тяжелых почв, распространенных в районах с избыточным увлажнением,— важный фактор повышения их плодородия.

По данным исследований Института почвенного плодородия в Гронингене (Нидерланды), при использовании структурообразующих веществ вследствие увеличения содержания воздуха в почве до 15 % (контроль — 3 %) урожай зерна возрос на 25 %.

Внесение полимеров активизирует биологическую активность почвы. В исследованиях Украинского института физиологии растений при обработке дерново-подзолистых почв полиакриламидом (0,01 % от массы почвы) количество бактерий увеличивалось примерно в 3 раза, сополимером VIII (1 %) — в 8—10 раз, количество грибов — соответственно в 7—20 и 2—17 раз. Вероятно, это один из факторов структурообразующего влияния на почву полимеров. В других исследованиях (Н. И. Роговская, 1967) установлено также, что при обработке почвы полимерами усиливалась активность микроорганизмов-нитрификаторов, в результате чего в 2—3 раза повышалось содержание нитратов в почве. Полимеры положи-

тельно влияли на развитие азотобактера, играющего важную роль в фиксации азота атмосферы. При внесении полимеров наблюдалось также увеличение содержания в почве уксуснорастворимого P_2O_5 (С. С. Гордиенко, 1963).

Таким образом, применение полимеров усиливает биологическую активность почв, повышает содержание в почве элементов питания, доступных для растений, что в конечном счете положительно сказывается на вегетации сельскохозяйственных культур и их урожайности.

Обработка дерново-подзолистых почв полиакриламидом в норме 0,01 % от массы почвы способствовала повышению урожая зеленой массы суданской травы на 7—15 % и семян сои — на 9—12 % (С. С. Гордиенко, 1963). Применение полиакриламида в норме 0,2 % от массы почвы на предкавказском черноземе увеличивало урожайность озимой пшеницы на 42 %, кукурузы — на 26 и зерновых бобовых культур — на 32 % (Н. Г. Грибкова, 1964). На типичных черноземах Молдавии в случае внесения в почву этого полимера прибавка урожая зерна кукурузы равнялась 4,5—9,9 ц/га (Н. И. Роговская, 1967). В исследованиях Украинского НИИ защиты почв от эрозии, проведенных на слабосмытом тяжелосуглинистом черноземе, при использовании 100 кг/га полиакриламида прибавка урожая зерна озимой пшеницы составила 5,5 ц/га, 300 кг/га — 9,5 ц/га, кукурузы на силос — соответственно 11,1 и 47,3 ц/га (Е. Ю. Полякова, 1978). В случае применения полимера ГПАН в норме 450 кг/га на бурых лесных почвах Краснодарского края урожайность кукурузы возросла на 16,9 ц/га (28,8 %), винограда — на 24,9 (23,8), мандаринов — на 55,2 ц/га (на 27,6 %).

Использование полимеров имеет весьма большое значение для предотвращения и уменьшения ирригационной эрозии, а также для повышения продуктивности орошаемых эродированных сероземов.

В Самаркандской области препарат К-4 разбрызгивают в виде эмульсии (соотношение с водой 1 : 10) плоским веером по поверхностному слою почвы дна поливных борозд. Для этого используют приспособление ПГС-2,4, навешенное на культиватор. На участках с большим уклоном (0,07) при длине борозд 160 м и междурядьях хлопчатника 60 см препарат вносили в почву в норме 10 и 25 кг/га д. в. Как видно из таблицы 97,

ТАБЛИЦА 97. Влияние полимера К-4 на величину ирригационной эрозии

Норма внесения полимера, кг/га	Оросительная норма, м³/га			Процент сброса			Твердый сток, г/л		
	величина струи, л/с								
	0,2	0,1	0,05	0,2	0,1	0,05	0,2	0,1	0,05
Контроль	6320	6715	7228	25,0	19,5	19,5	35,4	21,3	14,2
10	6740	6955	7100	15,8	14,7	11,4	3,2	1,1	0,7
25	6533	6854	7520	21,0	12,1	12,1	3,8	1,3	0,8

в случае применения этого структурообразователя ирригационная эрозия уменьшилась в 10—20 раз. Кроме того, использование полимера позволило применять более сильные поливные струи и проводить полив по длинным бороздам.

Высокая эффективность применения полимеров в борьбе с ирригационной эрозией установлена в Ташкентской области. При этом полимеры в одинаковых нормах использовали перед первым, вторым и третьим поливами в виде ленты шириной 10—12 см путем смачивания дна борозд без последующего перемешивания почвы. Влияние внесения полимеров К-4 и К-9 в различных нормах на увеличение содержания водопрочных структурных агрегатов более 0,25 мм в типичном сероземе, уменьшение смыва почвы и повышение урожайности хлопчатника показано в таблице 98.

Как видно из таблицы 98, при использовании препаратов К-4 и К-9 количество водопрочных структурных агрегатов возросло в 20—25 раз, смыв почвы снизился в 8—12 раз, а урожай хлопка-сырца увеличился на 5—8 ц/га (Р. Саатов, 1967). С повышением нормы внесения препаратов значительно возрастала их противоэрозионная эффективность. Поэтому в случае увеличения крутизны склонов и поливной струи рекомендуется применять повышенные нормы препаратов К-4 и К-9. С учетом стоимости прибавки урожая, издержек производства, связанных с применением полимеров, на каждый рубль затрат в среднем за два года был получен сле-

ТАБЛИЦА 98. Влияние внесения полимеров на водопрочность структуры, ирригационный смыв почвы и урожайность хлопчатника (уклон участка 0,095, величина поливной струи — 0,06—0,07 л/с)

Вариант опыта	Количество водопрочных агрегатов, %	Смыв почвы за три полива, т/га	Урожай хлопка-сырца, ц/га	
			всего	прибавка
Контроль	2	80,0	27,5	—
К-4, 45 кг/га	34	11,3	32,6	5,1
К-4, 60 кг/га	45	9,5	35,7	8,2
К-4, 90 кг/га	48	4,4	33,7	6,2
К-9, 60 кг/га	40	9,8	35,7	8,2
К-9, 120 кг/га	54	6,6	34,4	6,9

дующий доход: от К-4 в норме 45 кг/га — 1 р. 35 к. и 60 кг/га — 1 р. 26 к., от К-9 в норме 60 кг/га — 2 р. 36 к. и 120 кг/га — 1 р. 37 к. Таким образом, при использовании К-4 и К-9 доход от дополнительной сельскохозяйственной продукции составил в среднем 1,3—2,3 руб. на 1 руб. затрат. Кроме того, применение полимеров позволило на 17—30 % уменьшить потери воды на сброс.

На основании почти двадцатилетних исследований по определению эффективности полимерных структурообразователей К-4 и К-9 на орошаемых типичных сероземах установлено (К. П. Паганяс, 1980), что бесструктурность сероземов, их склонность к уплотнению, коркообразованию, а также к смыву и размыву снижают эффективность использования растениями минеральных удобрений и воды, что в конечном счете отрицательно сказывается на урожайности хлопчатника. Создание водопрочной макроструктуры с помощью полимеров оптимизирует основные почвенные условия жизни растений и способствует получению максимального количества продукции высокого качества при наименьших затратах труда и средств. Поверхностный макроструктурный слой почвы усиливает процессы накопления влаги во всем корнеобитаемом слое, обеспечивает хороший воздухообмен, сокращает потери нитратов, обеспечивает благоприятное их распределение в корнеобитаемой зоне, уменьшает механическое сопротивление появлению всходов хлопчатника.

Таким образом, для предотвращения ирригационной эрозии и создания оптимальных условий для вегетации растений хлопчатника на поверхности дна поливных борозд перед поливом важно создавать особый слой путем смачивания почвы раствором полимера без последующего перемешивания с почвой.

Высокая противоэрозионная эффективность полимеров на орошаемых темно-каштановых почвах выявлена в Алма-Атинской области (Н. С. Попова, Н. С. Митрофанова, 1970). Применение полимеров К-4 и полиакриламида в норме 0,05—0,1 % от массы почвы увеличивало количество водопрочных агрегатов в 1,5—2 раза, значительно повышало скорость впитывания воды, способствовало более длительному сохранению влаги в пахотном слое, усиливало деятельность нитрифицирующих бактерий, резко сокращало проявление ирригационной эрозии и повышало урожайность возделываемых культур в сравнении с контролем.

С целью защиты почв от эрозии используют также латексы и их смеси с минеральными маслами. Для получения латексов применяют многокомпонентные смеси, содержащие воду; мономеры, эмульгаторы, соли и другие вещества. Изменение типа и соотношения мономеров позволяет регулировать состав полимеров в латексе, а изменение количества и типа эмульгаторов, а также количества минеральных солей — размеры частиц и другие коллоидно-химические свойства латексов (И. Б. Ревут, Г. Л. Масленкова, И. А. Романов, 1973).

В латексы можно вводить эмульсии технического масла. Это улучшает их технологические свойства при нанесении на почву, повышает гидрофобность последней и способствует уменьшению испарения почвенной влаги.

Латексы, а также их смеси с минеральными маслами способствуют повышению прочности и водопрочности почвенных агрегатов. В местах контакта с частицами почвы препараты образуют перемычки из каучука. При добавлении к латексу эмульсии вазелинового масла водопрочность почвенных агрегатов определяется не только склеиванием, но и гидрофобизацией поверхности почвенных агрегатов.

Водопрочность почвенных агрегатов в случае применения латекса СКС-50ПГ, по данным исследований, оказалась ниже, чем при использовании латекса СКС-65ГП.

ТАБЛИЦА 99. Влияние латексов, эмульсии вазелинового масла и их смесей на водопрочность агрегатов дерново-подзолистой почвы

Структурообразователь	Норма, % от массы почвы		Содержание водопрочных агрегатов, %		
	латекса	масла	7—1 мм	1—0,25 мм	сумма агрегатов >0,25 мм
Латекс СКС-65ГП	0,1	—	28,1	11,2	39,3
То же	0,2	—	46,5	8,7	55,2
Латекс СКС-50ГП	0,1	—	23,4	11,6	35,0
То же	0,2	—	46,6	5,6	52,2
Эмульсия вазелинового масла	—	1,0	31,2	7,0	38,2
Смесь латекса с эмульсией вазелинового масла (1 : 1)	0,1	0,1	50,6	13,2	63,8
Смесь латекса с эмульсией вазелинового масла (1 : 5)	0,1	0,5	54,6	12,4	67,0
Контроль (вода)	—	—	—	10,0	10,0

Однако при добавлении к СКС-65ГП эмульсии вазелинового масла водопрочность почвенных агрегатов повышалась почти в 2 раза. С увеличением нормы эмульсии эффективность смеси возрастала (табл. 99).

Латекс СКС-65ГП характеризуется большей противоэрозионной эффективностью, чем латекс СКС-50ПГ, поскольку в нем содержится больше стирола (65 % вместо 50 % у СКС-50ПГ). Смеси латекса СКС-65ГП с эмульсией вазелинового масла придают почве высокую устойчивость.

Противоэрозионную эффективность дивинил-стирольного латекса СКС-65ГП изучали на бурых лесных почвах и желтоземах Ставропольского края. Применение латекса на желтоземе (склон 15°) привело к снижению коэффициента стока с 0,7 до 0,45 и смыва почвы — с 327 до 55 т/га (В. К. Козин, 1976). Использование латекса на бурых лесных почвах уменьшило смыв почвы в случае выпадения ливней на 74—95 %. Максимальный эффект получен от применения латекса в норме 400 кг/га (Е. Г. Дизенгоф, 1981).

Важнейшее условие повышения продуктивности и противоэрозионной устойчивости кислых почв на склонах — их известкование.

Многочисленными исследованиями выявлено, что на известкованном фоне значительно повышается эффективность минеральных удобрений, создаются условия для образования гумуса и прочной структуры почвы, активизации биологических процессов, устраняется токсическое действие на растения обменного алюминия. Все это способствует не только увеличению урожаев, но и улучшению качества получаемой продукции, в частности повышению содержания белка в зерне.

По обобщенным данным ВИУА, внесение в дерново-подзолистые почвы от 2 до 8 т/га известковых материалов обеспечивает следующие прибавки урожаев сельскохозяйственных культур: зерна пшеницы — 3—6 ц/га, ячменя — 3—5, озимой ржи — 2—4, яровой пшеницы — 2—3, сена многолетних трав (клевера с тимофеевкой) — 15—27, корнеплодов сахарной свеклы — 40—90 ц/га. Эффективность минеральных удобрений, внесенных под озимую пшеницу при известковании кислых почв, повышается на 120—130 %, под ячмень — на 110—200, под клевер — на 140—590, под картофель — на 130—290 % (В. Н. Стрельников, 1978).

В исследованиях ВНИИ кормов на участке с дерново-подзолистыми почвами без удобрений и известкования почв урожай сена люцерны составил 25 ц/га, при использовании $N_{45}P_{120}K_{120}$ — 43, а в случае внесения удобрений и извести — 93 ц/га (М. А. Смурыгин, Д. А. Алтунин, 1981). Урожайность ржи на дерново-подзолистых почвах при pH 4,47 равнялась 9,1 ц/га, при известковании до pH 5,4—17,9, pH 6,6—27,6 ц/га (Т. Н. Кулаковская, 1982). Применение минеральных удобрений обеспечивало дальнейший рост урожайности культур только на известкованном фоне.

Для снижения кислотности почв наряду с известью применяют доломитовую муку. Так, в Пензенской области при использовании 5 т/га доломитовой муки pH почвенного раствора увеличилась с 4,5—5 до 5—5,6. В результате прибавка урожая зерна ячменя и овса составила 3,6—4 ц/га, а зеленой массы кукурузы 83 ц/га (В. Ф. Нижегородцев, 1980).

В Эстонии для снижения кислотности почв использу-

ют золу, остающуюся после сжигания сланцевой смолы. Прибавка урожая зерновых на дерново-подзолистых почвах достигает при этом 2—3 ц/га.

Следует отметить, что подкисление почв иногда бывает обусловлено применением физиологически кислых минеральных удобрений. В связи с тем что на смытых почвах применяют удобрения в повышенных нормах, то здесь может иметь место и повышенный эффект подкисления почв. Поэтому важно следить за реакцией почвенного раствора смытых почв и своевременно снижать кислотность путем внесения в почву извести, доломитовой муки либо других мелиорантов. В частности, для этих целей иногда используют дефекационную грязь — отход сахарных заводов.

Периодическое применение на кислых почвах известковых материалов позволяет поддерживать положительный баланс кальция, а при внесении доломитовой муки — и магния. Эти элементы вымываются из почвы фильтрующими водами, выносятся из нее с поверхностным стоком вод и смываемой почвой, а также отчуждаются с урожаем возделываемых культур. Известкование кислых почв улучшает их физические свойства, создает благоприятные условия для развития микроорганизмов и перевода труднодоступных для растений элементов питания в доступные для них формы. Все это обеспечивает хорошее развитие растений на эродированных почвах и вместе с тем увеличивает противоэрозионную устойчивость почв.

Вследствие большой пестроты в степени эродированности почвенного покрова склонов нередко наблюдается и пестрота почв по степени кислотности. При слабой и средней эродированности дерново-подзолистых почв кислотность их обычно увеличивается, а при сильной — уменьшается. Плодородие таких почв на склонах выравнивают путем дифференцированного внесения извести. Поскольку осуществить это бывает весьма сложно, применяют обычно усредненные нормы внесения известковых материалов. Следует отметить, что излишнее внесение извести может оказаться вредным. В частности, оно может снизить содержание доступных для растений форм ряда микроэлементов. Поэтому в Литве, например, в случае известкования эродированных дерново-подзолистых почв нормы внесения извести опреде-

ляют по средней гидролитической кислотности рабочих участков склонов (А. И. Шведас, 1974).

Склоны часто бывают покрыты солонцами с весьма неблагоприятными физическими свойствами. На таких склонах вследствие очень низкой водопроницаемости солонцов формируется большой сток, вызывающий сильную эрозию. Разнообразие солонцовых почв по мощности гумусового слоя, степени и типу засоления, глубине залегания природных мелиорантов (карбонатов кальция, гипса) и другим свойствам требует дифференцированного подхода к их освоению.

В настоящее время в стране широко применяют три метода мелиорации солонцов: химический (внесение сыромолотого гипса, извести, глиногипса или отходов некоторых отраслей промышленности: фосфогипса, дефеката, отработанной серной кислоты, железного купороса, шламов и др. на фоне отвальной или безотвальной обработки почв); комплексный агробиологический (глубокая мелиоративная вспашка, приемы, направленные на накопление и сохранение влаги в почве, выращивание солеустойчивых культур, применение минеральных и органических удобрений) и агротехнический (обработка почвы путем фрезерования верхнего надсолонцового слоя на 8—15 см и последующего безотвального рыхления нижнего солонцового и подсолонцового слоев на глубину 30—35 см).

Внесение химических мелиорантов в солонцовые почвы способствуют повышению их водопроницаемости и улучшению других агрофизических свойств, вследствие чего уменьшаются склоновый сток и эрозия. При этом за счет кальция, фосфора, серы и других элементов в таких почвах улучшается состав катионов, что ведет к улучшению условий питания растений и увеличению почвозащитной способности растительного покрова. При этом растения наращивают мощную корневую систему, что также повышает плодородие и вместе с тем противоэрозионную устойчивость почв. Внесение гипса в норме 10—12 т/га на луговых солончаковых корковых и мелких многонатриевых солонцах Западной Сибири обеспечивает увеличение урожая зерна ячменя и яровой пшеницы на 2,5—3,6 ц/га при урожае без гипсования 3,3—4,8 ц/га (Н. П. Панов, И. Г. Цюрупа, 1980). Подобные примеры можно привести и по другим регионам.

Химизация на склоновых землях и охрана окружающей среды от загрязнения

Учитывая специфические условия склоновых земель, связанные с формированием стока выпадающих осадков, а также с эродированностью почвенного покрова, вопросы химизации на склоновых землях важно рассматривать непременно в аспекте охраны окружающей природной среды.

В условиях абсолютного преобладания склоновых земель минеральные удобрения, химические средства борьбы с сорняками, вредителями и болезнями, а также биостимуляторы роста сельскохозяйственных культур необходимо применять с таким расчетом, чтобы удобрения, химические и биологические препараты дали максимальный эффект и не были смыты склоновым стоком.

В частности, вызывает серьезные опасения, которые не лишены оснований, поверхностное разбрасывание минеральных удобрений, а также других химических препаратов на склоновых землях с помощью авиации. Этим способом выполняют 33 % общего объема работ по химизации земледелия, причем ранневесеннюю подкормку зерновых культур — более чем на 80 % (Е. И. Рязанов, 1980).

Применение удобрений ранней весной с помощью авиации имеет безусловные организационно-хозяйственные преимущества, однако важно учитывать и тот вред, который несет этот способ внесения удобрений на склоновых землях. Особую тревогу вызывает внесение на склонах азотных удобрений по снегу. Очень часто они полностью сносятся стоком.

По данным Центральной экспериментальной исследовательской лаборатории химизации сельского хозяйства, в 1976 г. в Солнечногорском районе Московской области на склоне 3—4° юго-восточной экспозиции при поверхностной азотной подкормке посевов озимой пшеницы по снегу с талыми водами (поверхностный сток равнялся 80—90 %) было вымыто от 19,5 до 33,6 кг/га нит-

ратного и аммиачного азота. Потери азота из аммиачной селитры составили 19—38 % от внесенной нормы (70 кг/га д. в.). В исследованиях, проведенных в учхозе ТСХА «Михайловское» Московской области, в 1972 г. в случае поверхностного внесения аммиачной селитры (136 кг/га д. в.) потери азота с талыми водами равнялись 69,8 кг/га, или почти 50 %. В одном из опытов было установлено, что урожай зерна озимой пшеницы на делянках с внесением азота по снегу оказался таким же, как и на делянках без подкормки. По данным Смоленской опытной станции ВИУА, на эродированных дерново-подзолистых почвах склонов при внесении по снегу полного минерального удобрения ($N_{60}P_{60}K_{60}$) потери основных элементов питания, внесенных с удобрением, составили более 50 %. Здесь также был отмечен случай, когда урожайность озимой пшеницы при использовании удобрений по снегу осталась на уровне контроля (В. Г. Осипов, В. Е. Явтушенко, 1978).

Вследствие большого сноса аммиачных удобрений со склонов наблюдается загрязнение водоемов. Так, по данным Костромской лесной опытной станции, в каждом литре паводковых вод содержится, как правило, 20—30 мг аммиачного азота и около 500 мг плотного остатка, состоящего из вредных для гидробиологического режима веществ. Попав в водоемы, нитраты вызывают бурный рост водорослей и микроорганизмов, в том числе ядовитых. Водоросли, развиваясь, поглощают большое количество кислорода и при отмирании загрязняют водоемы. Метан и сероводород, накопившись в избытке, а также дефицит кислорода в воде приводят к гибели рыбы и других обитателей водоемов (А. В. Фисюнов, 1981).

Следует также отметить, что при интенсивном снеготаянии и сильных ливнях со склоновым стоком сносится большое количество фосфорных, калийных удобрений и хлора. Попав в водоемы, они тоже приводят к тяжелым последствиям.

С большой осторожностью необходимо подходить и к зимнему известкованию почв на склонах, поскольку и в этом случае значительное количество известковых материалов сносится склоновым стоком.

Многочисленными научными учреждениями доказано, что замена поверхностного внесения удобрений за-

делкой в почву на глубину 10; 20 и 30 см предотвращает их снос со склоновым стоком и способствует значительному повышению урожайности возделываемых культур. Так, по данным ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии, в случае внесения $(NPK)_{90}$ весной по не полностью растаявшему снегу потери удобрений составили 135 кг/га д. в., осенью по мерзлой почве — 25, а при основной обработке почвы под плуг — 5 кг/га. В результате урожайность пшеницы в 1979 г. в первом и во втором вариантах оказалась соответственно на 19 и 13 ц/га ниже, чем в третьем варианте опыта (Д. Е. Ванин и др., 1981).

Многие ученые рекомендуют вносить удобрения на склоновых землях осенью под пропашные культуры на глубину вспашки, а весной под яровые колосовые на глубину 10 см. Кроме того, есть данные, свидетельствующие о целесообразности одноразового внесения удобрений под пропашные культуры. Так, на Сумской областной сельскохозяйственной опытной станции (северо-восточная часть лесостепи Украины) дробное применение минеральных удобрений в повышенных нормах под пропашные культуры не дало преимуществ в сравнении с разовым их внесением под зяблевую вспашку.

Многочисленными научными учреждениями установлено, что прогрессивным способом является локальное внесение удобрений и лишь с заделкой в почву.

По данным ВИУА, только за счет внедрения прогрессивных способов внесения удобрений страна может дополнительно получать около 19 млн. т зерна в год. Например, в хозяйствах Старокулаткинского района Ульяновской области в течение многих лет удобрения на всей площади посева озимых вносят только локальным способом, поскольку здесь убедились, что разбрасывать их по поверхности, да к тому же самолетами, при изрезанном рельефе не имеет смысла. Такое использование удобрений приносит только вред (П. Д. Попов, 1981).

Для борьбы с сорняками в нашей стране все шире применяют гербициды, особенно в связи с внедрением индустриальной технологии возделывания кукурузы на зерно, подсолнечника, клещевины, сои, сахарной свеклы, картофеля и других культур. Как показали результаты проведенных исследований, при практикуемом в на-

стоящее время сплошном послевсходовом опрыскивании посевов пропашных культур гербицидами только 20—30 % препаратов попадает на листья растений, а остальная часть их оказывается в почве. Многие гербициды в случае попадания в почву не уничтожают проростков сорняков, однако оказывают токсическое воздействие на биогеоценоз. Поэтому недопустимо проведение сплошного опрыскивания всходов пропашных культур гербицидами (А. В. Фисюнов, 1981). По мнению этого автора, индустриальную технологию возделывания пропашных культур необходимо развивать при ограниченном использовании гербицидов. При этом борьбу с сорняками в данном случае важно начинать в посевах предшественников, причем нужно отдавать предпочтение механическим способам, добиваться уничтожения сорных растений при основной обработке почвы комбинированным послойным способом и за счет биологического подавления их растениями возделываемых культур. При необходимости использования гербицидов последние важно вносить только ленточным способом с тем, чтобы разбрызгиваемые препараты попадали только на растения.

Вполне понятен тот вред, который может нанести смыв гербицидов со склонов в водоемы.

Многие ученые считают, что гербициды следует применять лишь в исключительных случаях. Необходимо изыскивать новые методы борьбы с сорняками. В частности, проводятся исследования по борьбе с сорными растениями с помощью электрического тока, например в Челябинском институте механизации и электрификации сельского хозяйства. В США в последние годы тоже получили широкое распространение разработки различных конструкций электрических опрыскивателей и полольщиков, позволяющих уменьшить необходимость применения гербицидов. Так, фирмой «Ласко» разработан и используется электрический высоковольтный импульсный агрегат контактного действия для уничтожения высокорослых сорняков на посевах низкорослых сельскохозяйственных культур — сахарной свеклы, хлопчатника, сои и др.

Бесконтрольное применение пестицидов в сельском хозяйстве уже нанесло огромный ущерб во многих странах мира. Так, интенсивное использование пестицидов в

Колумбии значительно ухудшило состояние окружающей среды. По данным Государственной службы охраны природы этой страны, зарегистрирована гибель тысяч животных различных видов, а также отмечено ухудшение состояния здоровья фермеров в районах, где проводили авиаобработки посевов пестицидами. 30 % населения в районах выращивания бананов, хлопчатника, риса страдают заболеваниями, связанными с бесконтрольным применением пестицидов.

В нашей стране принимаются многочисленные меры по охране окружающей среды от загрязнения в условиях дальнейшей интенсификации сельского хозяйства. Увеличение площади посева бобовых культур, особенно многолетних бобовых трав, позволяет без ущерба для окружающей среды улучшить баланс азота в почве. Отрабатываются биологические методы борьбы с сорняками. Так, применение личинок мухи фитомизы в южных районах страны против заразихи на подсолнечнике, табаке и овощных культурах позволяет сократить затраты труда по борьбе с сорняками в сравнении с ручной прополкой в 30 раз при значительном увеличении урожайности перечисленных культур.

В производственных условиях на больших площадях применяется биологический метод борьбы с гороховой тлей, потери урожая от которой иногда достигают 50—70 %. Например, в колхозе «Днипро» Кобелякского района Полтавской области в борьбе с тлей для привлечения полезных насекомых-амидофагов стали использовать фацелию — нектароносное растение. Ее сеют полосами шириной 30—35 м и на расстоянии 50—60 м от краев поля. Это, а также пространственная изоляция посевов гороха от посевов многолетних трав позволили снизить численность гороховой тли в 7 раз.

Для повышения урожайности бобовых культур широко используют обработку семян бактериальными препаратами. Так, в случае обработки семян сои сорта Кубань нитрагином урожай возрос с 23 до 28,3 ц/га. При этом максимальное число бобов на кусте (215) и самый высокий урожай с куста (36 г) были получены при использовании для обработки семян штамма 346 (Д. Ерматова, 1981). Многочисленными исследованиями, проведенными в Молдавии, выявлено, что при обработке семян кукурузы азотобактерином урожайность этой куль-

туры повышается на 8—14,4 % (В. И. Сабельникова, 1963). В Молдавии установлена также высокая эффективность обработки семян люцерны и эспарцета нитрагином и азотобактерином при посеве этих трав на среднеэродированных темно-серых лесных почвах (Каларашский район, склон 10—12°). Как видно из таблицы 100, прибавка урожая сена при этом равнялась 16—24 %.

В последнее десятилетие во многих странах мира стали все шире применять всевозможные биологические

ТАБЛИЦА 100. Эффективность обработки перед посевом семян люцерны и эспарцета бактериальными препаратами на среднесмытых темно-серых лесных почвах Молдавской ССР

Культура	Вариант опыта	Урожай сена за три укоса, ц/га	Прибавка урожая сена	
			ц/га	%
Эспарцет	Контроль	124,9	—	—
	Обработка семян азотобактерином	145,6	20,7	16
	Контроль	142,1		
	Обработка семян нитрагином	170,4	28,3	20
Люцерна	Контроль	102,6		
	Обработка семян нитрагином	127,8	26,2	24

методы повышения урожая. В Великобритании, Швейцарии, Франции, ФРГ и в других странах становятся популярными различные варианты биологических систем земледелия, характерной особенностью которых является механическая и термическая борьба с сорняками, отказ от химических средств защиты и минимальное использование минеральных удобрений. При этом особая роль в поддержании баланса азота в почве отводится бобовым растениям и микроорганизмам.

В ФРГ в 1980 г. на площади 0,5 % сельскохозяйственных угодий стали применять органо-биологическое и биолого-динамическое земледелие. Цель его — защита окружающей среды от загрязнения и сокращение

энергозатрат. В случае органо-биологического земледелия почву обрабатывают, как правило, неглубоко, часто без оборота пласта. Для поддержания ее плодородия на высоком уровне применяют главным образом органические удобрения (твердый и аэрированный навоз, а также компосты). Из минеральных удобрений, которые вносят в почву перед посевом культур, отдают предпочтение труднорастворимым формам: сырым фосфатам, кали-магнезии, кальциевым удобрениями. В схемах севооборотов обязательно предусматривают выращивание пожнивных, прежде всего бобовых, культур. Биолого-динамическое земледелие отличается от органо-биологического тем, что для повышения продуктивности посевов в данном случае наряду с вышеуказанными приемами используют специальные препараты, способствующие увеличению интенсивности роста растений.

Во Франции выращивание сельскохозяйственных культур без применения минеральных удобрений и химических средств защиты растений в начале 80-х годов применяли в 3 тыс. фермерских хозяйств. Здесь использовали только органические удобрения, биопестициды и другие биологические средства. В этой стране расширены исследования по разработке наиболее эффективных биологических методов повышения плодородия почв и улучшения корневого питания растений. Проводятся изыскание и селекция новых высокопродуктивных симбиотических бактерий для биологической фиксации азота на зерновых колосовых культурах.

Многие из этих направлений использования биологических мер по увеличению урожайности культур и повышению плодородия почв развиваются и в нашей стране.

Освоение малопродуктивных и бросовых эродированных земель

Вопросы почвозащитного земледелия нельзя рассматривать в отрыве от вопросов защиты почв от эрозии на природных кормовых угодьях — пастбищах и сенокосах.

Повышение продуктивности пастбищ на склонах и их защита от эрозии

В результате многолетнего неурегулированного интенсивного выпаса скота и отсутствия защиты почв от эрозии значительные площади пастбищных земель на склонах оказались эродированными. И чем больше поврежден дерновый покров, тем сильнее проявляется эрозия.

Так, по наблюдениям, проведенным в Киргизской ССР, смыв почвы со слабосбитых участков пастбищ был в 10, со среднесбитых — в 50 раз выше, чем с несбитых, а с сильносбитых — в 100 раз выше, чем со слабосбитых. Особенно эрозионноопасны склоны южной экспозиции, где растительный покров бывает обычно хуже, дерновый покров сбит больше, а почвы эродированы сильнее, чем на склонах северной экспозиции. Здесь больше сток и смыв почвы. Например, от трех ливней на склоне юго-западной экспозиции сток составлял 79 $м^3$/га, смыв — 3166 кг/га, а на склоне северо-восточной экспозиции с несколько лучшим растительным покровом — соответственно 59,2 $м^3$/га и 1901 кг/га (И. Ф. Аристов, 1966).

Часть пастбищ на склонах вследствие длительного и интенсивного выпаса утратила свое хозяйственное зна-

чение. Естественная растительность здесь представлена в основном низкопродуктивными и не поедаемыми скотом травами, среди которых много вредных и ядовитых растений. Травостой сильно изрежен, степень покрытия им почвы иногда составляет 30—50 %. Нередко травяной покров исчезает ранним летом и на склоне обнажаются рыжие пятна смытых почв, многочисленные скотобойные тропы, промоины. Лишь в наиболее благоприятные годы на таких склонах удается получить 5—8 ц/га сена. В обычные годы урожай его едва достигает 2—3 ц/га.

Для того чтобы повысить продуктивность пастбищных земель на склонах и защитить их от эрозии, необходимо осуществлять комплекс организационно-хозяйственных мероприятий: введение почвозащитных пастбищеоборотов с организацией загонного выпаса скота, строгое соблюдение сроков начала и конца стравливания, нормированный выпас скота с относительно меньшей нагрузкой на смытых почвах с изреженным травостоем, а также с временным выключением отдельных сбитых и эродированных участков для «отдыха».

Большие площади пастбищных земель на склонах нуждаются в поверхностном и коренном улучшении.

Поверхностное улучшение проводят на склонах с относительно благоприятными экологическими условиями, где продуктивность кормовых угодий можно повысить без коренной мелиорации. Кроме того, поверхностное улучшение применяют в том случае, если условия рельефа или близость коренных пород не позволяют проводить вспашку.

На тех склонах, где ценные кормовые травы сильно выбиты, проводят подкормку растений и временно прекращают выпас скота, пока травостой не восстановится. Там, где ценные кормовые травы полностью выпали из травостоя и где по условиям рельефа нельзя провести коренное улучшение, травостой улучшают подсевом семян трав во взрыхленную дернину.

Развитию растений способствует подкормка. Успех залужения склонов балок по дискованной дернине в большой мере зависит от погодных условий, мощности и состава дернины.

В Полтавской области при интенсивном («дочерна») дисковании пырейно-разнотравных и типчаково-разнотравных пастбищ с подсевом бобово-злаковых смесей

урожай сена повышался в 3—4 раза. Так, на склоне 14° со слабо- и сильносмытыми почвами после посева травосмеси, состоящий из костреца безостого, пырея бескорневищного, люцерны и эспарцета, кострец безостый занял преобладающее место в травостое и в увлажненные годы давал высокие урожаи. На склонах с сильносмытыми почвами залужение по дискованной дернине полынково-типчакового пастбища дало худшие результаты (В. А. Черкасова, 1976).

Одна из основных причин почвенной засухи на эродированных пастбищных землях — высокая плотность и весьма малая инфильтрация эродированных почв, вследствие чего большое количество выпадающих осадков стекает со склонов.

Учитывая низкий качественный состав травостоя пастбищ на склонах с плотным эродированным почвенным покровом, весьма малую кормовую продуктивность таких пастбищ, особенно в зонах с неустойчивым и недостаточным увлажнением, их мелиорацию проводят, как правило, путем **коренного улучшения.** После вспашки пастбищных склонов резко увеличивается водопроницаемость и влагоемкость почв, что создает условия для уменьшения стока осадков и накопления влаги в почве.

В Воронежской области урожай трав по вспашке в среднем за пять лет составил 62,5 ц/га, а по многократному дискованию — 48,6 ц/га (В. А. Овчинников, 1966). В Ростовской области по дискованию в три следа было получено 64 ц/га зеленой массы, по неглубокой (на 14 см) обработке почвы с оборотом пласта — 110 и по вспашке плугом с предплужниками на 22 см — 130 ц/га.

О преимуществах залужения склонов по распаханной дернине в сравнении с дискованной в засушливых районах степной зоны свидетельствуют результаты исследований, проведенных во ВНИИ кукурузы (табл. 101).

В различных почвенно-климатических условиях для посева на склонах важно применять наиболее подходящие травосмеси. В лесной зоне и на северных склонах лесостепной зоны целесообразно сеять клевер луговой (красный) и ползучий (белый), люцерну синюю, кострец безостый, овсяницу луговую, тимофеевку луговую, мятлик луговой, в центральных и южных районах лесостепной зоны — люцерну синюю, эспарцет, кострец безостый, житняк, овсяницу луговую, райграс высокий; в

ТАБЛИЦА 101. Сравнительная эффективность залужения склонов по распаханной и дискованной дернине (по данным Хмары, 1966)

Способ залужения	Опытные станции			
	Синельниковская	Эрастовская	Жеребковская	Измаильская
	Средний урожай сена (ц/га) за период			
	9 лет	5 лет	4 года	3 года
По распаханной дернине	22,2	23,3	26,4	20,7
По дискованной дернине	13,1 (за 5 лет)	11,7	18,6	13,2

степной зоне — люцерну желтую и синюю, эспарцет, донник, житняк, кострец безостый, кострец прямой, пырей средний. Наилучшими для залужения склонов (И. В. Ларин, 1964) являются травосмеси, включающие два вида бобовых и два —злаковых трав (причем один из них корневищный злак).

Принимая во внимание своеобразие экологических условий на склонах — более сухие и бедные питательными веществами почвы, а также более суровый микроклимат, здесь высевают обычно травосмеси, состоящие из засухоустойчивых и морозоустойчивых трав. Они должны отличаться большим долголетием, способностью создавать сомкнутый травостой и прочную дернину, устойчивую к смыву и выпасу скота.

Чем суше склон и беднее элементами питания почва, тем больший удельный вес в травосмеси должны занимать такие засухоустойчивые и менее требовательные к условиям произрастания виды, как житняк (на юге) и эспарцет, и меньший — люцерна и кострец безостый. Желтые и желтогибридные сорта люцерны обычно менее требовательны к условиям произрастания, чем синие и синегибридные, поэтому их с большим успехом можно использовать в травосмесях на склонах (В. А. Черкасова, 1962; И. А. Скачков, 1965).

В Ростовской области нормы высева семян всех видов многолетних трав при залужении склонов увеличивают на 30—40 % в сравнении с нормами, принятыми

для полевого травосеяния в равнинных условиях рельефа.

На эродированных пастбищных склонах в засушливых зонах дернина отличается весьма небольшой мощностью и разреженностью, поэтому здесь в большинстве случаев отсутствует необходимость выращивать однолетние культуры перед посевом многолетних трав. Однако перед повторным залужением склона в течение одного года или двух лет применяют обычно возделывание однолетних культур, что способствует разложению растительных остатков и хорошей подготовке почвы под последующий посев многолетних трав.

Установлена (В. А. Черкасова, 1976) высокая эффективность многократного залужения одних и тех же склонов крутизной до 14° с темно-серой лесной слабо- и среднесмытой почвой. Результаты исследований, которые длились 28 лет, показали, что четырехкратное залужение склонов позволило ежегодно получать в среднем 47,9 ц/га сена, или почти в 5 раз больше, чем с естественного травостоя. При этом чистый доход с 1 га составил в среднем за 28 лет 75,72 руб. (табл. 102).

Несмотря на то что растительность на эродированных склонах очень скудная, тем не менее на распаханных полосах появляется обычно много сорняков. Поэтому до посева многолетних трав почву целесообразно содержать под паром, тщательно очищая ее от сорной растительности.

Многочисленными исследованиями доказаны большие преимущества летнего посева многолетних трав в сравнении с весенними в засушливых районах страны. Здесь наиболее надежны беспокровные посевы многолетних трав. Так, на смытых каштановых и светло-каштановых почвах Волгоградской области покровные посевы многолетних трав дают урожай в 2—10 раз меньше, чем беспокровные, а чаще всего в первый год жизни они полностью выпадают (Л. С. Кальянов, 1966).

В Центрально-Черноземной зоне оптимальный срок посева многолетних трав при ускоренном залужении склонов — летний, а способ посева — беспокровный. Урожай сена при этом бывает в 1,5—2 раза выше, чем при посеве трав под покров озимой или яровой культуры. В Ростовской области на смытых почвах наилучшие результаты получают также при беспокровном лет-

ТАБЛИЦА 102. Экономическая эффективность многократного залужения склонов

Показатель	При залужении				В среднем за 38 лет
	в первый раз	во второй раз	в третий раз	в четвертый раз	
Прибавка урожая сена, ц/га	30,6	40,9	33,8	43,3	37,1
Стоимость, руб/га:					
прибавки урожая сена	107,10	143,10	118,30	152,40	130,20
внесенных удобрений с оплатой работ по их внесению	18,90	18,90	18,90	18,90	18,90
высеянных семян, обработки почвы и посева	5,60	5,60	5,60	5,60	5,60
Затраты на уборку дополнительного урожая с 1 га, руб.	6,10	8,20	6,80	8,70	7,40
Прочие прямые и накладные расходы, руб.	8,82	9,24	8,96	9,34	9,09
Полные издержки на 1 га, руб.	52,92	55,44	53,76	56,04	54,54
Чистый доход, руб.:					
на 1 га	54,18	87,80	64,54	96,36	75,72
на 1 руб. затрат	1,02	1,58	1,20	1,72	1,38

нем посеве трав, а при весеннем — только во влажные годы.

Со второго-третьего года пользования почва на посевах многолетних трав обычно сильно уплотняется и при выпадении ливней и снеготаянии здесь нередко формируется большой склоновый сток. Поэтому здесь необходимы разнообразные мероприятия, предотвращающие сток. Одно из них — щелевание почвы под посевами многолетних трав. В Волгоградской области (М. Н. Короленко, 1965) щели на посевах трав резко снижают склоновый сток, повышают влажность почв и обеспечивают получение более высоких урожаев сена. Так, при выпадении одного ливня сток воды на посевах многолетних трав без щелевания равнялся 13,4—14,7 мм, а на участке со щелеванием — 0,8 мм. Щелевание повышает урожайность травостоя как в относительно увлажненные, так и в засушливые годы.

В колхозе «Вперед к коммунизму» Подгоренского района Воронежской области промачивание почвы на склоне в случае применения щелевания достигло 150 см, а на контроле составило только 30—50 см. Запасы влаги в почве равнялись соответственно 2100—3300 и 500—800 $м^3$/га. На участке со щелеванием собрали по 47,9 ц/га, или в 2,5 раза больше зеленой массы, чем на участке без щелевания.

Щелевание почвы проводили на глубину 50 см с размещением щелей через каждые 90 см. Для нарезки щелей использовали трехкорпусный глубокорыхлитель ГР-2,7. В колхозе имени Балаханова Кочубеевского района Ставропольского края применение этого приема повысило урожай зеленой массы с 25 до 44 ц/га, а в случае сочетания щелевания с подкормкой травостоя азотно-фосфорными удобрениями — до 72 ц/га.

Один из элементов коренной мелиорации пастбищных склонов — снегозадержание и регулирование снеготаяния. Хорошо задерживают снег кулисы из подсолнечника или из других высокостебельных культур. Иногда при коренном улучшении склоновых пастбищ семена трав высевают в смеси с небольшим количеством (1—1,5 кг/га) семян подсолнечника. Достигая к осени высоты 50 см и более, он хорошо задерживает снег.

При посеве трав, особенно на склонах со смытыми почвами, важно вносить удобрения. При этом возрастает урожай сена, увеличивается корневая масса растений, проективное покрытие почвы травами, уменьшается поверхностный сток осадков и, как правило, полностью предотвращается эрозия. Так, в случае использования под посев травосмеси полного минерального удобрения в норме $(NPK)_{45}$ урожай сена повышается примерно в 1,5 раза.

Хорошие результаты дала коренная мелиорация сенокосов и пастбищ на склонах во многих хозяйствах Центрально-Черноземной зоны. В НИИСХ Центрально-Черноземной полосы имени В. В. Докучаева средний за пять лет урожай сена с естественных пастбищ на склонах составлял 9 ц/га, а после улучшения путем летнего посева многолетних трав — 37,5 ц/га. Во многих колхозах Бобровского, Репьевского, Павловского, Хохольского, Острогожского районов Воронежской области после коренного улучшения пастбищных склонов получают по

35—40 ц/га сена. Так, в колхозе «Рассвет» Репьевского района естественные кормовые угодья на склонах дают теперь ежегодно в среднем по 45 ц/га сена хорошего качества. В некоторых хозяйствах Белгородской и Курской областей в результате коренной мелиорации пастбищных склонов вместо 5—8 ц/га сена плохого качества стали собирать по 35—40 ц/га высококачественного сена многолетних трав. Так, колхозы имени Ленина и «Россия» Шебекинского района Белгородской области с улучшенных пастбищ получают по 35—40 ц/га сена против 5—8 ц/га до улучшения.

Во многих хозяйствах Липецкой области на залуженных склонах собирают по 25—30 ц/га сена. На улучшенных склоновых пастбищах Липецкой сельскохозяйственной опытной станции урожай сена многолетних трав составил 40 ц/га, а на естественных — только 6,4 ц/га. В колхозе имени Крупской Добровского и совхозе «Поврово-Кахацкий» Лебедянского района после улучшения склонового сенокоса на нем стали собирать по 30 ц/га, а на неулучшенном — получали по 5,8 ц/га сена. Причем все затраты окупались на второй год пользования травами (А. Масальская, 1975).

В колхозе «Рассвет» Воронежской области затраты на улучшение склоновых пастбищ в среднем за десять лет составили 68 руб/га. При этом продуктивность залуженных участков увеличилась в 5 раз: с 7—8 до 45—46 ц/га. Себестоимость 1 ц сена снизилась до 0,74 руб., 1 ц корм. ед. — до 1,56 руб., или почти в 2—3 раза в сравнении с себестоимостью 1 ц сена и 1 ц корм. ед., полученных с неулучшенных пастбищ. За десять лет в хозяйстве улучшили около 800 га склоновых пастбищ. Это дало возможность сократить площади под кормовыми культурами на пашне с 29 до 15%; одновременно увеличить поголовье скота и повысить продуктивность дойного стада. Подобные результаты получены и в колхозе «Большевик» Курской области. Здесь улучшено 50 га эродированных балочных склонов (Овчинников, 1975).

На Мордовской сельскохозяйственной опытной станции ускоренное залужение пастбищных склонов повысило продуктивность естественных пастбищ почти в 6 раз (с 21,3 до 122,3 ц/га зеленой массы), причем на 1 руб. затрат получено в среднем за год на 2 р. 10 к. продукции. Ускоренное залужение естественных склоновых

пастбищ в совхозе «Красная Пресня» Мордовской АССР окупилось прибавкой урожая уже в первый год.

В колхозе имени Тельмана Белгородской области каждый гектар улучшенных склоновых пастбищ в первый же год дал 75,7 руб. дохода.

Повышение кормовой продуктивности пастбищ и сенокосов на склонах позволяет уменьшить площади, занятые кормовыми культурами на пашне.

При оценке эффективности ускоренного залужения склонов учитывают мелиорирующее воздействие многолетних трав на почву.

В наших исследованиях, проведенных в Молдавии, при посеве люцерны и эспарцета на серых лесных сильноэродированных почвах в 40-сантиметровом слое почвы корневая масса эспарцета составляла 87,1, люцерны — 112,9 ц/га. В Новоаненском районе на сильносмытом карбонатном черноземе после трехлетнего выращивания люцерны в почве накопилось 144—148 ц/га корневой массы.

В Полтавской области травосмесь, состоящая из одних злаков, на шестой год пользования оставляла в пахотном слое почвы 89,5 ц/га корневых остатков, тогда как смесь, включающая те же злаковые травы с люцерной синегибридной,— 110 ц/га. В свою очередь, на посевах эспарцета с люцерной в первый год пользования в пахотном слое почвы накопилось 46,3 ц/га корневых остатков, а бобовых трав в смеси с кострецом и овсяницей луговой — 65,7 ц/га (В. А. Черкасова, 1976). В Волгоградской области многолетние травы в среднем за шесть лет оставляли в полуметровом слое почвы 107—167 ц/га корневой массы. Причем на светло-каштановых почвах содержание водопрочных структурных агрегатов размером более 0,25 мм возросло с 25,4 до 57,4 % (М. Н. Короленко). На эродированных горных коричневых почвах Азербайджана количество гумуса под посевами эспарцета и люцерны в слое почвы 0—20 см увеличилось на 0,6—0,7 %. Кроме того, в результате интенсивного развития микрофлоры повысилось содержание усвояемых форм фосфора и калия (Гасан-Али, 1974).

В случае залужения эродированных склонов бобово-злаковыми смесями в надземной и корневой массе растений накапливается достаточно большое количество азота, что весьма важно.

Особенно высокий мелиоративный эффект дает многократное залужение склонов. Так, в Полтавской области в результате трехкратного залужения склона (при каждом залужении травы использовали семь лет) были получены следующие данные о накоплении в почве растительных остатков, содержании в них азота и увеличении запасов гумуса в почве (табл. 103).

ТАБЛИЦА 103. Влияние многократного залужения склонов многолетними травами на содержание гумуса в почве (по данным В. А. Черкасовой, 1976)

Вид травостоя	Сумма урожаев сена за годы пользования, ц/га	Масса корневых и пожнивных остатков на седьмой год пользования, ц/га	Содержание азота в растительных остатках		Содержание гумуса (%) в слое почвы	
			%	ц/га	0—10 см	10—20 см
Вторичное залужение склона						
Бобово-злаковая травосмесь	350,7	134,8	1,32	1,78	3,25	2,74
Природные травы	64,4	94,6	0,60	0,56	3,00	2,60
Залужение склона в третий раз						
Бобово-злаковая травосмесь	301,7	167,2	1,51	2,52	3,82	2,65
Природные травы	65,1	91,3	0,63	0,57	3,16	2,23

Чересполосное освоение склонов под возделывание кормовых культур

Важный прием коренной мелиорации малопродуктивных пастбищ и сенокосов на склонах — чересполосное их освоение. При сплошной распашке склонов, в первую очередь крутых с эродированными почвами, при стоке талых вод и выпадении ливней наблюдается обычно весьма интенсивная эрозия, особенно в период паро-

вания почвы до посева многолетних трав, а также после их посева до образования растительного покрова, способного предотвратить эрозию.

Чересполосное освоение склонов резко уменьшает сток осадков, смыв почвы и обеспечивает значительное накопление почвенной влаги. При полосной вспашке сильноуплотненного верхнего слоя пастбищных склонов резко улучшаются водно-физические свойства почв распахиваемых полос, увеличивается их водопроницаемость и влагоемкость.

В колхозе имени XXI съезда КПСС Новоаненского района Молдавской ССР в результате вспашки склона объемная масса верхнего слоя суглинистого чернозема уменьшилась с 1,35 до 1,05 г/см^3, а влагоемкость пахотного слоя почв возросла с 33 до 43 %. Уже через три месяца после распашки склона среднее содержание влаги в слое почвы 0—100 см на вспаханных полосах составляло 190 мм, а на невспаханных — 94 мм. В колхозе «Молодая гвардия» Каларашского района этой же республики на склоне вспахали полосы под посев трав. Через два месяца водопроницаемость почв на вспаханных полосах в сравнении с участком естественного травостоя возросла в 11 раз. Скорость впитывания воды на вспаханных полосах оказалась больше, чем на невспаханных, примерно в 7 раз.

Влажность почвы на вспаханных полосах бывает обычно выше, чем на невспаханных. Накопление влаги на вспаханных полосах наблюдается в результате не только поглощения полосами выпадающих осадков, но и перехвата осадков, стекающих с нераспаханных полос (рис. 12).

Представляют интерес наши наблюдения за водопоглощающей ролью вспаханных полос, проведенные в колхозе имени XXI съезда КПСС Новоаненского района Молдавской ССР. Здесь 17 июля в метровом слое почвы на невспаханных полосах содержалось 96 мм, а на

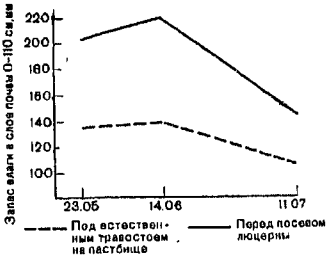


Рис. 12. Запас влаги в почве на вспаханных и невспаханных полосах в период освоения пастбищного склона

вспаханных — 201 мм влаги. После ливня (слой осадков 50 мм), прошедшего 20 июля, запасы влаги в почве на невспаханых полосах увеличились на 17 мм, на вспаханных — на 54 мм. На вспаханных полосах за счет перехвата стока с нераспаханных полос запасы влаги достигли 235 мм, а на невспаханных полосах они составили 113 мм.

В большинстве исследований на вспаханных полосах высевали люцерну и эспарцет. Несмотря на то что многолетние травы, в частности люцерна, сильно иссушают почву, за счет резкого уменьшения стока ливневых осадков при полосном освоении склонов влажность почвы под посевами люцерны была выше, чем под естественным травостоем.

В колхозе имени XXI съезда КПСС проводили параллельные наблюдения за влажностью почв на полосах люцерны весеннего посева и на прилегающем участке неосвоенного склона. Во всех наблюдениях влажность почвы под посевами люцерны оказалась значительно выше, чем на прилегающем участке пастбищного склона (рис. 13).

После образования растительного покрова из многолетних трав на полосах первой очереди освоения распахивают полосы второй очереди освоения. Во второй период освоения склона усиленное накопление влаги происходит на вновь вспаханных полосах, где затем высевают однолетние культуры.

Вследствие разной уплотненности почвы под многолетними травами и однолетними культурами, а также различной водозадерживающей роли этих культур на участках полосного освоения склонов резко (в 2—3 раза) уменьшается сток осадков. В случае полосного освоения склонов можно полностью предотвратить или значительно ослабить опасность проявления эрозионных процессов.

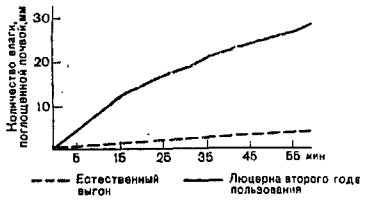


Рис. 13. Водопроницаемость почвы на естественном выгоне и под полосами люцерны второго года пользования

Существуют два способа чересполосного освоения склонов: первый — на полосах как первой, так и

второй очереди освоения высевают многолетние травы, т. е. осуществляют сплошное залужение склона в два этапа; второй — одну половину полос занимают многолетними травами, вторую — однолетними кормовыми культурами. Кроме того, иногда склон осваивают чересполосно под возделывание только однолетних кормовых культур — сплошного посева и пропашных.

В первый период освоения склона на нем чередуются вспаханные и невспаханные полосы. Высокая водопоглотительная способность почв вспаханных полос и малая длина линий тока не создают большой опасности проявления эрозии. Если же эрозия на вспаханных полосах и будет иметь место, то смытая почва частично задержится у валика, образованного первым проходом плуга, и кольматируется травяным покровом нераспаханной полосы.

Во второй период освоения склона, когда полосы многолетних трав чередуются вначале со свежевспаханными полосами, а затем с посевами однолетних культур, вероятность эрозии становится еще меньше. В это время роль буферных полос хорошо выполняют посевы многолетних трав.

В последующие годы полосы однолетних культур на склоне всегда располагаются между полосами многолетних трав, что также предотвращает возможность развития здесь эрозии (рис. 14).

В Волгоградской области на участках с чересполосной вспашкой было поглощено до 75%, а со сплошной — только 42% зимних осадков. Суммарный смыв почвы на участках с чересполосной вспашкой склонов в среднем за три года составлял 13,4—15,1 т/га, а со сплошной — 61,1 т/га. Чересполосное освоение склонов обеспечивает получение высоких урожаев кормовых культур. Урожай сена люцерны на участках чересполосного освоения склонов колебался от 40,8 до 53,5 ц/га, в варианте со сплошной вспашкой он составлял 37,9 ц/га, а на естественном выгоне — 7,9 ц/га (Л. С. Кальянов, 1966).

В хозяйствах Каларашского района Молдавской ССР на склонах 10—12° с темно-серой суглинистой слабо- и среднеэродированной почвой на полосных посевах урожай зеленой массы люцерны в среднем за три года равнялся 140, эспарцета — 214 ц/га. В колхозе имени Кирова Котовского района этой же республики проводили че-

чересполосное освоение малопродуктивного склона 9—12°. Почвы участка — слабо- и среднесмытый карбонатный суглинистый чернозем. Первую очередь полос засеяли сорго, вторую — эспарцетом. Контролем служил неосвоенный участок пастбищного склона со злаковым травостоем, в котором преобладал типчак. Урожай зеленой массы эспарцета и однолетних культур составил в среднем за год 146, а на контроле — 6,5 ц/га. В совхозе «Прогресс» Оргеевского района урожай сена эспарцета и травосмеси эспарцета с кострецом безостым на участках чересполосного освоения малопродуктивных эродированных склонов достиг 97—149 ц/га.

Чересполосное освоение балочных склонов полосами шириной 10—20 м осуществляют во многих хозяйствах

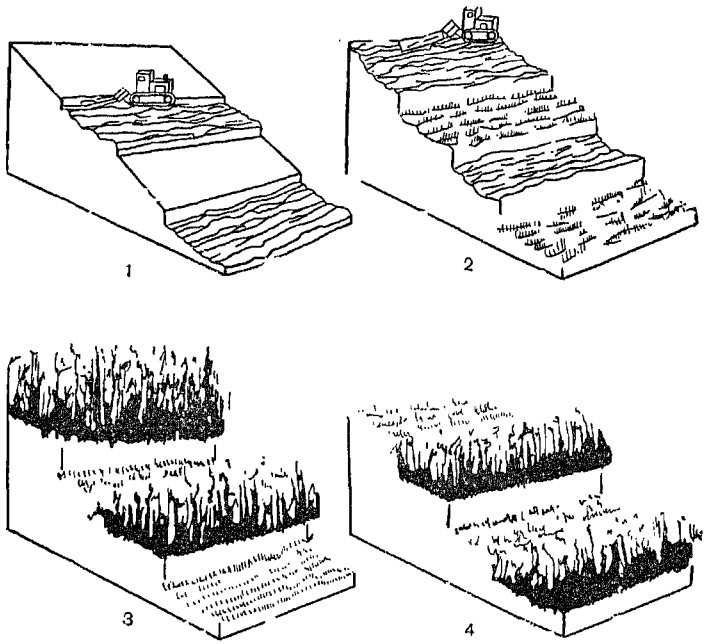


Рис. 14. Схема чересполосного освоения склонов с выращиванием многолетних трав и однолетних культур:

1 — распашка полос первой очереди освоения; 2 — посевы многолетних трав на полосах первой очереди освоения и распашка полос второй очереди освоения; 3 — посевы однолетних культур на полосах второй очереди освоения; 4 — замена культур на полосах

Ростовской области. Коренное улучшение балочных склонов в колхозах «Россия» Усть-Донецкого, «Дружба» Красносулинского, «Правда» Морозовского, «Заветы Ильича» Тарасовского районов и во многих других хозяйствах позволило значительно повысить продуктивность этих земель. Так, продуктивность улучшенных склоновых пастбищ в колхозе «Правда» Морозовского района возросла в 3—4 раза (Е. В. Грызлов, 1975).

Многочисленными исследованиями доказана высокая эффективность чересполосного освоения малопродуктивных склонов как при залужении их многолетними травами, так и в случае одновременного выращивания на них многолетних трав и однолетних культур. Несколько схем чередования культур при полосном освоении склонов приведены в таблице 104. Такие схемы разрабатывают с учетом крутизны склонов, сроков посева, продолжительности произрастания многолетних трав на полосах, целесообразности возделывания той или иной однолетней культуры, системы предпосевной обработки почв и т. д. На крутых склонах предпочтение отдают схеме с многолетними травами.

Получение высоких урожаев многолетних трав и однолетних кормовых культур на участках чересполосного освоения склонов способствует накоплению здесь большого количества корневых остатков, что имеет весьма важное значение для повышения плодородия почв.

В колхозе «Молодая гвардия» Каларашского района Молдавской ССР учет корневой массы проводили на полосных посевах люцерны и суданской травы, которые высевали после уборки озимой ржи на зеленый корм. На второй год в почве накопилось 90 ц/га корневой массы люцерны, причем в верхнем, двадцатисантиметровом, слое ее содержалось 78% всего количества корневой массы, сосредоточенной в слое 0—40 см.

В случае чересполосного освоения склонов при вспашке полос с оборотом пласта вниз по склону плуг каждый раз перемещает пахотный слой почвы с верхней части полос в нижнюю, в результате чего формируются напашные террасы.

При освоении склона первую борозду на каждой полосе проводят на расстоянии 50—100 см от ее нижней (подгорной) границы с тем, чтобы отвал плуга отбрасывал почву на нераспаханную узкую ленту. Таким образом

ТАБЛИЦА 104. Примерные схемы чередования культур при полосном освоении малопродуктивных склонов

Номера полос по склону	Чередование культур по годам					
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й
1, 3, 5, 7, 9, 11, 13	Многолетние травы			Озимая рожь + пожнивная суданская трава	Зерновые бобовые	Озимая пшеница
2, 4, 6, 8, 10, 12, 14	Озимая рожь + пожнивная суданская трава	Зерновые бобовые	Озимая пшеница	Многолетние травы		
1, 3, 5, 7, 9, 11, 13	Озимая рожь + пожнивная суданская трава	Кукуруза	Зерновые бобовые	Озимая рожь + пожнивная суданская трава	Кукуруза	Зерновые бобовые
2, 4, 6, 8, 10, 12, 14	Кукуруза	Зерновые бобовые	Озимая рожь + пожнивная суданская трава	Кукуруза	Зерновые бобовые	Озимая рожь + пожнивная суданская трава
1, 3, 5, 7, 9, 11, 13	Озимая рожь с викой + пожнивная суданская трава	Соя с сорго	Зерновые бобовые	Озимая рожь с викой + пожнивная суданская трава	Соя с сорго	Зерновые бобовые
2, 4, 6, 8, 10, 12	Соя с сорго	Зерновые бобовые	Озимая рожь с викой + пожнивная суданская трава	Соя с сорго	Зерновые бобовые	Озимая рожь с викой + пожнивная суданская трава

закладывается начало образования насыпной части откоса. При последующих проходах плуга происходит дальнейшее смещение почвы на ширину захвата лемеха, а у верхней (надгорной) границы полосы остается отвальная борозда на глубину вспашки. При вспашке следующих полос, в результате которой образуются валики в нижней части полосы и разъемные борозды — в верхней, между формирующимися полосами появляются уступы, высота которых определяется высотой отсыпного валика и глубиной разъемной борозды. Она составляет обычно 40—50 см. При последующей односторонней вспашке полос за счет постепенного перемещения почвы с верхней части полосы в нижнюю выравниваются и формируются насыпные выемочные откосы террас.

В зависимости от крутизны осваиваемого склона и ширины распахиваемых полос для образования горизонтальных террас требуется различное количество вспашек: чем больше крутизна склона и чем у́же полосы, тем быстрее формируются террасы. Скорость их образования во многом зависит от состава выращиваемых культур. При получении двух урожаев в год (с двумя вспашками почвы) террасы формируются очень быстро, в случае выращивания одного урожая однолетних культур — вдвое медленнее, а при посеве на полосах многолетних трав процесс формирования напашных террас почти приостанавливается.

Террасирование позволяет улучшить условия работы техники на крутых склонах и служит одним из надежных мероприятий, уменьшающих сток и предотвращающих эрозию почвы. Для полосного освоения пригодны все склоны, на которых возможна контурная вспашка. Перед вспашкой засыпают ложбины и промоины, концентрирующие сток осадков. В зависимости от наличия в хозяйстве тех или иных марок тракторов принимают различные пределы освоения склонов по крутизне. Полосное освоение склонов 18—25° можно осуществлять с предварительным выполаживанием полос до уклона 14—15° при помощи бульдозеров. Значительно удешевить и упростить работы по террасированию можно в случае использования горных тракторов для этой цели.

Большое внимание важно уделять выбору ширины распахиваемых полос. На более узких полосах можно легче предотвратить сток осадков и смыв почвы и бы-

стрее сформировать террасы. Общее правило: с увеличением крутизны склонов следует уменьшать ширину полос. Так, при уклоне 8—10° полосы делают шириной 8—10 м, 10—12° — 6—8, 12—14° — 4—6 и при уклоне 14—16° — 3—4 м. Если крутизна склона изменяется, то в соответствии с этим на протяжении продольного профиля одного склона нужно изменять и ширину полос.

В том случае, если склоны осваивают сначала под кормовые культуры, а затем предполагают использовать их под виноградные и плодовые насаждения, ширину полос устанавливают с учетом ширины будущих напашных террас.

Постепенное формирование напашных террас достигается при различных вариантах чересполосного освоения склонов под кормовые культуры: как с посевом многолетних трав и однолетних культур, так и с посевом только однолетних культур.

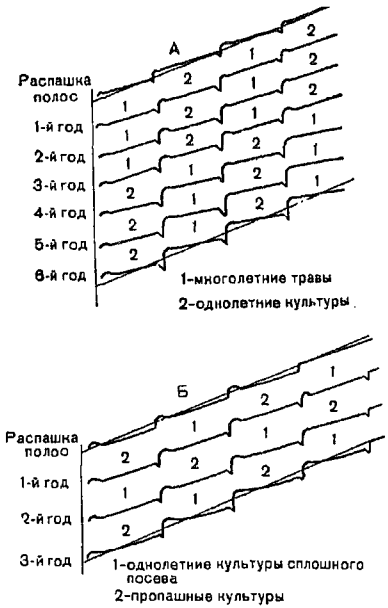


Рис. 15. Схема формирования напашных террас при чересполосном освоении склонов:

А — при выращивании многолетних трав и однолетних культур; Б — при выращивании только однолетних культур (пропашных и культур сплошного посева)

В первом случае склон по контурам разбивают на полосы. Вначале распахивают половину всех полос (через одну) так, чтобы вспаханные полосы чередовались с невспаханными. После соответствующей обработки почвы на вспаханных полосах высевают многолетние травы. Когда травы прикроют почву, приступают к вспашке второй очереди полос, на которых в течение двух-трех лет выращивают однолетние культуры. Затем эти культуры меняют местами.

При такой схеме освоения склонов в результате ежегодных односторонних вспашек в первые два-три года выравниваются

полосы второй очереди (где возделывали однолетние культуры), а затем, после смены культур в полосах,— полосы первой очереди освоения (где высевали многолетние травы).

В соответствии со вторым вариантом вначале распахивают половину всех полос — через одну. На вспаханных полосах высевают озимые культуры сплошного посева, например вику и рожь. Затем распахивают вторую часть полос, на которых весной высевают кукурузу, сорго либо другие пропашные культуры. В случае полосного освоения склонов с возделыванием однолетних культур при ежегодной односторонней вспашке всех полос значительно сокращается период напашного терасирования склонов (рис. 15).

В районах, где эрозия от стока талых вод отсутствует, после окончания выпадения ливней пологие склоны можно осваивать по следующей схеме. После предварительной разбивки склона на полосы через четыре — шесть проходов плуга, в зависимости от принятой ширины полос, оставляют нераспаханную метровую ленту, затем пашут следующую полосу и снова оставляют нераспаханную ленту и т. д. На половине всех полос (через одну) высевают озимые или ранней весной яровые сплошного посева, а на оставшихся — пропашные культуры (рис. 16).

В колхозе «Молодая гвардия» Каларашского района Молдавской ССР на склоне 20° за два года сформировались двухметровые напашные террасы с уклоном полотна 8—10° и высотой откосов 50—60 см. В колхозе имени Кирова Котовского района той же республики после проведения пяти вспашек шестиметровых полос на склоне 12—15° были созданы напашные террасы с уклоном полотна 3—4° и высотой откосов 100—120 см.



Рис. 16. Схемы смены культур и формирования напашных террас при полосной распашке склонов

При постепенном напашном террасировании частично восстанавливается плодородие эродированных почв. Окультуривание их достигается за счет постепенного вовлечения на поверхность вывернутых плугом нижних горизонтов, накопления в почве большого количества корневых остатков выращиваемых кормовых культур и внесения удобрений.

Освоение склонов под сады и виноградники

В результате напашного террасирования не только улучшаются условия для выращивания кормовых культур, но и создается возможность для последующего использования таких склонов под сады и виноградники. Успех проведения работ по освоению склонов под сады и виноградники в большой степени зависит от того, насколько будет обеспечена при этом защита почв от эрозии. В том случае, если при освоении склонов не осуществляют необходимых противоэрозионных мероприятий, развитие эрозионных процессов может привести к появлению новых площадей бросовых земель.

Об интенсивности проявления эрозионных процессов на виноградниках Крыма говорит следующий пример. После ливня с количеством осадков 40,5 мм и максимальной интенсивностью 1,5 мм/мин молодые виноградники в винсовхозе «Алушта» были изборождены размывами глубиной 15—20 см и шириной 20—25 см. Смыв почвы составил 400—500 м^3/га. В совхозе «Горный», расположенном в окрестностях Ялты, вследствие интенсивных дождей глубина промоин достигла роста человека (А. Н. Олиферов, 1963).

В случае отсутствия необходимых противоэрозионных мероприятий сильное развитие эрозионных процессов наблюдается и в садах. Так, в Крымском совхозе «Гурзуф» после ливней промоины в садах достигли глубины 1 м. В совхозе «Виноградный» в результате ливня с суммой осадков 70 мм смыв почвы на склонах 5—15° составил 243—441 м^3/га. Всего с площади 114 га было смыто 48 тыс. т почвы (М. А. Кочкин, В. И. Донюшкин, 1967).

Если не принимать мер, направленных на предотвращение эрозии, то к моменту вступления насаждений в плодоношение резко уменьшается количество питательных веществ в почвах, ухудшаются их физические свойства, на плантациях появляется большое количество промоин, обнажается корневая система растений. Все это ведет к снижению урожаев и выпаду насаждений.

На старых виноградниках Молдавской ССР выпад кустов на сильносмытых почвах достигал 70%, на слабосмытых — 15—20%. Урожай винограда иногда снижался в 8—9 раз в сравнении с урожаем его на несмытых почвах. На некоторых старых виноградниках кусты винограда за 20 лет оказались обнаженными на глубину 30—35 см (Г. К. Залтура, 1961).

Для того чтобы защитить почву от эрозии при освоении склонов под сады и виноградники, а также в существующих садах и виноградниках, применяют комплекс противоэрозионных мероприятий. Состав их определяется сочетанием многочисленных факторов. Ведущий из них — рельеф местности, в частности крутизна склона. Этот показатель в значительной степени определяет как опасность эрозии, так и условия работы машин при освоении склонов и при обработке почв в междурядьях существующих насаждений.

В большинстве случаев освоение склонов под сады и виноградники проводят тремя методами: на склонах до 8—12° — без террасирования; на склонах от 8—12 до 20—25° создают ступенчатые террасы и на склонах более 20—25° сооружают канавы-террасы или высаживают деревья в отдельные ямы.

Во всех случаях освоение склонов под сады и виноградники осуществляют по разработанным проектам, в которых наиболее полно учитывают климат, рельеф и почвенный покров.

Перед подъемом плантажа или перед строительством террас тщательно планируют поверхность с засыпкой промоин, мелких и средних оврагов, ям, образовавшихся при раскорчевке деревьев и кустарников, и других неровностей рельефа. (В случае неудовлетворительной планировки поверхности от первого же ливня или стока талых вод незасыпанные промоины могут превратиться в овраги.) При этом важно максимально сохранить на поверхности гумусовый слой почвы. На осваиваемом

склоне прокладывают сеть водосбросов, рассчитанную на отвод больших ливневых и талых вод. Их укрепляют дерном, сеяными многолетними травами или камнем.

При освоении эродированных склонов под сады и виноградники большое внимание уделяют подбору культур и сортов насаждений, учитывая условия микроклимата склоновых земель и уровень плодородия эродированных почв. В проектах предусматривают мероприятия, направленные на повышение плодородия эродированных почв.

Защита почв от эрозии в садах на нетеррасируемых склонах. На склонах повышенной крутизны целесообразно применять контурный полосный подъем плантажа, что уменьшает опасность смыва почвы, требует меньших затрат в сравнении со сплошным плантажем и обеспечивает более полноценное развитие деревьев.

Основа системы мероприятий по защите почв от эрозии в садах на нетеррасируемых склонах — контурное размещение рядов деревьев. Оно определяет возможность эффективного использования других противоэрозионных приемов.

Плодовые деревья на склонах размещают в виде плавноизвилистого направления рядов или в виде прямых рядов по основному направлению горизонталей склона. На нерасчлененных склонах одной экспозиции ряды деревьев располагают по квадратной схеме (что целесообразно на склонах до 5° с тем, чтобы обеспечить возможность перпендикулярного направления междурядной обработки почвы) или по шахматной схеме (на склонах более 5°, где обработка почвы вдоль склона полностью исключена).

В случае сложной конфигурации склона строго контурное размещение деревьев приводит к непараллельному размещению рядов и к необходимости применения дополнительных рядов клиньев. Поэтому иногда целесообразно использовать так называемую «полуконтурную» посадку, которая представляет собой среднее между строго контурной и прямолинейной схемами размещения деревьев.

Очень важно правильно определить направление размещения рядов плодовых в пальметтных садах с тем, чтобы создать условия для проведения качественной механизированной обработки почвы и других работ в

междурядьях. Увеличение густоты посадки плодовых на склонах при уменьшении расстояния между деревьями в рядах, особенно в пальметтных садах, имеет большое противоэрозионное значение.

Контурная обработка почв в садах сильно влияет на уменьшение эрозии. В садах Крыма на склонах до 10° при контурной обработке почвы смыв сокращается в 6—12 раз. Так, если на склоне 5—10° при контурной обработке почвы смыв ее в среднем за два с половиной года составил 25—64 м³/га, то в случае продольной обработки — 306—381 м³/га. Запасы влаги в течение всего вегетационного периода при контурной обработке оказались на 20—30 мм больше, чем при продольной обработке (М. А. Кочкин, В. А. Донюшкин, 1964).

Наряду с контурной обработкой почв для уменьшения стока и эрозии в междурядьях сада целесообразно применять глубокое полосное рыхление, щелевание, лункование, прерывистое бороздование и другие противоэрозионные приемы обработки почвы.

В Никитском ботаническом саду при рыхлении почвы в садах с поделкой борозд отмечено уменьшение эрозии в 5—7 раз. После ливня (59 мм) смыв почвы на склонах 8—13° в случае рыхления с поделкой борозд составил 10—25 м³/га, а на контроле — 110 м³/га. На участках, где проводили рыхление почвы и поделку борозд, запас влаги в слое почвы 100 см был больше, чем на контроле, на 27—48 мм.

На Донецкой противоэрозионной опытной станции для задержания стока талых вод и уменьшения эрозии осенью в междурядьях сада нарезали борозды глубиной 27—30 см. При уклоне до 3° борозды делали через два ряда деревьев, а при больших уклонах — в каждом междурядье с отвалом почвы в сторону нагорной части склона (Н. К. Шикула, 1962).

С учетом требований по защите почв от эрозии важно решать вопрос и о системе содержания междурядий в садах, расположенных на склонах. Если междурядья содержатся под парами и на них не осуществляют специальной противоэрозионной обработки почв, то вследствие сильной эрозии к периоду плодоношения может оказаться потерянным наиболее плодородный слой почвы.

Защиту почв от эрозии лучше всего обеспечивает

полное залужение сада многолетними травами. Однако его можно широко применять только в районах с выпадением большого количества осадков или при орошении. При этом необходимо увеличивать норму внесения удобрений и чаще скашивать травы в междурядьях.

Междурядья сада можно занимать и другими культурами. Так, в молодых садах Горного Алтая в междурядьях высаживают землянику, что создает благоприятные условия для произрастания плодовых деревьев. Кроме того, в междурядьях можно высевать однолетние бобовые культуры — горох, сою, вику и др.

Вместо сплошного применяют и черезрядное залужение. При этом залуженные междурядья чередуют с паровыми. Через два-три года занятые междурядья обрабатывают, а паровые — залужают. На склонах до 10—12° смыв почвы при черезрядном залужении оказался в 6—10 раз меньше, чем на черном пару (А. П. Драгавцев, 1958).

В яблоневом саду Млиевской опытной станции, заложенном контурным способом на склоне 5—8°, задернение каждого четвертого междурядья предотвратило эрозию почвы. Плодовые деревья по силе роста и урожайности не уступали здесь тем, которые росли на равнинном участке (П. Д. Попович, 1970).

Рекомендуются три примерные схемы севооборотов при черезрядном задернении междурядий сада (табл. 105): I — для склонов от 10° и выше, II и III — до 10°. В поливном плодоводстве в междурядьях, находящихся под травами, проводят на один-два полива больше в сравнении с междурядьями, содержащимися под паром.

Важный прием защиты почв от эрозии и повышения их плодородия — посев сидератов в междурядьях сада. Для того чтобы выращиваемые культуры меньше конкурировали с плодовыми породами в борьбе за влагу и элементы питания, яровые рекомендуется сеять летом, причем подбирать сроки посева с таким расчетом, чтобы к осенней запашке растения начали завязывать бутоны или зацвели. Для повышения противоэрозионной эффективности сидератов целесообразно черезрядное выращивание озимых и яровых сидеральных культур (А. П. Драгавцев, 1958).

Изучение эффективности применения сидератов в садах Молдавии показало, что при подзимнем и ранне-

ТАБЛИЦА 105. Примерные схемы севооборотов при чересрядном задернении междурядий сада (по А. П. Драгавцеву, 1958)

Год	Четные междурядья	Нечетные междурядья
	Схема I	
1-й	Многолетние травы первого года	Черный или занятый пар
2-й	Многолетние травы второго года	То же
3-й	Черный или занятый пар	Многолетние травы первого года
4-й	То же	Многолетние травы второго года
	Схема II	
1-й	Многолетние травы первого года	Черный или занятый пар
2-й	Многолетние травы второго года	То же
3-й	Черный пар + покровные культуры	Черный пар + покровные культуры
4-й	Черный или занятый пар	Многолетние травы первого года
5-й	То же	Многолетние травы второго года
	Схема III	
1-й	Многолетние травы первого года	Земляника первого года
2-й	Многолетние травы второго года	Земляника второго года
3-й	Земляника первого года	Земляника третьего года (в ковровой культуре)
4-й	Земляника второго года	Земляника четвертого года (в ковровой культуре)
5-й	Земляника третьего года	Многолетние травы первого года
6-й	Земляника четвертого года	Многолетние травы второго года

Примечание. В третий год четные междурядья целесообразно оставлять под многолетними травами, а нечетные — после пара засевать многолетними травами.

весеннем посеве сидеральных культур к июню они накапливали достаточно мощную зеленую массу, хорошо использовали весенние осадки, что не отражалось отрицательно на развитии плодовых деревьев. Многолетними исследованиями В. К. Васкана (1970), проведенными в этой республике, доказано, что при посеве сидератов в междурядьях сада увеличивается влажность почвы в сравнении с паром, улучшаются физические свойства почв, режим питания растений и в конечном счете — урожайность плодовых культур, а также в большинстве случаев — чистый доход.

Исследованиями, проведенными в Никитском ботаническом саду, установлена высокая эффективность использования в садах пелюшки в качестве сидеральной культуры. При этом наблюдалось уменьшение эрозии в 3—7 раз.

В районах с засушливым климатом, где посев культур на всю ширину междурядий может привести к значительному снижению урожая плодов, для борьбы с эрозией почв применяют посев узких буферных полос. Их можно размещать в каждом междурядье или через два-три междурядья, в зависимости от степени опасности эрозии.

В Краснодарском крае задернение междурядий сада и посев сидератов приводят к уменьшению эрозии в 5—10 раз и более.

В Молдавии рекомендуется (В. М. Сахаров, 1975) применять следующий порядок использования междурядий на склонах: в молодых садах распахивать полосы вдоль рядов деревьев, а середину междурядий оставлять залуженной; в средневозрастных садах полосы вдоль рядов залужать, а середину междурядий, где находятся всасывающие корни,— распахивать; травы дважды в год скашивать и оставлять на месте в виде мульчи.

На Донецкой противоэрозионной опытной станции для борьбы с эрозией в междурядьях сада применяли буферные полосы из посевов гречихи, фацелии и овса шириной 1,5 м через один — три ряда деревьев, в зависимости от крутизны склона. Наблюдения показали высокую противоэрозионную эффективность буферных полос. Так, на склонах до 3° полосы овса полностью предотвращали эрозию, а 3—5° — снижали ее в сравнении с контролем в 10 раз (Н. К. Шикула, 1962).

Кроме травянистых полос, в садах можно создавать буферные кустарниковые полосы из теневыносливых пород. По кольматирующей способности малина занимает первое место среди ягодников, второе — крыжовник, третье место — смородина. В Донбассе на склонах 3—5° от зимних дождей и снеготаяния в посадках малины наблюдался намыв от 54 до 113 м³/га почвы (Н. К. Шикула, 1962).

Для создания буферных полос в садах можно высевать лаванду. Она относительно хорошо растет на сухих смытых почвах. Высокоэффективны приемы противоэрозионной обработки почв в случае выращивания этой культуры. Так, по данным исследований, при контурном размещении рядов лаванды в сравнении с продольным смыв почвы уменьшился в 4,3 раза. При лунковании, прерывистом бороздовании и щелевании междурядий лаванды смыв почвы сокращался в 5—6 раз и значительно повышался урожай соцветий. Так, в варианте, где посадку и обработку почвы осуществляли вдоль склона, урожай соцветий составил 34,5 ц/га, а по контурам — 43,4 ц/га. При этом противоэрозионные мероприятия не влияли отрицательно на выход и качество эфирного масла: на контроле он составил 1,7%, а в вариантах с лункованием и бороздованием междурядий — 1,7—1,8% (А. П. Панин, 1974).

Важный прием борьбы с эрозией почв — мульчирование почвы междурядий различными материалами.

В садах, расположенных на склонах, в случае односторонней обработки почв постепенно формируются напашные террасы. Как следствие этого деревья оказываются расположенными на бермах или на откосах сформированных террас. Напашные террасы способствуют улучшению условий работы машин при выполнении различных полевых работ в садах, а также ослаблению стока и эрозии почвы.

При освоении склонов под сады важно правильно подобрать породы и сорта плодовых деревьев с учетом всех факторов, влияющих на величину урожая. В Молдавии на верхних и средних частях склонов в большинстве случаев рекомендуется размещать вишню, черешню, абрикос, персик, миндаль, а несколько ниже — сливу и семечковые породы.

Наряду с повсеместным применением противоэрози-

онной организации территории с контурным размещением насаждений на склонах различной крутизны необходимо применять комплекс мероприятий по защите почв от эрозии (А. П. Драгавцев, 1958).

Так, в Заилийском Алатау рекомендуются на склонах:

до 5° — водозадерживающая обработка почвы осенью; противоэрозионный дренаж в течение вегетационного периода;

5—10° — буферные ленты; посев покровных культур; черезрядное задернение междурядий;

10—20° — черезрядное задернение междурядий с посевом покровных культур на обрабатываемых полосах; устройство водозадерживающих валов в богарных насаждениях; мульчирование почвы;

более 20° — задернение междурядий; мульчирование приствольных кругов.

На Черноморском побережье Кавказа применяют на склонах:

до 5° — посев озимых покровных культур, мульчирование почвы; на участках, обрабатываемых в осенний период и не занимаемых под посев озимых покровных культур,— водозадерживающую вспашку;

5—10° — черезрядное задернение междурядий с посевом на обрабатываемых полосах озимых культур; при обработке всех междурядий сада — создание буферных полос, посев озимых покровных культур, мульчирование почвы на период вегетации деревьев;

10—15° — черезрядное задернение междурядий с посевом на обрабатываемых полосах озимых покровных, а в период вегетации — летних сидеральных культур; на обрабатываемых полосах, не занятых в весенне-летний период однолетними травами,— выращивание культур в междурядьях, мульчирование почвы;

более 15° — задернение междурядий, мульчирование приствольных кругов летом и посев на них покровных растений под зиму.

На чайных плантациях в качестве противоэрозионного средства используют само чайное растение, посаженное шпалерой поперек склона. Междурядная обработка таких шпалер приводит к самотеррасированию склонов.

Защита почв от эрозии на виноградниках на нетеррасируемых склонах. Основой борьбы с эрозией почв на виноградниках, так же как и в садах, является противо-

эрозионная организация территории, которая определяет направление подъема плантажа и размещение рядов кустов, дорожной сети, лесных и буферных кустарниковых полос. Производственные кварталы виноградников по своей конфигурации в максимально большей степени должны соответствовать рельефу с тем, чтобы ряды посадок и магистральные дороги располагались в направлении, близком к горизонталям.

В зависимости от крутизны склонов рекомендуется (В. А. Фостиков, 1970) следующая ширина кварталов: 3—6° — 250—350 м; 6—8° — 150—230, 8—10° — 120—180, 10—12° — 80—150 м. Длина кварталов колеблется от 200—300 до 800—1000 м. Чем длиннее гон, тем производительнее используются тракторные агрегаты. Все продольные дороги размещают уступами или зигзагами таким образом, чтобы дороги выше- и нижележащих кварталов не соединялись по прямой друг с другом.

Длина рядов насаждений ограничивается шириной (поперек склона) клетки, которая, в свою очередь, зависит от рельефа. В Кабардино-Балкарии минимальная длина ряда равна 50 м, максимальная — 200 м, а длина клеток вдоль уклонов колеблется от 150—270 м на склонах 2° до 60—100 м на склонах 7—10° (А. К. Каиров, М. Н. Фисун, И. Э. Барбакадзе, 1973). При этом форма клеток всецело обусловлена рельефом. На склонах с выпуклой поверхностью и плавным изгибом горизонталей они будут иметь трапецеидальную форму с удлинением рядов вниз по склону. На вогнутых формах рельефа клетки более расширены в верхней и сужены в нижней части склона. Клетки прямоугольной формы допустимы на прямых участках склонов без изгибов горизонталей (рис. 17).

Образцами правильной организации территории виноградников на склоновых землях могут служить опытные хозяйства Молдавского института плодоводства, виноградарства и виноделия, Молдавского НИИ почвоведения и агрохимии имени Н. А. Димо, колхозы «Бируинца», имени Мичурина, имени Кирова, совхозы «Гидигичский» и «Виктория».

По границам кварталов, которые имеют обычно ширину 100—200 м, располагаются противоэрозионные лесные или кустарниковые полосы. В прошлом их часто создавали из малоценных пород. В настоящее время

полосы закладывают из пород, обеспечивающих не только высокую противоэрозионную эффективность, но и получение больших доходов. Так, в колхозе имени Кирова Чимишлийского района заложены двухрядные лесополосы шириной 11 м из грецкого ореха в смеси с вишней и черешней. Они хорошо защищают почву от эрозии и дают хозяйству высокий доход (В. М. Сахаров, 1958).

На виноградниках часто высаживают не лесные, а кустарниковые противоэрозионные полосы, которые резко уменьшают склоновый сток, смыв почвы, а зимой служат в качестве кулис для снегозадержания. При этом предпочтение отдают ягодным кустарниковым полосам. Так, в Молдавском НИИ садоводства, виноградарства и виноделия трехрядные шестиметровые стокорегулирующие полосы из малины и черной смородины в течение года задерживают около 1,5 м^3 воды на каждом погонном метре. На участке с такими полосами полностью предотвращена эрозия. Кроме того, от реализации ягод институт ежегодно получает дополнительный доход (В. С. Федотов, 1975).



Рис. 17. Схема организации территории виноградника

Помимо кустарниковых полос, размещаемых по границам кварталов, на склонах 8—10° через 13—15 рядов виноградных насаждений вместо одного ряда винограда можно высаживать двухрядную густую ивовую полосу с расстоянием между рядами 50 см и в ряду 20—25 см. Как показали наблюдения, такие полосы сокращают сток и смыв почвы при выпадении ливней. Кроме того, они способствуют задержанию снега на склонах и регулируют его таяние (В. М. Варицева, 1962).

При освоении склонов под виноградники плантажную вспашку проводят после перенесения проекта в натуру. Нельзя допускать распашки запроектированных поперек склона дорог, а также задернованных лощин и ложбин, играющих роль водосбросов при выпадении большого количества осадков. Плантажную вспашку выполняют только поперек склона во избежание смыва почвы и потери питательных веществ.

На сложных склонах, ниспадающих в нескольких направлениях, контурные ряды виноградных кустов размещают в виде ломаных линий, плавно изгибающейся кривой либо в виде сочетания этих форм. Контурные ряды, состоящие из прямолинейных отрезков или приближающихся к ним, но соединенные между собой плавными изгибами, обеспечивают наиболее благоприятные условия для движения между ними тракторных агрегатов. В этих же целях рекомендуется, чтобы углы излома прямолинейных отрезков контурных рядов составляли не менее 150°, а радиус изгиба криволинейных отрезков равнялся не менее 15 м (П. В. Иванов, В. Я. Зельцер, 1965).

Сажать кусты винограда на склонах в двух смежных рядах целесообразно в шахматном порядке.

Одна из мер борьбы с эрозией почв на виноградниках — периодическое осеннее глубокое безотвальное рыхление почвы в междурядьях 1 раз в три-четыре года.

В крымских совхозах «Кастель», «Ливадия» и других в борьбе с эрозией на виноградниках поперек склона в шахматном порядке размещают канавки длиной 8—10 м, глубиной 50 см и шириной 40 см (А. Н. Олиферов, 1963).

Эффективно также прерывистое бороздование почвы в междурядьях виноградников. Выполненное одновременно с культивацией почвы, оно резко уменьшает,

а часто полностью предотвращает сток осадков и смыв почвы в случае выпадения ливней.

В ОПХ «Дурлешты» Молдавского НИИ почвоведения и агрохимии имени Н. А. Димо на участках с применением прерывистого бороздования смыв почвы снижался в 2—3 раза (В. М. Сахаров, 1972). На склонах до 5° этот прием осуществляют через два-три, а на более крутых склонах — через одно-два междурядья. Прибавка урожая в среднем за четыре года составляла при этом 1,5—2 ц/га.

Надежный прием защиты почв от эрозии на виноградниках — мульчирование междурядий. Иногда его сочетают с прерывистым бороздованием или лункованием почвы. В этом случае обеспечивается наилучшее задержание выпадающих осадков, снижение смыва почвы и уменьшение испарения почвенной влаги. По данным исследований, прерывистое бороздование с последующим мульчированием в среднем за четыре года снизило смыв почвы в сравнении с контролем (обычная обработка) в 3 раза и в сравнении с одним прерывистым бороздованием — на 38% (В. М. Сахаров, 1972).

Хорошие результаты дает также вертикальное мульчирование почвы в междурядьях виноградников. Для этого прорезают V-образные щели глубиной до 50 см и шириной в нижней части до 6—8 см, а в верхней у поверхности почвы — до 15 см. В щели вдувают измельченную виноградную лозу, солому, пожнивные остатки различных сельскохозяйственных культур, лузгу подсолнечника, опилки и т. д. Вертикальное мульчирование осуществляют при помощи агрегата, состоящего из мощной рыхлящей лапы с приваренными к ней крыльями и воронкой, через которую поступает мульчирующий материал в прорезанную щель. Использование этого приема увеличивает поглощение воды почвой на 50%. Растительный материал сохраняется в щелях в течение трех — пяти лет.

В Молдавском НИИ почвоведения и агрохимии имени Н. А. Димо вертикальное мульчирование значительно сокращало сток и смыв почвы. Если на виноградниках с обычной обработкой смыв почвы за год в среднем за четыре года составлял 28,2 т/га, то на участках с вертикальным мульчированием он сократился в 4 раза (В. М. Сахаров, 1975).

Устойчивость почв к эрозии можно повысить в результате обработки междурядий полимерами (в частности, К-4) и применения сидератов. Сидеральные культуры высевают обычно как в каждом междурядье, так и через несколько рядов.

В Краснодарском крае на виноградниках, размещенных на склоне 12—15°, в каждом междурядье, а также через междурядье в качестве сидерата осенью высевали пелюшку в смеси с овсом или с ячменем. Контроль — паровая обработка почвы в междурядьях. Прирост побегов в случае использования сидерата через междурядье оказался на 14,7%, а в каждом междурядье — на 37,3% выше, чем в контроле (без применения сидерата). Прибавка урожая в первом случае составила 17,8%, во втором — 33%. На участках с сидерацией резко сократился смыв почвы (Л. Ф. Дизенгоф, 1965).

Установлена высокая эффективность полосного залужения междурядий виноградников на склонах. Смыв почвы при этом уменьшился в 3—6 раз (В. М. Сахаров, 1972).

В зависимости от крутизны склонов применяют различные способы залужения междурядий виноградников. На склонах до 5° залужают пятое или шестое междурядье, 5—8° — третье или четвертое, а 8—12° — каждое второе. Для залужения используют бобово-злаковую смесь. Травы сеют осенью, после уборки урожая. На второй и третий годы травостой периодически скашивают или прикатывают катком, в результате чего образуется мульчирующий слой из растительных остатков. Через три-четыре года полосы распахивают, а под залужение отводят нижележащие междурядья. Таким образом, на склонах до 5° залужение одного и того же междурядья повторяют через 15 лет, 5—8° — через 12, а 8—12° — через 6 лет. В случае залужения междурядий не только уменьшается эрозия, но и повышается урожай винограда.

Весьма эффективен комплекс мероприятий по защите почв от эрозии на виноградниках, применяемый в опытном хозяйстве Всероссийского НИИ виноградарства и виноделия (Ростовская область). Здесь, начиная от водораздела, осуществляют контурное размещение рядов кустов винограда. При обработке почвы в междурядьях создают систему валиков и борозд, уменьшающих

сток ливневых осадков и талых вод. Валики и канавки образуются и при укрытии виноградников на зиму лозоукладчиком ПРВН-3900. Через 250—500 м на склонах 1—2°, через 50—160 — 2—4° и через 15—50 м на склонах 4—8° по контурам здесь размещены защитные ряды деревьев, валы и канавы. Водозадерживающие валы высотой около 60 см и канавы глубиной до 100 см расположены выше защитных рядов деревьев. Водопоглощающие канавы с валами образуются при вспашке вразвал плантажным плугом. Канавы заполняют виноградной лозой или другими органическими материалами, измельченными соломосилосорезкой РСС-6. Выше канав по горизонталям уступами размещены основные дороги. Дороги, расположенные вдоль склона, отличаются волнистым продольным профилем за счет создания водозадерживающих валов с широким основанием. Расстояние между валами устанавливают в зависимости от уклона: при уклонах 1—2° оно равно 85 м, 2—3° — 60 м. Валы делают бульдозером. В результате проведения этих мероприятий предотвращается сток и смыв почвы и повышается урожай винограда.

На закладку защитных рядов деревьев, сооружение валов и канав с заполнением их органическими материалами, на поделку валов по дорогам, вспашку по горизонталям с образованием напашных валов и разъемных борозд, а также на другие противоэрозионные работы единовременные затраты на 1 га составляют 3 р. 20 к. (Я. И. Потапенко, 1970).

Большие работы по освоению неудобных земель на склонах осуществляет НИИ горного плодоводства и цветоводства МСХ СССР. Применение планировки поверхности горных склонов с объединением отдельных разрозненных участков в единые массивы позволяет осваивать здесь значительные площади ранее пустовавших земель под закладку плодовых насаждений, виноградников, цитрусовых. При планировке выравнивают все неровности рельефа, засыпают промоины и небольшие овраги. Для выполнения этих работ используют траншейный метод, при котором агрегат (бульдозер, экскаватор) многократно проходит по одному и тому же следу, образуя траншеи. Затем «гребни» нетронутой почвы разрушают и распределяют по поверхности. Средняя стоимость 1 га освоения склонов таким способом составляет 1240 руб.

Общие затраты на закладку плантаций и уход за ними, включая планировку, окупаются в случае выращивания цитрусовых в первый год, винограда и плодовых — на второй-третий год с начала вступления их в плодоношение (Г. И. Дизенгоф, 1967).

Террасирование склонов под многолетние насаждения. Террасирование как метод освоения склонов под возделывание различных культур находит широкое применение. Под сады и виноградники террасы сооружают трех видов: гребневидные, ступенчатые и траншейные. Гребневидные террасы создают обычно на склонах до 8—12°. В зависимости от крутизны склона, расчетного стока осадков, водопоглотительной способности почв, высоты сооружаемых валов и других факторов расстояние между гребнями может колебаться в больших пределах, чаще всего от 10—20 до 60—80 м. В районах с недостаточным увлажнением перед гребнями сооружают невысокие, но широкие водозадерживающие канавы, а в районах с избыточным увлажнением — более узкие и глубокие водоотводные канавы с уклоном к водосбросным сооружениям. Применение террас этого типа обусловливает полосную организацию территории садов и виноградников с контурным размещением насаждений. В междурядьях многолетних насаждений проводят комплекс агротехнических противоэрозионных мероприятий — полосное рыхление, прерывистое бороздование и лункование почв, создание буферных полос и др.

Такой метод освоения склонов широко применяют в Молдавской ССР.

ТАБЛИЦА 106. Расстояние между гребневидными террасами в зависимости от крутизны склона и механического состава почв

Крутизна склона, град	Расстояние между террасами на почвах различного механического состава, м		
	глинистых	суглинистых	супесчаных
3	70	90	100
4	65	80	90
5	55	70	80
6	50	60	65
7	45	55	60
8	40	50	55
9	35	45	50
10	30	40	45
11	25	35	40
12	20	30	35

Здесь в зависимости от крутизны склона и механического состава почвы принято различное расстояние между гребневидными террасами (табл. 106).

С увеличением крутизны склона уменьшается расстояние между гребневидными террасами, при этом чем выше водопроницаемость почв, тем возможно больше расстояние между террасами. Параметры террас: глубина воды в прудке у вала — 0,2—0,3 м, высота вала в верхнем бьефе — 0,3—0,4, ширина вала по уклону местности — 1,2, ширина канавы в нижней части — 0,2, глубина канавы — 0,6 м. Между валами по контурам осуществляют ленточный подъем плантажа.

На склонах более 8—12° создают обычно ступенчатые террасы, представляющие собой площадки — полувыемки-полунасыпи, образованные на склоне при помощи различных орудий. С увеличением крутизны склонов при террасировании повышаются потери полезной площади, возрастает вертикальное расстояние между террасами и глубина выемки, увеличивается объем земляных работ и уменьшается протяженность террас на единицу площади (табл. 107). Все это ведет к снижению эффективности террасирования.

Ступенчатые террасы создают различной ширины для размещения одного, двух, трех и более рядов кустов винограда или плодовых деревьев. Так, в Крыму на склонах 10—13° для размещения трех рядов плодовых культур устраивают террасы с шириной полотна 13—14 м, на склонах 13—20° для размещения двух рядов плодо-

ТАБЛИЦА 107. Расчетные данные по созданию террас на склонах различной крутизны при ширине горизонтального полотна 3 м и одинарных откосах (по данным В. Б. Гуссака)

Крутизна склона, град	Потери полезной площади, %	Вертикальное расстояние между террасами, м	Глубина выемки, м	Объем земляных работ, $м^3$/га	Протяженность террас на 1 га, м
10	22,8	0,8	0,5	1000	2000
15	30,8	1,5	0,6	1300	1800
20	39,4	2,2	0,7	1600	1500
25	48,7	3,4	0,8	1800	1200
30	58,8		1,0	2000	900

вых культур — террасы с шириной полотна 8 м и на склонах более 20° для однорядного размещения плодовых культур — террасы с шириной полотна 5—6 м (М. А. Кочкин, В. И. Донюшкин, 1964).

Широкие террасы (7—8 м) сооружают на Кабардино-Балкарской опытной станции садоводства. На них размещают четыре ряда виноградников либо три ряда яблонь или груш на слаборослых подвоях, персиков, слив, фундука. Такие террасы создают на крутых склонах с мощной глинистой или суглинистой почвообразующей породой.

На Сумской сельскохозяйственной опытной станции для однорядных посадок плодовых деревьев создают террасы с шириной полотна 4 м, а для двухрядных — 6 м. В первом случае на 1 га склона размещают 250, а во втором — 350 деревьев семечковых пород.

При выборе ширины полотна террасы учитывают, что с увеличением ширины террас возрастает вертикальное расстояние между террасами и глубина выемки, увеличиваются объем земляных работ и стоимость создания террас. В случае увеличения ширины полотна террасы вдвое глубина заложения террас возрастает в 2 раза, объем земляных работ — в 3—3,5 раза, а полезная площадь склона — всего на 3—10%. Следовательно, при выборе ширины полотна террас под посадки важно всесторонне анализировать все факторы, имеющие место в конкретных условиях. Кроме крутизны склонов, нужно принимать во внимание генетический тип почвы, ее мощность, характер подстилающих пород, стокообразующие осадки, условия развития растений винограда в одно-, двух-, трех-, четырех- и пятирядных насаждениях.

Наибольшие рост, количество плодоносных побегов и соцветий наблюдаются у кустов центральных рядов многорядных и у двух- и однорядных насаждений террас. Кусты, расположенные в крайних рядах многорядных насаждений на террасах, отличаются меньшим ростом и плодоношением. Максимальный урожай с одного куста и с единицы площади получают на двухрядных насаждениях террас, минимальный — на однорядных (С. И. Мартин, 1968). Наибольшая сахаристость винограда отмечена на одно-, двухрядных насаждениях террас. С увеличением количества рядов снижается сахаристость ягод. При этом в крайних рядах многорядных на-

саждений террас она бывает больше, а в центральных — меньше.

В различных районах страны ступенчатые террасы создают с разным поперечным профилем полотна: горизонтальные, горизонтальные с валиками, с прямым уклоном (по направлению склона) 3—6° и с обратным уклоном 3—6°.

Так, в Молдавии, по данным семилетних исследований, на склоне 9—13° максимальный урожай и наилучшее качество винограда получены на террасах с горизонтальным профилем полотна с валиком у насыпного откоса (В. М. Сахаров, 1969).

На Украине на склонах 14—18° наилучшим ростом отличаются деревья сливы и яблони, произрастающие на террасах с поперечным уклоном в сторону, обратную направлению склона. Прирост диаметра штамба у этих пород в данном случае был на 30—60% больше, чем на террасах с поперечным наклоном полотна в направлении склона (П. Д. Попович, 1970). Аналогичная закономерность, но выраженная в несколько меньшей степени, отмечена и в росте побегов продолжения.

В засушливых условиях деревья, посаженные на террасах с горизонтальным поперечным профилем полотна, по силе роста несколько уступают деревьям, произрастающим на террасах с обратным уклоном. На террасах с наклоном полотна в сторону, обратную направлению склона, почти полностью задерживается талая и дождевая вода, в то время как при наклоне полотна вдоль склона большое ее количество стекает, в результате чего может проявляться эрозия.

Безусловно, наиболее полного задержания осадков и предотвращения смыва почвы можно достичь в случае строительства террас с обратным уклоном полотна. Такие террасы наиболее целесообразно создавать в районах, где возможен большой сток и особенно если эти районы засушливые. С точки зрения наибольшего задержания вод осадков и предотвращения смыва почв большими достоинствами характеризуются также горизонтальные террасы, в первую очередь с валиком у бровки. Подобный профиль должны иметь все орошаемые террасы.

Однако при строительстве террас с обратным уклоном возрастает превышение их по вертикали, увеличи-

ваются длина откосов по склону, глубина выемки, потеря площади под откосами, объем земляных работ. Кроме того, создание таких террас иногда бывает затруднено вследствие малой мощности почвы. Стоимость строительства террас с обратным уклоном полотна особенно возрастает с увеличением крутизны склонов и ширины террас.

В районах с каменистыми почвами сооружают вертикальные откосы террас с каменной кладкой. Они обеспечивают наибольший выход полезной площади при освоении склонов. На остальных почвах создают наклонные откосы террас. Так, в Крыму на суглинистых почвах выемочным откосам придают обычно уклон 50—60°, а насыпным — 35—40°. Для различных грунтов рекомендуются следующие откосы: глина — 1:1; суглинок — 1:25, супесь — 1,5 : 1 и песок — 2 : 1 (П. П. Благонравов, П. М. Щербаков, 1963). Откосы террас засевают, как правило, многолетними травами или занимают другими культурами. Так, в Никитском ботаническом саду при закреплении откосов террас используют лаванду. Благодаря глубокому проникновению корней и незначительной испаряющей поверхности листьев эта культура хорошо переносит засуху.

В Крыму для закрепления откосов высевают также ирис, розмарин, высаживают персик.

В колхозе имени Мичурина Страшенского района Молдавской ССР на откосах террас посадили землянику, которая хорошо прижилась и образовала довольно густой растительный покров. В Болгарии откосы террас часто занимают ягодными кустарниками, бахчевыми и другими культурами.

В период после формирования насыпных откосов и до их закрепления растительностью они обычно подвергаются некоторому разрушению стекающими талыми и ливневыми водами. Поэтому в данном случае приходится систематически заравнивать появляющиеся струйчатые размывы и промоины. Для того чтобы повысить водопроницаемость и противоэрозионную устойчивость почв, после завершения строительства террас их целесообразно обработать полимерами-структурообразователями. В частности, использование полиакриламида в норме 250—1000 кг/га резко сокращает размыв насыпных откосов и способствует лучшему их задернению.

Ступенчатые террасы в большинстве случаев сооружают при помощи плантажных плугов, бульдозеров или полевых плугов. Террасы, построенные с использованием бульдозеров, часто называют выемочно-насыпными, а плантажными плугами — плантажными. Это не совсем верно, поскольку все ступенчатые террасы — выемочно-насыпные, так как состоят их полувыемок-полунасыпей.

При строительстве плантажных террас склон разбивают на полосы, ширину которых устанавливают с расчетом запроектированной ширины террасы. Границы террас закрепляют пропахиванием борозд. Затем вдоль линии, обозначающей на склоне нижний край будущего полотна террасы, плантажным плугом пропахивают первую борозду с отвалом вниз по склону. При этом плуг заглубляют на 25—35 см. После холостого заезда пропахивают вторую борозду на глубину 35—45 см. Третью и все последующие борозды выполняют при полном заглублении плуга. Одностороннюю вспашку осуществляют до тех пор, пока последняя борозда окажется на расстоянии 70—100 см от верхнего края отведенной полосы. Эту полосу не распахивают. Ее оставляют в задернованном состоянии как берму террасы. Часть ее закрывают почвой, полученной от первого и второго прохода плуга при создании следующей террасы. Каждый проход плантажного плуга соответствует примерно 0,8 м готового полотна террасы.

После завершения плантажной обработки при помощи грейдера придают заданный поперечный профиль поверхности полотна террасы, окончательно формируя насыпной откос. Тем же грейдером с вынесенным в сторону под небольшим углом ножом формируют и выемочный откос. Плантажное терасирование применяют на склонах до 18° (П. В. Иванов, 1965).

На строительстве террас бульдозером используют универсальный бульдозер Д-259, у которого отвал можно устанавливать под углом 62° к направлению движения. После разбивки участка и пропашки борозд, обозначающих границы будущих террас, формируют полотно террасы. Работа по строительству террас универсальным бульдозером слагается из следующих операций. Отвал бульдозера устанавливают в рабочее положение, выдвигая вперед правую (нагорную) сторону отвала. Для об-

разования угла зарезания правый башмак толкателя бульдозера перевертывают сферической головкой вниз, закрепляя его в этом положении, вследствие чего нож отвала получает угол наклона в вертикальном профиле. Затем бульдозерист, выбрав относительно пологое место для начала работы, выезжает на верхнюю границу полосы отвода земли под террасу, и, осуществляя возвратно-поступательное движение на небольшом отрезке пути вдоль намеченной террасы, срезает грунт до образования горизонтальной площадки. Срезанный грунт слабо отваливается от лопаты, поэтому небольшим разворотом бульдозера приходится перемещать его в левую сторону (вниз по уклону), подсыпая под левую гусеницу, и таким образом пополнять насыпную часть террасы. Закончив работу на данном отрезке (длиной 10—15 м), бульдозер продвигается вперед на новый участок и так до конца террасы. После устройства террасы заданной ширины грейдером под углом 60° срезают выемочный откос, а полотну террасы придают заданный поперечный профиль (В. С. Федотов, 1961).

В Молдавии в 1953 г. нами был впервые испытан способ сооружения террас с помощью обычных полевых плугов. Выбранный участок располагался на склоне 14 —

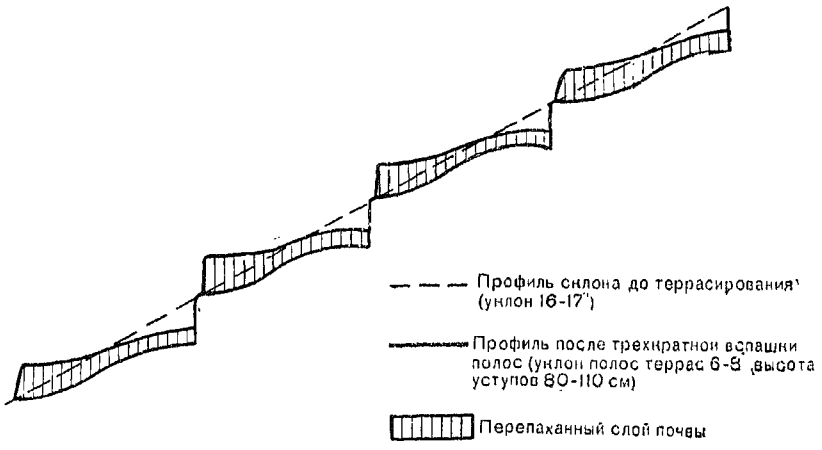


Рис. 18. Профиль сформированных напашных террас после трехкратной односторонней вспашки полос шириной 5 м на склоне 14—17°

17° с сильносмытым суглинистым черноземом. Склон разбили на полосы шириной 5 м, между границами полос оставили расстояние 50 см.

В результате трехкратной вспашки полос на склоне появились наклонные напашные террасы изогнутого профиля. В верхней части полотна террасы было небольшое углубление, примыкающее к основанию следующего откоса; в средней части — некоторая выпуклость и в нижней части — наиболее выровненная поверхность, которая примыкала к гребню откоса, спускающегося к следующей террасе. Уклон полотна террас составлял в среднем 6—8°. Высота откоса между террасами равнялась 90—100 см (рис. 18).

Каждый откос между террасами состоял из двух примерно равновеликих частей: выемочной и насыпной. Нижняя часть откоса, образованная от врезания плуга, имела крутую стенку, а верхняя принимала угол откоса почвы, равный примерно 40—50°. Мощность перепаханного слоя почвы в результате трехкратной вспашки полос в верхней половине террасы составляла 20—30 см, в нижней — 45—50 см.

По всей террасе произошло перемешивание 30-сантиметрового слоя почвы. При этом поверхностный 10-сантиметровый слой был обнаружен в верхней, нижней и средней частях полотна террас. Полного сбрасывания верхнего гумусового слоя в откос террасы не наблюдалось, что, как правило, бывает при террасировании бульдозерами. В случае напашного террасирования происходит не только смещение, но и тщательное перемешивание почвы.

Таким образом, результаты проведенных исследований показали возможность строительства качественных напашных террас при помощи трехкратной односторонней полосной вспашки склонов.

В колхозе имени Кирова Котовского района Молдавской ССР изучали процесс напашного террасирования склонов трех-, пятикорпусным плугом на тяге трактора ДТ-54. При этом установлено количество односторонних вспашек, необходимых для формирования напашных террас в зависимости от крутизны склона и ширины полос (табл. 108).

С увеличением крутизны склона и ширины полос увеличивалось и количество вспашек, необходимых для

ТАБЛИЦА 108. Необходимое количество вспашек для формирования напашных террас в зависимости от крутизны склона и ширины полосы (по данным А. Г. Рожкова, 1963)

Ширина полос до террасирования, м	Число вспашек при крутизне склона, град			
	8	12	16	20
2	1	1—2	2	2—3
4	2	2—3	3—4	4—5
6	2—3	4—5	5—6	7
8	3—4	5—6	6—7	8—9

формирования террас. На склоне 12—15° при четырех-, пятикратной односторонней вспашке производительность трактора ДТ-54 в сцепке с пятикорпусным плугом составляла 0,65—0,8 га, с трехкорпусным плугом — 0,6 — 0,75 га готовых террас. Затраты на строительство 1 га напашных террас не превышали 32 руб.

В колхозе имени Суворова Сорокского района Молдавской ССР на склоне 8—15° для формирования четырехметровых террас нарезали полосы шириной 5,5 — 6,5 м (в зависимости от уклона), на которых провели четырехкратную одностороннюю вспашку почвы. При последнем проходе плуга осуществили одновременное боронование полотна и откосов террас. Как показали замеры, после четырехкратной вспашки полос на участках склона крутизной 8° образовались террасы с поперечным уклоном 0,5°, 12° — с уклоном 3° и на участках с уклоном 15° полотно террас приобрело уклон 4,5°. Глубина взрыхленного слоя почвы в выемочной части террас составляла 20—30 см, в насыпной — 45—55 см.

По примеру Молдавской ССР строительство террас полевыми плугами стали применять в других республиках, в том числе и в РСФСР.

Напашное террасирование склонов под сады осуществляют в Кабардино-Балкарской АССР. На напашных террасах в сравнении с плантажными в почве накапливается большее количество влаги, складывается более благоприятный питательный режим, лучше приживаются и интенсивнее растут деревья. Напашные террасы предотвращают эрозию почвы. В то же время на участках

сплошного плантажа (склон 10—13°) смыв почвы за весенне-летний период в совхозе «Нальчикский» составил 400 т/га (П. Г. Лучков, 1965).

После завершения строительства террас полотно на выемочной их части обязательно рыхлят. В результате улучшается аэрация, повышается водопоглотительная способность почвы, содержание в ней влаги, создаются более благоприятные условия для микробиологических процессов и развития корневой системы насаждений. Раскопки виноградных кустов на террасах показали, что при глубоком рыхлении почвы корневая система свободно развивается вглубь.

Влажность почвы на различных частях полотна террас во многом зависит от их поперечного профиля. На террасах с обратным уклоном, как правило, максимальная влажность почвы наблюдается у выемочного откоса. На террасах всех типов минимальная влажность почвы в большинстве случаев отмечается у насыпного откоса, что связано с повышенным испарением здесь почвенной влаги. На террасах с горизонтальным профилем полотна, а также с прямым уклоном наибольшее количество влаги содержится обычно в средней части полотна и ближе к выемочному откосу. Так, на расстоянии 50 см от выемочного откоса террасы запасы влаги в метровом слое почвы составляли 108 мм, в середине террасы — 103, в 50 см от насыпного откоса — 78 мм (В. С. Федотов, 1960).

Особенно большие различия в содержании влаги в почве по поперечному профилю наблюдаются на террасах с обратным уклоном. Так, на террасах, расположенных на склонах 15—18°, в метровом слое почвы на расстоянии 1 м от выемочного откоса было 231 мм влаги, 1 м от насыпного откоса — 169, а на берме — 134 мм (П. Д. Попович, 1970).

Почвы по поперечному профилю полотна террас различаются по плодородию. Степень различия в содержании питательных веществ между выемочной и насыпной частями полотна террас зависит от генетического типа и мощности почвы, технологии строительства террас, крутизны склона, ширины и типа поперечного профиля террас. Чем больше различаются генетические горизонты почв, меньше мощность почвы, круче склон и шире полотно террасы, тем больше различие в содер-

жании питательных веществ на выемочной и насыпной частях террас. Разница в содержании питательных веществ по полотну террасы возрастает также с изменением поперечного профиля террас от прямого уклона (вдоль склона) к горизонтальной террасе и к террасе с обратным уклоном.

Наиболее неоднородные по плодородию почв террасы формируются при строительстве бульдозером и наиболее однородные — полевыми плугами. Различия в содержании питательных веществ на выемочной и насыпной частях террас можно сгладить за счет совершенствования технологии строительства террас и дифференцированного внесения навоза и минеральных удобрений на различные части полотна. Наибольшее количество навоза и минеральных удобрений нужно применять на выемочной и наименьшее — на насыпной части полотна террасы.

До посадки насаждений на террасах рекомендуется посеять сидераты и внести навоз и минеральные удобрения в повышенных нормах одновременно с глубоким рыхлением полотна.

В Молдавской ССР при внесении 60 т/га навоза, 0,5 ц/га аммиачной селитры, 1,5 ц/га суперфосфата и 1 ц/га хлористого калия прирост одного виноградного куста второго года развития увеличился с 234 до 383 см и одного побега — с 53 до 82 см в сравнении с контролем (М. М. Портной, 1965).

В Азербайджанской ССР наилучший эффект получен в случае внесения $N_{200}P_{250}K_{200}$ в выемочную часть и $N_{100}P_{150}K_{100}$ — в насыпную часть террасы. При использовании 100 т/га навоза отмечено увеличение содержания в почве гумуса, азота, подвижного фосфора и обменного калия. В результате приживаемость саженцев винограда возросла с 79,5 до 91,5%, годовой прирост в первый год увеличился в сравнении с контролем с 27 до 48,5 см, во второй — с 35,5 до 68,5 см (А. Сеидова, 1975).

На Терском опорном пункте Кабардино-Балкарской опытной станции садоводства для окультуривания полотна террас используют гумусированную почву из делювиального шлейфа долин с содержанием гумуса 6—9%. Ее вносят слоем 25—30 см по всей ширине выемочной части террасы. После плантажной перепашки всего полотна гумусированный слой заделывают на глу-

бину корнеобитаемого слоя почвы. В результате рост и развитие винограда, а также плодовых растений выравниваются по всему полотну.

После внесения в почву навоза и минеральных удобрений для окультуривания почвы в течение двух-трех лет на террасе целесообразно выращивать многолетние травы и сидераты, что способствует улучшению физических свойств и повышению плодородия почв.

Для того чтобы ускорить рост виноградной лозы, навоз и минеральные удобрения рекомендуется вносить в лунки. В исследованиях, проведенных на Украине, при закладке садов на террасах удобрения, по 15 кг перегноя-сыпца, вносили в посадочные ямы. Это обеспечило хороший рост молодых деревьев яблони и сливы. Положительное влияние на рост деревьев оказала также заправка посадочных ям верхним плодородным слоем почвы, взятой с бермы (П. Д. Попович, 1970).

Террасирование склонов обеспечивает высокий противоэрозионный эффект. Так, в Заилийском Алатау на затеррасированных склонах 17—25° смыв горных черноземов практически отсутствовал (А. П. Драгавцев, 1958). На незатеррасированных склонах той же крутизны в условиях богарного земледелия за шесть лет наблюдений было смыто 780—840 $м^3$/га почвы. В летний период влажность почвы на террасах оказалась на 1,5—2% выше, чем на склоне без террас. В тех же условиях на террасах сумма биологически активных температур была на 100—120° выше, чем на склоне без террас. Высота снежного покрова на террасах оказалась на 7—12 см больше, чем на участке склона без террас. При этом снег на террасах лежал на восемь — десять дней дольше, чем на незатеррасированных площадках. По данным Сумской сельскохозяйственной опытной станции, запасы влаги в 1,5-метровом слое почвы на террасах бывают обычно на 3—4% выше, чем на незатеррасированном склоне. В Крыму после выпадения ливней суммарный сток на водосборе с террасами оказался на 75,2—81,2%, а смыв почвы — в 100—200 раз меньше, чем на незатеррасированном склоне (А. Н. Олиферов, 1963).

Освоение склонов террасированием дает высокий экономический эффект. Так, все расходы по созданию на крутых склонах высокопродуктивных виноградников окупаются обычно со значительным избытком уже на

ТАБЛИЦА 109. Применение противоэрозионных мероприятий при освоении склонов различной крутизны под сады и виноградники

1—5°	5—8°	8—12°	12—18°	18—25°	Более 25°
Освоение склонов без террасирования		Освоение склонов с террасированием			
Кварталы в виде слабовытянутых поперек склона прямоугольников	Кварталы в виде контурновытянутых поперек склона полос	Напашное террасирование полевыми и плантажными плугами		Террасирование бульдозерами и террасерами	Сооружение траншейных террас для размещения на них насаждений в один ряд и посадка деревьев в отдельные ямы с водоулавливающими бороздами
Ряды размещены по контурам		Террасы на три—пять рядов	Террасы на два-три ряда	Террасы на один-два ряда	
Допустима обработка междурядий в двух направлениях (второе — поперек склона)	Обработка междурядий только в одном направлении. Постепенно формируются напашные террасы				
		Осваивать склоны можно также контурными полосами с сооружением через каждые 20—60 м водозадерживающих валов и водопоглощающих траншей	Внесение на террасы навоза и минеральных удобрений; посев сидератов. Рыхление полотна террас перед закладкой многолетних насаждений. На террасах с прямым уклоном полотна проводят в междурядьях прерывистое бороздование или лункование почвы в эрозионно-опасные периоды		
	В междурядьях можно создавать буферные полосы				
Внесение удобрений, посев сидератов, мульчирование. В междурядьях проводят глубокое полосное рыхление почвы, прерывистое бороздование и лункование					

третий год их полного плодоношения. Таким образом, ранее бросовые земли обеспечивают хозяйствам высокие доходы.

На Кабардино-Балкарской опытной станции садоводства до освоения склонового участка площадью 12 га с него получали по 2—2,5 т сена на сумму менее 80 руб. После террасирования на этом склоне посадили более 10 тыс. кустов винограда. На третий год после посадки собрали урожай на сумму более 7,5 тыс. руб. За три года плодоношения затраты окупились полностью, чистый доход от реализации продукции составил 1200 руб/га. Причем на террасах урожай винограда был более высокого качества, чем на равнинных участках. Сорт Саперави северный в среднем за три года плодоношения на террасах накапливал на 2,1%, а Алиготе, Рислинг, Пухляковский, Ркацители, Галан — на 1,2—1,9% сахара больше, чем на равнине (А. К. Каиров, М. Н. Фисун, И. Э. Барбакадзе, 1973).

Террасирование склонов успешно применяют в Дагестанской АССР. Террасы на склонах более 12° сооружают здесь бульдозерами, а на склонах 8—12° — плугом ПН-5-35.

В зависимости от крутизны склонов при освоении их под многолетние насаждения используют различные приемы защиты почв от эрозии. В таблице 109 приведены основные рекомендации по применению противозрозионных мероприятий при освоении склонов разной крутизны под сады и виноградники.

Во всех случаях основную дорожную сеть размещают по контурам, а дороги, идущие вдоль склона,— уступами. При этом создают сеть водопоглощающих и водоотводящих канав, проводят посадки противоэрозионных и ветрозащитных лесополос, буферных кустарниковых полос и осуществляют другие мероприятия противоэрозионного комплекса.

Освоение оврагов и заовраженных земель

В СССР борьба с овражной эрозией рассматривается как часть проблемы охраны природы. На выполнение работ по закреплению и сельскохозяйственному освое-

нию овражных земель государство выделяет огромные средства.

Во многих районах страны в последние годы проводятся большие работы не только по закреплению, но и по сельскохозяйственному освоению оврагов и заовраженных земель. При этом большое значение имеет засыпка промоин, которые часто придают склонам гофрированную поверхность. На таких склонах затрудняется работа сельскохозяйственной техники, снижается качество проведения полевых работ, концентрируется сток осадков, усиливаются смыв и размыв почвы. При концентрированном стоке осадков они довольно быстро превращаются в овраги.

Вначале промоины засыпают всвал полевыми или плантажными плугами, а после локального внесения в эти места навоза и минеральных удобрений в высоких нормах выполняют поперечную глубокую вспашку почвы и тщательное профилирование всего склона. В результате большие площади бросовых зродированных земель возвращаются в сельскохозяйственное использование. На таких склонах высевают обычно многолетние травы, а затем в зависимости от потребности хозяйства, склоны включают в севообороты или на них закладывают сады и виноградники.

Во многих хозяйствах Молдавии на ранее бросовых, сильно расчлененных промоинами склонах сейчас получают по 80—100 ц/га и более винограда.

Ценный опыт использования промоин для задержания стока вод накоплен в совхозе «Тимирязевский» Амвросиевского района Донецкой области. Здесь крупные промоины сначала залужают, а затем сооружают на них мелководные лиманы. Высота валов — 0,4—2,7 м, длина лиманов — 20—200, ширина лиманов у вала — 40—400 м. Мелководные лиманы предотвращают снос с полей большого количества плодородной почвы и способствуют значительному повышению урожайности культур. Так, на участках лиманного орошения у большинства культур она оказалась на 30—50% выше в сравнении с контролем (Н. К. Шикула, 1968).

Успешно проводятся работы по засыпке промоин и оврагов в колхозе «Ленинская Искра» Ядринского района Чувашской АССР. Промоины вначале выполаживают бульдозерами, а затем залужают бобово-злаковыми

смесями. Если раньше здесь получали по 5—6 ц/га сена, то теперь за три укоса собирают 45—50 ц/га высококачественного сена. В последние годы в колхозе залужено более 60 га склоновых и овражных земель, которые по продуктивности почти не отличаются от пашни. Затраты на залужение семенами собственного производства окупаются в первый год использования трав (А. Айдак, В. Романов, 1976).

В некоторых районах овраги полностью засыпают местным или привозным грунтом, а также выполаживают их откосы до определенного уклона. При выборе уклона выполаживания откосов оврагов А. Г. Рожков (1975) рекомендует руководствоваться следующими правилами:

если овраг размещен на пашне и на его месте предусматривают объединение разрозненных участков в единое поле, то уклон выположенных откосов не должен препятствовать нормальной работе машин и орудий;

если овраги расположены на участках с многолетними насаждениями на склонах 10—15° или на участках такой же крутизны, предназначенных под закладку виноградника или сада на террасах, то проектный уклон целесообразно принимать равным крутизне прилегающих склонов;

если участки с оврагами предполагают использовать под залужение, то проектный уклон при выполаживании может быть максимальным — 15—20°.

В таблице 110 приведены примеры расчета ширины полосы среза и объема земляных работ в случае засыпки оврагов различной глубины и ширины в зависимости от заданного уклона выполаживания откосов.

При коренной мелиорации оврагов крутизной до 8 — 10° предусматривают следующую схему (рис. 19) и очередность операций по выполаживанию откосов оврагов:

отбивают полосы среза вдоль бровок оврага. Для лучшей ориентации бульдозериста при выполаживании оврага полосу среза ограничивают пропашкой борозды. Затем овраг, начиная от устья, разбивают на рабочие участки длиной 20—40 м;

бульдозер начинает работу с устья оврага на первом участке, при этом он срезает слой почвы и перемещает его во временный кавальер. Засыпку оврага продол-

ТАБЛИЦА 110. Ширина полосы среза почвы и объем земляных работ при засыпке оврагов различной глубины и ширины в зависимости от заданного уклона выполаживания откосов (по данным А. Г. Рожкова, 1968)

Размер оврага				Заданный уклон выполаживания откосов, град	Ширина полосы, м	Объем земляных работ, $м^3$/пог. м
глубина, м	ширина, м	крутизна откосов, град	длина откосов, м			
4	10	39	6,4	10	5,7	7,2
				15	3,6	5,5
				20	2,4	3,9
8	10	58	9,1	10	10,1	20,0
				15	7,2	16,8
				20	5,5	14,2
12	10	68	13,1	10	13,4	35,5
				15	10,0	29,8
				20	7,8	14,6
4	20	22	10,8	10	5,1	8,1
				15	2,2	3,8
				20	0,5	1,0
8	20	39	12,8	10	11,3	28,9
				15	7,3	22,0
				20	4,8	15,5
12	20	50	15,7	10	16,1	53,6
				15	11,1	42,0
				20	8,2	26,0

жают до тех пор, пока поверхность первого рабочего участка с одной стороны оврага не будет доведена до заданного проектного уклона. Затем агрегат переезжает на противоположную сторону оврага и выполняет такую же работу, как на первом участке;

после того как будет закончено выполаживание первого рабочего участка, бульдозер переезжает на второй участок, срезает с него гумусовый слой и перемещает его на первый участок, равномерно распределяя по поверхности;

после окончания снятия и распределения гумусового слоя почвы приступают к срезанию обнажившейся породы и перемещению ее на дно оврага на втором участке. При выполнении этой операции бульдозер движется перпендикулярно бровке оврага.

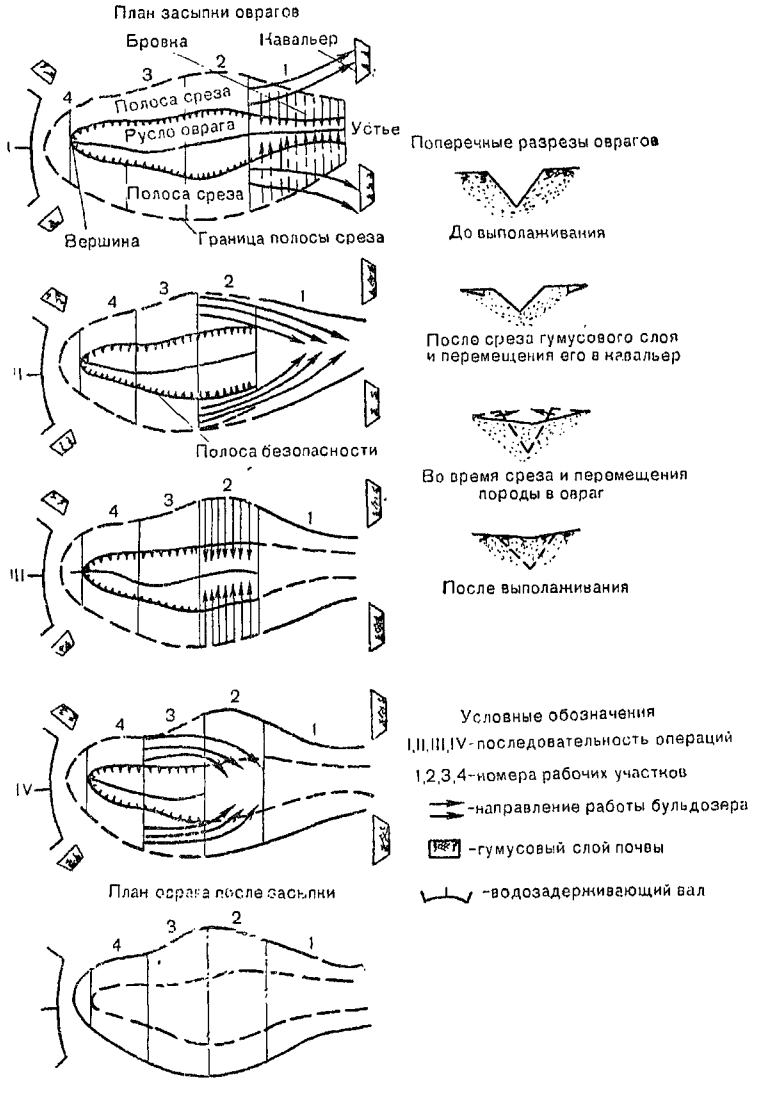


Рис. 19. Схема работ по выполаживанию оврагов, разработанная А. Г. Рожковым

Принцип выполнения операций на других рабочих участках такой же, как и на втором участке. При этом на последнем рабочем участке (у вершины оврага) выположенная поверхность остается без гумусового слоя почвы. Для покрытия ее плодородным слоем используют почву, снятую из-под основания земляного гидротехнического сооружения, которое предварительно строят у вершины оврага. Гумусовый слой с временных кавальеров на первом рабочем участке распределяют на не покрытых или на слабопокрытых почвой местах выполаживания оврага.

При снятии гумусового слоя с одного рабочего участка и перемещении его на нижележащий бульдозер движется параллельно оси оврага. Поэтому для соблюдения правил техники безопасности у бровки оврага оставляют полосу нетронутой земли, т. е. не срезают с нее гумусовый слой. Ширина такой полосы (бермы безопасности) зависит от глубины оврага и колеблется от 1 до 5 м. При глубине оврага 2 м берма безопасности необязательна.

В процессе засыпки оврага насыпную, наиболее рыхлую, часть выположенного оврага уплотняют несколькими проходами бульдозера. Одновременно с уплотнением центр образовавшейся ложбины выравнивают.

Учитывая, что при засыпке оврагов приходится выполнять значительный объем работ в сжатые сроки, целесообразно на один овраг выделять несколько бульдозеров.

Если склон изрезан оврагами, расстояние между которыми составляет 30—50 — 80 м, то наиболее рационально полностью засыпать овраги почвой и подпочвой с межовражных участков, т. е. осуществлять полную планировку склона. Перед засыпкой оврагов с межовражных участков снимают и перемещают в кавальеры гумусовый слой, который после засыпки оврагов равномерно распределяют по всей поверхности склона.

В зависимости от объема земляных работ стоимость 1 га мелиорируемых овражных земель бывает различной. Так, по данным А. Г. Рожкова (1975), средние затраты на 1 га мелиорируемой площади в колхозе «Заря коммунизма» Курской области составили 540 руб. Стоимость 1 $м^3$ земляных работ по большинству проектов на выполаживание и засыпку оврагов не превышает

0,2 руб. Срок окупаемости затрат значительно зависит от культур, которые будут выращивать на мелиорируемой площади.

Широкие работы по засыпке промоин и оврагов проводятся в хозяйствах Мордовской, Татарской АССР, Воронежской области. Например, в колхозе «Рассвет» Репьевского района Воронежской области в балке Красинской на склонах 15—16° насчитывалось пять оврагов глубиной до 10 м, 40 — от 0,5 до 2 м и масса мелких (до 0,5 м) промоин. После засыпки и выполаживания промоин и оврагов на площади 70 га посеяли многолетние травы. На другом участке площадью 100 га было два оврага глубиной до 18—22 м, восемь оврагов — до 7 м и 45 промоин глубиной 1,5—2 м. Промоины и мелкие овраги заровняли, на глубоких оврагах провели выполаживание откосов. Затем всю площадь залужили. В колхозе «Первомайский» Мордовской АССР в результате осуществления работ по коренной мелиорации пастбищ с засыпкой всех промоин и оврагов продуктивность их возросла с 20—30 до 100—120 ц/га зеленой массы, что значительно снизило себестоимость кормов. В совхозе «Вперед» Татарской АССР в случае мелиорации заовраженных земель с засыпкой и выполаживанием откосов оврагов глубиной 6—8 м и шириной 4—10 м средства, вложенные в освоение бросовых заовраженных земель, окупились сбором урожая сеяных трав в течение одного года (В. В. Коммодов, Г. Г. Данилов, 1975).

В Молдавии после засыпки оврагов на мелиорируемой площади вначале высевают многолетние травы и однолетние кормовые культуры, а через два-три года высаживают виноградники или сады. В колхозе имени Кирова Чимишлийского района этой республики урожай зеленой массы эспарцета за два укоса составил 199 ц/га, суданской травы — 160 ц/га. Всего в колхозе ликвидировано 19 оврагов, что позволило включить в интенсивное сельскохозяйственное использование более 80 га ранее бросовых земель (А. Г. Рожков, 1972).

Большие работы по коренной мелиорации склонов, изрезанных промоинами и оврагами, проводят в ОПХ Молдавского НИИ почвоведения и агрохимии имени Н. А. Димо. Здесь полностью засыпано 23 крупных оврага, что позволило объединить мелкие разрозненные участки в единый массив площадью более 60 га и осво-

ить его под виноградники. Объем земляных работ при этом составил 132 тыс. м^3. Засыпку оврагов осуществляли траншейным методом. На мелиорированных склонах среднегодовой сбор урожая винограда составлял 80—100 ц/га и более. Затраты на мелиорацию земель окупаются через два-три года (М. С. Одотюк, 1975). В Молдавии разработана и внедряется в производство технология коренной мелиорации оврагов с грунтовым водотоком (М. Д. Волощук, А. А. Джемилинский, 1975). Для этого овраг разбивают на рабочие участки. Участки (в порядке выполнения работ) нумеруют, начиная с вершины оврага. Вначале строят стокорегулирующее земляное гидротехническое сооружение. На первом рабочем участке подготавливают ложе под укладку дренажа, а затем укладывают его. Потом выполаживают овраг, при этом гумусовый слой размещают на границе первого и второго рабочих участков. Окончив работы на первом рабочем участке, приступают к устройству дренажа и выполаживанию оврага на втором рабочем участке. Аналогичные работы выполняют на остальных рабочих участках. После засыпки оврага и строительства оголовка в конце дренажа (устьевой части) по всей мелиорируемой площади распределяют верхний плодородный слой почвы. Территорию засыпанного оврага и построенного водорегулирующего сооружения засевают многолетними травами, которые выращивают в течение двух-трех лет.

Результаты исследований показали, что в оврагах со слабовыработанным продольным профилем и наличием по днищу нескольких перепадов наиболее эффективно применять дренажный материал из обрезков виноградной лозы (типа фашин) или гравийно-щебенчатый дренаж.

На оврагах с хорошо выраженным днищем, где можно использовать механизмы для рытья траншеи и укладки дренажа, целесообразен дренаж из асбестоцементных или из гончарных труб.

М. Д. Волощук и А. А. Джемилинский (1975) изучали также способ частичной и полной засыпки оврагов больших размеров при помощи взрывных работ. Этот способ обеспечивает высокую производительность труда, ускоренные темпы проведения работ и может применяться в любое время года. После выполнения направ-

ленных взрывов осуществляют дальнейшую работу по засыпке оврагов. Вслед за планировкой поверхности проводят равномерное распределение верхнего плодородного слоя почвы, который до закладки скважин перемещают во временные кавальеры. Мелиорированные таким образом овраги засевают многолетними травами.

В колхозе имени Кирова Чимишлийского района Молдавской ССР на участке малопродуктивного пастбищного склона площадью 73 га насчитывалось 19 оврагов с максимальной глубиной 27 м, шириной — 65 и длиной 700 м. Общая площадь земель, занятых непосредственно оврагами, составляла 12 га, а межовражных разрозненных участков — 61 га. Среднее расстояние между оврагами — 30—50 м. Для выполаживания отвесных откосов оврагов при частичной и полной их засыпке были применены взрывы направленного действия. Различными методами в Молдавии до 1975 г. было выположено и засыпано более 4 тыс. оврагов, что позволило ввести в сельскохозяйственное использование около 6 тыс. га бросовых земель.

Опыт Молдавской ССР показал, что вместо закрепления оврагов путем проведения на них гидротехнических или лесомелиоративных мероприятий во многих случаях более целесообразно осуществлять их сельскохозяйственное освоение при помощи полной засыпки или выполаживания откосов. Выполнение гидротехнических и лесомелиоративных мероприятий связано с вложением больших затрат и дополнительным отчуждением ценных сельскохозяйственных земель. Так, закрепление вершины оврага с помощью бетонного быстротока и валов-канав требует изъятия до 5 % площади, расположенной выше вершины оврага. Значительные площади иногда отводят под закладку приовражных лесополос.

В таблице 111 приведена сравнительная экономическая эффективность различных способов мелиорации оврагов, связанных как с их закреплением, так и с освоением под выращивание сельскохозяйственных культур. На наш взгляд, преимущества последнего варианта мелиорации занижены. Во-первых, здесь взяты наиболее простые гидротехнические сооружения, причем не учтены расходы, связанные с их эксплуатацией и ремонтом.

ТАБЛИЦА 111. Эффективность мелиорации оврагов (длина 350 м, ширина 14 м) различными способами (по данным А. Г. Рожкова, 1972)

Показатель	Способ мелиорации		
	облесение оврага и создание приовражной полосы шириной 20 м	облесение оврага и устройство водозадерживающего вала	выполаживание оврага и устройство водозадерживающего вала
Площадь оврага, га	0,5	0,5	0,5
Площадь, отводимая под лесополосу (20 м × ×380 м×2), га	1,5	—	—
Площадь, отводимая под вал (длина 125 м ширина у основания, 8 м, длина шпор 50 м), га	—	0,14	0,14
Площадь разворотных полос вдоль всей длины оврага (шириной по 5 м), га	0,38	0,38	—
Площадь разворотных полос у водозадерживающего вала, га	—	0,10	0,10
Общая потеря сельскохозяйственной площади, га	2,38	1,12	0,24
Площадь, введенная в сельскохозяйственный оборот, в сравнении с первым вариантом, га	—	1,26	2,14
Дополнительная продукция (ц), полученная с этой площади (урожай зерна кукурузы — 20 ц/га)	—	—	238
Чистый доход, руб.	—	30	55
Затраты на мелиорацию, руб.	275	287	262
Срок окупаемости капитальных вложений, лет	11	9,5	5

Во-вторых, доход от дополнительной сельскохозяйственной продукции принят только от одного урожая зерна кукурузы величиной 20 ц/га.

Если провести сельскохозяйственное освоение только $^1/_4$—$^1/_5$ части заовраженных земель в стране, то и в этом случае площадь сельскохозяйственных угодий уве-

личится на сотни тысяч гектаров. Часть ее войдет в пашню, часть — в окультуренные пастбища и сенокосы, а часть будет использована для закладки садов, виноградников, посадок цитрусовых культур и других многолетних насаждений. Конечно, положительное значение сельскохозяйственного освоения овражных земель не может оцениваться только по чистому доходу, получаемому от реализации дополнительной сельскохозяйственной продукции. Необходимо учитывать и тот колоссальный экономический эффект, который связан с предотвращением ущерба, наносимого народному хозяйству овражной эрозией, а также экологический эффект, связанный с охраной земель от дальнейшего разрушения и охраной водных ресурсов от заиления и загрязнения.

Защита почв от дефляции

Факторы потенциальной опасности дефляции

Некоторые районы степной и лесостепной зон подвержены опасности дефляции (ветровой эрозии) почв. На значительных площадях наблюдается совместное проявление дефляции и эрозии. Опасность дефляции почв, а также совместного проявления дефляции и эрозии зависит от конкретного сочетания условий климата, рельефа, почвенного покрова, растительности. Познание факторов, определяющих эрозионную и дефляционную опасность земель и выявление закономерностей этих процессов, необходимо для разработки систем почвозащитных мероприятий. Такие факторы применительно к Алтайскому краю приведены в таблицах 112 и 113.

Приведенная в таблицах 112 и 113 характеристика основных факторов, определяющих увеличение потенциальной опасности дефляции, а также совместного ее проявления с водной эрозией в Алтайском крае, свидетельствует о сложности процессов, которые приходится учитывать при разработке и внедрении в производство мер борьбы с дефляцией почв. При этом весьма важен комплексный подход с учетом специфических особенностей конкретного природного района, зоны либо региона.

Почвозащитные севообороты

Организационной основой мероприятий по защите почв от дефляции является противодефляционная организация территории и почвозащитные севообороты.

При изучении почвозащитной способности культур

ТАБЛИЦА 112. Факторы, определяющие увеличение потенциальной опасности дефляции в степных районах Алтайского края

Природные условия	Показатели (факторы)
1	2
Климат	Часто повторяющиеся (два-три года из пяти лет) засухи. Ветры большой скорости (более 5 м/с) в период отсутствия растительного и снежного покрова (май, октябрь, ноябрь, декабрь). Число дней со скоростью ветра 15 м/с и более—35—40. Резкая смена положительных дневных температур ночными заморозками в апреле, мае, октябре, ноябре при отсутствии растительного и снежного покрова
Рельеф	*Ровный рельеф местности в Западной* Кулунде, создающий благоприятные аэродинамические условия для ветра. Наличие ветроударных возвышений, пологоувалистых коридоров, расположенных вдоль направления господствующих ветров в Восточной Кулунде
Почвенный покров	Каштановые средне- и легкосуглинистые, супесчаные почвы, мощность гумусового горизонта — 18—30 м. Низкое содержание ветроустойчивых агрегатов. Низкая влагоемкость и водоудерживающая способность почв. Низкая связность. Раздельночастичное состояние (распыленность) пахотного слоя
Растительный покров	Высокий (70—90) процент обрабатываемых земель. Преобладание в посевах однолетних культур (яровой пшеницы, овса, ячменя, кукурузы). Низкий (5—8%) удельный вес посевов многолетних трав. Полное отсутствие посевов озимых культур. Отсутствие живого растительного покрова в течение восьми—десяти месяцев (октябрь—июнь). Слабое развитие растений, изреженность посевов и как следствие этого — неудовлетворительное проективное покрытие почвы растениями в летний период. Изреженный есте-

Продолжение

1	2
	ственный растительный покров на сенокосах и пастбищах. Расположение лесных полос и кулис вдоль господствующего направления ветров. Облесенность территории — 1,5—2 %.

ТАБЛИЦА 113. Факторы, определяющие увеличение потенциальной опасности совместного проявления дефляции и эрозии в степных и лесостепных районах Алтайского края

Природные условия	Показатели (факторы)
1	2
Климат	Часто повторяющиеся (два-три года из пяти лет) засухи. Ветры большой (более 5 м/с) скорости в период отсутствия растительного и снежного покрова (май, октябрь, ноябрь, декабрь). Число дней со скоростью ветра 15 м/с и более — 25—50. Количество твердых зимних осадков превышает 100—150 мм. Короткий (шесть — восемь дней) период снеготаяния по глубоко (2,5—3 м) промерзшей почве
Рельеф	Полого-увалистый (1—3°) рельеф в Восточной Кулунде и Алейской степи, значительная расчлененность территории в Приобской лесостепи, глубина местных базисов эрозии 60—150 м
Почвы	Черноземы южные средне- и легкосуглинистые с содержанием гумуса 4—6 % в Восточной Кулунде и Алейской степи; черноземы обыкновенные и выщелоченные средне- и легкосуглинистые на легких и лессовидных суглинках с содержанием гумуса 5—7 %, слабоструктуренные — в Приобской лесостепи. Оба типа почв легко подвержены смыву и выдуванию

Продолжение

1	2
Растительный покров	Высокий (70—80) процент обрабатываемых пахотных земель. Преобладание в посевах однолетних культур (яровой пшеницы, овса, ячменя, кукурузы). Отсутствие растительного покрова на пашне в течение восьми—десяти месяцев (октябрь — июнь). Слабое проективное покрытие почвы растениями летом. Изреженный естественный травянистый покров на склоновых пастбищах, сенокосах. Облесенность территории — 1—4%

установлено, что многолетние травы (житняк, люцерна, эспарцет) обладают наилучшими почвозащитными свойствами. При посеве в севооборотах или при сплошном залужении они в течение всего года хорошо защищают почву от дефляции. Максимальное проективное покрытие почвы растениями наблюдается на третий-четвертый год жизни многолетних трав. В последующем почвозащитные свойства и продуктивность их снижаются.

Выращивание озимых культур в дефляционноопасных районах повышает почвозащитные показатели структуры посевных площадей и севооборотов.

Яровая пшеница, овес и ячмень отличаются кратковременностью (июнь, июль, август) защитного воздействия на почву. Кукуруза и подсолнечник обеспечивают удовлетворительное проективное покрытие почвы лишь в июле и августе, т. е. в течение 60—70 дней.

Чистый пар — наиболее дефляционноопасное поле в севооборотах степных районов. Оно нуждается в проведении дополнительных почвозащитных мероприятий (оставление стерни, сокращение количества обработок, применение кулис и др.).

Следовательно, только многолетние травы защищают почву от дефляции в течение всего года, остальные культуры — не более чем в течение 60—70 дней. Способы использования многолетних трав в качестве почвозащитного средства зависят от степени потенциальной

опасности и фактической подверженности почв дефляции.

Так, на каштановых сильнодефлированных почвах Кулундинской степи наиболее эффективно сплошное залужение (задернение) на период до пяти — восьми лет. Для посева можно использовать житняк гребенчатый, пырей, волоснец ситниковый и сибирский, люцерну сорта Табунская, эспарцет песчаный, донник, а в некоторых районах — регнерию волокнистую с кострецом безостым.

На среднедефлированных почвах высокий почвозащитный эффект обеспечивают севообороты с удельным весом многолетних трав порядка 40—50 %, например с таким чередованием культур: 1—2 — многолетние травы, 3 — яровая пшеница, 4 — яровая пшеница или: 1—2 — многолетние травы, 3 — пар (после первого укоса трав), 4—5 — яровая пшеница. Поле пара необходимо для создания хороших запасов влаги в почве, особенно в засушливые годы, и для лучшего очищения почвы от сорняков. Урожайность яровой пшеницы в таких севооборотах увеличивается на 3—5 ц/га.

На слабодефлированных и недефлированных почвах наилучшие экономические результаты дает введение зернопаровых севооборотов с короткой ротацией: 1 — чистый пар, 2—3 — яровая пшеница, 4 — зернофуражные культуры. Однако в данном случае следует учитывать возможность проявления дефляции в паровом поле при многократных его обработках, особенно на легких супесчаных почвах.

В зернопропашных севооборотах (1 — кукуруза, 2—4 — пшеница и др.) несколько снижается урожай и выход зерна, но обеспечивается максимальный сбор с 1 га севооборотной площади растениеводческой продукции в кормовых единицах, хотя и с пониженным содержанием белка. К недостаткам зернопропашных звеньев таких севооборотов относится довольно высокая потенциальная опасность дефляции в первом поле (кукуруза) весной и осенью, особенно при отвальной обработке зяби в сухую осень. В годы с малоснежными зимами может проявляться зимняя дефляция.

Зернопаротравяные (семи-, десятипольные) севообороты уступают зернопаровым и зернопропашным по урожаю и выходу зерна с 1 га севооборотной площади, однако их отличает наилучшая обеспеченность (103—

125 г/кг) белком условной кормовой единицы и высокие почвозащитные свойства звеньев с многолетними травами (1—3 — многолетние травы, 4 — яровая пшеница или зернофуражные культуры). К недостатку этих севооборотов в Кулундинской степи относится неудовлетворительная влагообеспеченность посевов яровой пшеницы после распашки пласта многолетних трав.

Схемы севооборотов в степных и засушливых лесостепных районах выбирают в зависимости от потенциальной опасности дефляции почв, климатических условий и специализации хозяйств.

На недефлированных и слабодефлированных почвах в хозяйствах зернового направления наиболее эффективны зернопаровые, зерново-животноводческого направления — зернопаровые и зернопропашные севообороты с короткой ротацией (трех-, пятипольные).

На сильнодефлированных почвах хорошие результаты обеспечивают почвозащитные севообороты с высоким (до 50 % и более) удельным весом многолетних трав при полном исключении из ротации посевов кукурузы (50 % севооборотной площади — многолетние травы и 50 % зерновые либо 50 % — многолетние травы, 40 — зерновые, 10 % — чистые пары). Число полей под многолетними травами можно уменьшить до двух-трех, в зависимости от конкретных условий хозяйства (например: 1—2 — многолетние травы, 3—4 — яровая пшеница). Для борьбы с засухой, дефляцией почв и повышения продуктивности севооборотов эффективно применение кулис, сохранение стерни, мульчирование почвы соломой и другие приемы, направленные на повышение влаги в почве.

Сплошное залужение (задернение) рекомендуется для особо сильнодефлированных и дефляционноопасных почв.

На основании результатов научных исследований и практики передовых хозяйств Западной Сибири можно рекомендовать следующие схемы севооборотов.

На недефлированных и слабодефлированных почвах

Трехпольный севооборот	Четырехпольный севооборот
1 — чистый (кулисный) пар; 2—3 — пшеница	1 — чистый (кулисный) пар; 2—3 — пшеница; 4 — зернофуражные культуры

Пятипольный севооборот

1 — чистый (кулисный) пар;
2—3 — пшеница;
4 — зернофуражные культуры;
5 — многолетние травы (выводное поле).

На почвах, подверженных дефляции в слабой и средней степени, для лучшей защиты поля чистого пара рекомендуется полосное размещение его с посевами зерновых культур в звеньях зернопаровых севооборотов. Ширину полос устанавливают с учетом механического состава почв, силы ветра и других факторов, определяющих опасность дефляции. В большинстве случаев ее принимают равной 100 м.

Трехпольный севооборот

1 — полосное размещение кулисного пара и пшеницы;
2 — полосное размещение пшеницы и кулисного пара;
3 — пшеница (на всем поле).

Четырехпольный севооборот

1 — полосное размещение кулисного пара и пшеницы
2 — полосное размещение пшеницы и кулисного пара;
3—4—пшеница (на всем поле).

Аналогичное размещение целесообразно и для пропашных культур — кукурузы и подсолнечника.

В настоящее время в Кулундинской степи Алтайского края на слабо- и среднедефлированных почвах максимальный удельный вес (до 70 % пашни) занимают зернопаровые и зернопропашные (до 20—30 %) севообороты с короткой ротацией. Под почвозащитные севообороты и сплошное залужение в зависимости от степени дефлированности почвы и численности поголовья скота отводится до 10—30 % пашни. В структуре посевных площадей яровые зерновые культуры занимают 60—70 %, кукуруза и подсолнечник на силос — 10, многолетние травы — 8—10, чистые пары — 15 %.

Приемы повышения почвозащитной эффективности и продуктивности севооборотов. В Кулундинской степи на легких каштановых почвах довольно высокая потенциальная опасность дефляции наблюдается на чистых парах и на полях, занятых пропашными культурами (кукурузой, подсолнечником, сахарной свеклой). Поэтому весьма важно с помощью организационных и агротехнических приемов свести до минимума этот недостаток лучших предшественников яровой пшеницы.

Ширина обрабатываемой полосы чистого пара зависит от потенциальной опасности и фактической дефлированности почвы конкретного поля. Наименьший вынос мелкозема и наиболее высокая урожайность в хозяйствах Кулундинской степи и Павлодарской области установлены при ширине обрабатываемой полосы чистого пара 50 и 100 м.

Полосное размещение (по 100—200 м) кукурузы в сочетании с зерновыми и зернофуражными культурами также ослабляет или полностью предотвращает перенос почвы ветром. Растения кукурузы в ранних фазах вегетации, находясь под защитой зерновых, не засекаются песком и лучше развиваются, вследствие чего урожайность их повышается на 10—30 %.

Установлена целесообразность сокращения количества механических обработок почвы на чистых парах и замены части из них химическими обработками против сорняков для лучшего сохранения стерни и снижения опасности дефляции. Глубина последней обработки чистых паров на легких каштановых дефлированных почвах не должна превышать 14—16 см.

Отдавая должное принятым севооборотам, нужно подчеркнуть необходимость их постоянного совершенствования с целью повышения продуктивности и почвозащитной эффективности. В Алтайском НИИ земледелия и селекции сельскохозяйственных культур урожаи зерна яровой пшеницы в среднем за 15 лет (1959—1973), размещенной по чистому пару, колебались в пределах 12,9—25,1 ц/га, по кукурузе — 9,9—24,7, по пласту многолетних трав — 8—22,9 ц/га. Установлено довольно резкое снижение урожая зерна этой культуры на второй и особенно на третий год посева после пара. В четырехпольном зернопаровом севообороте (1 — пар, 2—4 — пшеница), урожайность первой пшеницы после пара в

среднем за 15 лет составила 19,4 ц/га, второй — 16,4 и третьей — 14,4 ц/га, т. е. к концу ротации севооборота средний урожай зерна снизился на 8 ц/га. Главная причина снижения урожайности яровой пшеницы, идущей второй и третьей культурой после чистого пара,— ухудшение обеспеченности посевов влагой и легкоусвояемыми для растений элементами питания. Принимая во внимание это обстоятельство, АНИИЗиС разработаны методы повышения эффективности севооборотов, предусматривающие внедрение на всех полях комплекса мероприятий по накоплению влаги в почве и применению удобрений. Колхозам и совхозам Алтайского края предложена следующая технология создания кулис на чистых парах и в посевах сельскохозяйственных культур (Г. Т. Руденко, 1972).

Кулисы на чистых парах создают из посевов горчицы и подсолнечника. По рекомендации Всесоюзного научно-исследовательского института зернового хозяйства (ВНИИЗХ), горчицу для создания кулис высевают сеялками СЗС-9 или СЗС-2,1. Трактор ДТ-75 агрегатируется с тремя сеялками. При этом средняя сеялка высевает горчицу, а весь агрегат выполняет культивацию. Кулисы, состоящие из трех-четырех рядков горчицы (остальные семяпроводы закрывают), располагают через каждые 12 м, обязательно поперек направления господствующих ветров. Норма высева семян горчицы — 400—500 г/га. Межкулисные пространства в дальнейшем обрабатывают плоскорезами.

Кулисы, применяемые на парах, способствуют лучшему накоплению снега, меньшему промерзанию почвы, защите ее от осеннего, зимнего и весеннего выдувания, обеспечивают влагозарядку почвы до полной полевой влагоемкости и повышают урожайность яровой пшеницы на 3—4 ц/га.

Кулисы в посевах пшеницы, идущей первой культурой по чистому пару, создают из подсолнечника для накопления снега под вторую пшеницу, а в посевах второй пшеницы после пара — для увеличения запасов влаги под третью зерновую культуру или под пар. Кроме того, кулисные растения защищают почву от осеннего, зимнего и весеннего выдувания.

Технология выращивания подсолнечниковых кулис в посевах пшеницы несложна. В Кулундинской степи яро-

вую пшеницу, размещаемую по чистому пару, сеют сеялками СЗС-2,1, оставляя просев шириной 2,1 м через каждые пять проходов двухсеялочного агрегата (через 21 м) или через каждый проход пятисеялочного агрегата в сцепке с трактором К-700. После появления всходов пшеницы оставленные просевы несколько раз, чаще всего 2 раза, обрабатывают культиваторами КРН-2,8 либо КРН-4,2 (предварительно обрезав их по ширине просева) или агрегатом АК-3М. С 25 июня по 5 июля вслед за предпосевной обработкой почвы сеялками СКП-2, СЗС-2,1, СЗС-9 или агрегатом АК-3М высевают кулисные растения подсолнечника. Кулисный трехрядковый агрегат, изготовленный специально для этих целей, за один проход выполняет четыре операции: предпосевную культивацию, внесение удобрений, посев кулисных растений и прикатывание почвы. Рядки кулисных растений высевают по центру просева. Расстояние между рядками кулисных растений — 15 см и от крайнего ряда кулисы до первого ряда пшеницы — 75 см. После появления всходов кулисных растений подсолнечника широкие междурядья, образовавшиеся между рядками кулис и пшеницей, 2 раза обрабатывают культиваторами КРН-2,8, КРН-4,2 либо агрегатом АК-3М. При посеве пшеницы сеялками СЗС-9 или СЗС-2,1 остается просев шириной 2,1 м. Для создания кулис в посевах пшеницы высевают около 2—3 кг/га семян подсолнечника.

Уборку урожая пшеницы, произрастающей между кулисами, лучше всего проводить жаткой ЖВН-6-12, а если ее нет в хозяйстве,— то ЖВН-6 (через кулису). Причем сначала обкашивают край посева пшеницы со стороны кулисы. Второй валок укладывают в сторону первого, в результате получается один сдвоенный валок.

После уборки первой яровой пшеницы, идущей по чистому пару, поля, как правило, чистые от сорняков, под следующую зерновую культуру в степных районах обрабатывают плоскорезами КПП-2,2 с оставлением стерни на поверхности почвы. Причем оставшиеся кулисы будут задерживать снег и увеличивать высоту снежного покрова.

Весной, перед посевом второй яровой пшеницы, идущей по пару, боронами БИГ-3 или культиваторами уничтожают оставшиеся после зимы кулисные растения подсолнечника. При посеве пшеницы агрегатом, состоящим

из трех сеялок СЗС-2,1, так же как и при посеве первой культуры по пару, оставляют просев шириной 2,1 м. Затем высевают кулисные растения подсолнечника.

Вслед за уборкой урожая яровой пшеницы второго года посева после пара кулисы оставляют под фуражные культуры или вновь под пар. В последнем случае они накапливают снег в течение двух зим, что в благоприятные годы увеличивает запасы продуктивной влаги в почве и при дополнительном внесении фосфорных удобрений резко повышает урожай зерна. Так, в засушливые годы (1965—1967) он составил: по чистому пару без снегозадержания (контроль) — 15,3 ц/га, при внесении по такому пару в рядки P_{30} — 16,9, по чистому кулисному пару — 22,6, по чистому кулисному пару с применением P_{30} — 25,6 ц/га.

Кулисы в посевах трав. В степных районах Западной Сибири освоены зернопаровые севообороты с выводным полем многолетних трав (на четыре-пять лет), а также специальные почвозащитные сенокосно-пастбищные севообороты. Большие площади многолетних трав размещены в массивах сплошного залужения, ранее подвергавшихся дефляции.

Многолетние травы и их смеси обладают высокими почвозащитными свойствами и дают ценный корм для животных, однако они отличаются низкой продуктивностью (7—15 ц/га сена). Главная причина этого — недостаток влаги для формирования полноценного урожая. Многолетние травы влаголюбивы и при возделывании без орошения сильно иссушают почву. Перевод их на орошаемые земли степных районов повышает сбор зеленой массы и сена в 8—10 раз. Но организовать орошение на огромных площадях посевов многолетних трав можно пока не везде. Многие колхозы и совхозы идут по пути создания орошаемых культурных пастбищ, которые, однако, занимают еще небольшие площади. Возникает вопрос, как без применения орошения наиболее дешевыми и доступными для каждого хозяйства агротехническими методами повысить урожайность многолетних трав? Прежде всего необходимо устранить дефицит влаги в почве, что делают с помощью кулис.

Создание кулис в посевах пшеницы с подсевом многолетних трав, а также в посевах трав первого и последующих годов пользования ничем не отличается от со-

здания их в посевах пшеницы. Сеялки СУТ-47, а в случае их отсутствия — СУК-24 используют по такому же принципу, как и при посеве пшеницы по пару. В последующем при посеве трав первого — пятого годов пользования на сено через каждые 19,8 м оставляют просевы шириной 1,8 м, которые обрабатывают культиваторами КРН-2,8 или КРН-4,2.

С 25 июня по 5 июля в оставшиеся просевы высевают кулисные растения подсолнечника. После появления всходов проводят две культивации. К осени кулисные растения успевают хорошо развиться. Такие кулисы хорошо задерживают снег и в конечном счете повышают сбор сена люцерново-кострецовой смеси первого и второго годов пользования на 6—8 ц/га (при среднем урожае его на контроле 36 ц/га), а в случае внесения минеральных удобрений в норме $N_{45}P_{45}K_{45}$ — на 17 ц/га.

Таким образом, продуктивность севооборотов возрастает не только за счет повышения урожайности зерновых, но и сеяных многолетних трав. В свою очередь, хорошее развитие вегетативной массы и корневой системы многолетних трав повышает их почвозащитную роль, а также способствует большому накоплению органического вещества в почве и увеличению ее плодородия.

Кулисы на полях, отведенных под кукурузу, можно создавать при полосном размещении пара и кукурузы в одном поле и последующем в течение двух лет посева зерновых: 1— пар, кукуруза, 2—3 — пшеница. Сеялками СКНК-6 за четыре прохода засевают кукурузой полосы шириной 16,8 м, а под пар оставляют полосы шириной 8,2 м. Полосы пара защищает от дефляции сначала стерня, а затем всходы кукурузы. С 25 июня по 5 июля по центру полосы пара высевают трехстрочные подсолнечниковые кулисы. Расстояния 8,2 м хватает не только для создания кулис, но и для прохода силосоуборочного комбайна и трактора МТЗ-50 с тележкой по другую сторону кулисы. После уборки кукурузы подсолнечниковые кулисы в течение двух лет можно создавать в посевах пшеницы.

Применение кулис, особенно на чистых парах, получило широкое распространение в Кулундинской и Алейской степях Алтайского края. Так, в 1966 г. из общей площади чистых паров кулисные пары занимали только 5,8 %. В 1970 г. в хозяйствах Кулундинской степи кулис-

ные пары стали занимать уже 84,4 % всей площади чистых паров. Ежегодно многие колхозы и совхозы Алтайского края выращивают хорошие подсолнечниковые и горчичные кулисы на парах, в посевах многолетних трав и пшеницы на площади более 300 тыс. га, что позволяет в каждом поле севооборота за счет более рационального использования зимних осадков увеличить отдачу от применения минеральных и органических удобрений. На слабо- и среднедефлированных каштановых почвах Кулундинской степи прибавка урожая зерна яровой пшеницы составляет при этом 3—4 ц/га.

Почвозащитная технология возделывания сельскохозяйственных культур

В большинстве районов Западной Сибири 60—70 % пашни ежегодно бывает занято зерновыми культурами. В степных районах 10—20% пахотных земель отводят под чистые пары. Остальную площадь засевают пропашными культурами (кукурузой и подсолнечником на силос), многолетними, однолетними травами и техническими культурами. Лучшие предшественники яровой пшеницы — поля, занятые чистым паром и кукурузой, однако они наиболее подвержены дефляции. Поэтому в задачу почвозащитной технологии возделывания сельскохозяйственных культур в степных районах входит прежде всего предотвращение дефляции на полях, занятых чистыми парами и кукурузой.

Обработка чистого пара

По технологии, разработанной ВНИИ зернового хозяйства, первую обработку чистого пара выполняют весной в возможно ранние сроки культиватором-плоскорезом КПП-2,2 на глубину 8—10 см, что способствует лучшему подрезанию многолетних и однолетних сорняков, сохранению 85—90 % стерни на поверхности и накоплению влаги в почве. После очередного отрастания сорняков поле обрабатывают на глубину 10—12 см. Третью и

четвертую обработки пара осуществляют тем же орудием по мере отрастания многолетних и появления новых всходов однолетних сорняков. Если поля засорены осотом и другими корнеотпрысковыми сорняками, каждую последующую обработку проводят на 1—2 см глубже предыдущей, последнюю — на глубину до 25 см, примерно в конце августа. Осенью при наличии на полях корнеотпрысковых сорняков почву обрабатывают на глубину 25—27 см плоскорезами-глубокорыхлителями КПГ-250 и КПГ-2-150.

В годы с выпадением значительного количества летних осадков и при переувлажнении почвы качество работы плоскорезов снижается, в результате подрезанные или смятые сорняки могут вновь укореняться и отрастать. В этом случае рекомендуется применять специальные штанговые культиваторы КШ-3,6, хорошо работающие на рыхлой и переувлажненной почве и лучше уничтожающие сорные растения.

При тщательном выполнении перечисленных агротехнических приемов на чистых парах можно значительно снизить количество осота, вьюнка полевого и однолетних сорняков. Однако труднее бороться с многолетними корневищными сорняками, такими, как пырей и острец. В этом случае положительные результаты дает использование тяжелых культиваторов КПЭ-3,8. В борьбе с острецом приемы плоскорезной обработки почвы малоэффективны. Для его уничтожения приходится прибегать к вспашке с последующим дискованием почвы.

Наблюдения показывают, что независимо от способов основной обработки (отвальная, плоскорезная) чистых паров к осени стерня уничтожается почти полностью, а верхний (0—5 см) слой почвы становится распыленным и может подвергаться дефляции. Сокращение количества механических обработок почвы за счет применения химических средств борьбы с сорняками повышает ветроустойчивость почвы.

По данным Кулундинской сельскохозяйственной опытной станции, полученным на слабодефлированных каштановых почвах, последние глубокие плоскорезные обработки на чистых парах в сухие годы приводят к излишней рыхлости пахотного слоя почвы и значительным потерям влаги. В этих условиях целесообразно ограничиться предельной глубиной последней обработки 14—

16 см и перенести ее с августа на октябрь, когда снизятся температуры и уменьшится испарение влаги.

Изучение технологии обработки чистых паров в Алейской степи показало, что на полях с сохранением стерни на поверхности почвы мощность снежного покрова колебалась в пределах 35,4—41,1 см, а запасы воды в снеге на стерневых фонах достигали 851—1053 т/га. Это способствовало лучшей влагозарядке почвы. После последней обработки чистого пара по методу ВНИИ зернового хозяйства сохранялось лишь 9,8—11,5 % стерни. Запасы влаги в метровом слое почвы к концу октября на парах, где проводили вспашку отвальным плугом, равнялись 1442—1583 т/га, плоскорезную обработку на глубину 18—20 см — 1718—1877, 10—12 см — 2114 т/га. Урожай зерна яровой пшеницы по отвальной обработке пара в среднем за три года составил 13,3 ц/га, по плоскорезной обработке почвы на глубину 10—12 см — 14,8 и на глубину 18—20 см — 15,3 ц/га.

Эффективность чистого пара повышается в случае переноса последней обработки почвы с августа на конец октября и увеличения глубины ее до 25—27 см. При этом лучше используются зимние осадки, значительно сокращается сток талых вод и в результате увеличивается урожайность яровой пшеницы на 1—3 ц/га. В условиях острозасушливого 1974 года урожай зерна этой культуры по таким парам достигал 25—30 ц/га или приближался по величине к урожаю, полученному на орошаемых участках.

Особенности основной обработки почвы после непаровых предшественников

Основная обработка почвы под кукурузу и первую пшеницу, идущую после кукурузы. В исследованиях Кулундинской сельскохозяйственной опытной станции наиболее высокий урожай зеленой массы кукурузы получен по осенней плоскорезной обработке почвы. В среднеувлажные и влажные годы лучшие результаты давала вспашка на глубину гумусового горизонта (18—20 см).

В Приобской лесостепи на выщелоченных черноземах с ровным рельефом самые благоприятные условия для

вегетации растений кукурузы во влажные годы создаются по глубокой (25—27 см) вспашке, а в засушливые — по плоскорезной обработке почвы на ту же глубину.

Осеннюю обработку почвы после уборки урожая кукурузы на силос выполняют культиваторами-плоскорезами КПП-2,2 или глубокорыхлителями КПГ-250 и КПГ-2-150. Качество такой обработки хуже, чем после уборки зерновых культур, поскольку в данном случае на поверхность поля выворачиваются глыбы почвы с корневой системой кукурузы. Оставшаяся стерня кукурузы хуже задерживает снег, нежели стерня зерновых культур. Поэтому в районах с тяжелыми почвами, большим количеством осадков и менее активной ветровой деятельностью почву после уборки кукурузы обрабатывают обычными отвальными плугами на глубину 23—25 см и более, насколько позволяет гумусовый горизонт.

Применение вспашки после уборки кукурузы в сухую осень, как показали наши наблюдения, нередко сопровождается проявлением зимней и весенней дефляции, особенно на больших открытых массивах пашни. В таких условиях эффективно размещение кукурузы полосами или небольшими массивами в сплошных посевах зерновых культур. Положительные результаты дают создание кулис из горчицы или из подсолнечника и оставление кулисных растений (два-три рядка) самой кукурузы. Кулисы ослабляют скорость ветра и накапливают больше снега, который зимой предохраняет почву от выдувания, а весной обеспечивает лучшую ее влагозарядку.

Обработка пласта многолетних трав. Пласт многолетних трав после влажных лет служит хорошим предшественником яровой пшеницы. После сухих и засушливых лет эффективность его резко снижается вследствие недостатка влаги в почве, поэтому поднимать пласт в данном случае более целесообразно сразу после первого укоса трав под июльско-августовские дожди. Это позволяет накопить больше влаги в почве и повысить урожайность яровой пшеницы. Наиболее рациональна вспашка на глубину гумусового горизонта каштановых почв. Урожайность яровой пшеницы по такой обработке в среднем за 13 лет (1959—1971) составила 14,5 ц/га, в том числе за семь умеренно влажных лет — 21,2, а в случае

проведения снегозадержания с применением кулис и внесения $N_{24}K_{24}P_{24}$ за последние три года исследований — 26,6 ц/га.

Многолетние травы с плохой дерниной, особенно на легких супесчаных и песчаных почвах, лучше всего обрабатывать плоскорезами с оставлением стерни на поверхности, которая защищает почву от дефляции. Для того чтобы не допустить дефляции, пласт многолетних трав целесообразно поднимать полосами шириной 50—100 м и через каждые 50—100 м, т. е. за два-три года. Положительные результаты дает оставление нескошенных полос трав в качестве кулис либо создание кулис из горчицы, защищающих почву от выдувания и увеличивающих ее влагозарядку.

Обработка почвы под вторую и третью культуры, высеваемые после чистого пара, кукурузы и пласта многолетних трав. Основные площади пашни в районах распространения дефляции почв обрабатывают осенью, в связи с чем первостепенное значение приобретает правильная обработка почвы. Результаты исследований показали, что наибольший вынос мелкозема (до 200 т/га) наблюдается при вспашке, сопровождающейся полным уничтожением стерни. Применение плоскорезной обработки почвы в 6—7 раз снижает выдувание почвенных частиц. Вместе с тем в содержании наиболее ветроустойчивых агрегатов (>1 мм) верхнего (0—5 см) слоя почвы по различным вариантам осенней обработки существенной разницы не установлено. Комковатость почвы (удельный вес комочков размером более 1 мм) к моменту посева по вспашке в среднем за шесть лет составила 41,8 %, по обработке плоскорезом — 46,4, по весновспашке — 40,7%. Таким образом, верхний слой почвы во всех случаях находился за пределами порога устойчивости к дефляции (И. Г. Иванков, 1972). Глубина обработки также существенно не влияла на ветроустойчивость почвы.

Следовательно, решающую роль в предотвращении дефляции играет не комковатость почвы, а наличие стерни на поле. В условиях Кулундинской степи при осенней обработке плоскорезом КПП-2,2 на глубину 16—18 см сохраняется 80—88 % стерни на поверхности почвы. Увеличение глубины обработки сопровождается уменьшением количества стерни. Практика показала, что

наиболее устойчивая к дефляции поверхность почвы создается при обработке ее плоскорезами КПП-2,2.

В задачу осенней обработки почвы входит создание оптимального водного режима для вегетации растений. Весьма важный показатель, особенно для степных районов,— способность любой обработки обеспечивать наилучшее накопление и сохранение влаги атмосферных осадков. В условиях Кулундинской степи около 30 % годового количества осадков выпадает в осенний период, когда почву обрабатывают под урожай будущего года.

Наблюдения показали, что на необработанных осенью полях в почве сохраняется лишь 20—25 % всего количества выпавших осадков. Остальная влага теряется за счет испарения. Вспашка зяби повышает коэффициент использования осадков до 28—30 %. Рыхление почвы безотвальными плугами позволяет сохранить 30—33 %, а обработка плоскорезами на глубину 16—18 см — до 46—47 % количества осенних осадков.

Любая глубокая обработка в засушливые годы не улучшает, а нередко даже ухудшает условия сохранения влаги в почве в осенний период. В связи с этим, а также в целях сохранения стерни на поверхности почвы и лучшего накопления снега в зимний период хозяйства Кулундинской степи нередко переносят основную обработку почвы плоскорезами с осени на весну (табл. 114).

Максимальное количество снега накапливается на полях с нетронутой стерней. Второе место по этому показателю занимает плоскорезная обработка почвы. Однако весной при таянии снега самые большие потери влаги за счет стока и испарения наблюдаются на полях,

ТАБЛИЦА 114. Накопление снега при различных способах осенней обработки почвы в Кулундинской степи

Способ и глубина обработки почвы	Высота снежного покрова, см	Запасы воды в снеге, $м^3$/га
Вспашка до 16—18 см	13,8	322
Обработка плоскорезом на 16—18 см	20	498
Без обработки (жнивье)	23,4	524

не обработанных осенью. По данным Кулундинской сельскохозяйственной опытной станции, потери влаги весной на участках без обработки почвы составляли 32,2 %, после осеннего рыхления плоскорезом — 28, после вспашки — 21,3 %. В целом к моменту посева запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы, как правило, бывают выше по плоскорезным обработкам, особенно в засушливые годы.

При осенней обработке почвы в степных районах наряду с предотвращением дефляции, а также накоплением и сохранением влаги в почве одновременно должна решаться задача успешной борьбы с сорняками. Многолетними исследованиями установлено, что лучше всего можно решить эту задачу при проведении ранней плоскорезной обработки почвы (август — сентябрь). Применение боронования почвы БИГ-3 осенью перед обработкой плоскорезом или после нее позволяет заделать семена овсюга и других сорняков в почву и обеспечить более раннее и дружное прорастание их весной, а следовательно, и уничтожение проростков сорняков культивацией. Кроме того, при этом на поверхности создается неглубокий рыхлый слой почвы, позволяющий сохранить влагу на полях. Некоторое уплотнение нижних слоев почвы обеспечивает наилучшие условия для вегетации растений яровой пшеницы и других культур.

Благоприятный водный режим и хорошая защищенность молодых всходов яровой пшеницы стерней от ветра после осенней плоскорезной обработки способствуют повышению урожаев и улучшению качества зерна. Особенно эффективной оказалась осенняя плоскорезная обработка почвы в крайне засушливом 1974 году. Если по обычной вспашке в этот год собрали всего 3—4 ц/га, то по плоскорезной обработке почвы — 8—10 ц/га зерна. Наибольшая масса 1000 зерен (32,1 г) получена по осеннему рыхлению плоскорезами (И. Г. Иванков, 1972). Самая высокая стекловидность зерна яровой пшеницы (73 %) отмечена также по плоскорезной обработке почвы. По вспашке она составила 65 %. Сила муки равнялась соответственно 465 и 455 Дж, а выход ее — 66,1 и 64,9 %.

Вместе с тем результаты многолетних исследований и производственный опыт показывают, что внедрение плоскорезной обработки почв на больших площадях

должно сопровождаться применением эффективных мер борьбы с сорняками на чистых парах (культивации, прикатывание, применение химических средств защиты растений и более поздних сроков посева). Высокий эффект в наших исследованиях получен при использовании БИГ-3 осенью до и после осенней плоскорезной обработки почвы.

Предпосевная обработка почвы

В степных и южных лесостепных районах Западной Сибири наиболее дефляционноопасным является период от схода снега до появления массовых всходов зерновых и других культур. В некоторые годы продолжительность данного периода достигает 30—35 дней. В это время почва бывает полностью лишена живых растений (а после вспашки — и пожнивных остатков). В апреле — мае дуют наиболее сильные ветры, число дней со скоростью ветра 15 м/с и более в районах Кулундинской степи достигает 10—15, в то время как распыленная почва может подвергаться дефляции при скорости ветра 4—6 м/с.

В степных и южных лесостепных районах главная задача предпосевной обработки — создать такую поверхность почвы, чтобы она не подвергалась дефляции и лучше сохраняла влагу до посева. Наиболее успешно решается эта задача в случае проведения ранневесеннего боронования игольчатыми боронами БИГ-3 на фоне основной плоскорезной обработки почвы, что позволяет сохранить влагу, заделать семена овсюга и других мелкосеменных сорных растений, которые затем более дружно прорастают и уничтожаются при культивации.

Почвы в большей степени подвергаются дефляции при обработке дисковыми лущильниками с последующим прикатыванием, а также при использовании зубовых борон «Зигзаг» и ЛД-10 на стерневых фонах. При закрытии влаги они забиваются смесью почвы и стерни, не рыхлят, а мажут и грубо разделывают почву, оставляя много огрехов. После такой обработки почва теряет много влаги и пересыхает. При последующих обработках она неудовлетворительно разделывается, бывает сильноглыбистой, а при раздавливании орудиями распыляется и может эродировать.

Способы и сроки посева зерновых культур. Уборка урожая

В условиях степи и южной лесостепи Западной Сибири к моменту основного посева яровой пшеницы и других зерновых культур (15—20 мая) почва, как правило, просыхает на глубину 6—8 см, что, с одной стороны, затрудняет заделку семян во влажный слой, а с другой — при посеве дисковыми сеялками сильно разрыхляет и еще больше иссушает почву. При таком посеве верхние сухие и нижние более влажные слои почвы перемешиваются, что ухудшает условия набухания и прорастания семян, особенно если посевы не прикатывают. В случае проведения прикатывания, в свою очередь, выравнивается поверхность поля и создаются благоприятные аэродинамические условия для ветрового потока, который вызывает большие потери влаги и дефляцию.

Необходимо также учитывать, что от момента посева до появления всходов, а также до кущения растений, способных защищать почву, проходит довольно длительный (10—15 дней) период. Он часто сопровождается сильными ветрами при длительном отсутствии осадков. В результате почва интенсивно теряет влагу. Уже к 10—15 июня в почве нередко не остается доступной для растений влаги. В этих условиях весьма важно применять такие **способы посева** яровой пшеницы и других зерновых культур, которые позволяют заделывать семена во влажный слой почвы и обеспечивать быстрое появление всходов при одновременном создании ветроустойчивой поверхности поля.

Сеялки-лущильники ЛДС-4А дают возможность проводить одновременно предпосевную обработку почвы и посев при сохранении 20—25 % стерни на поверхности поля. Сеялками-культиваторами СЗС-9 и СЗС-2,1 одновременно можно обрабатывать почву, вносить гранулированные удобрения, высевать семена и прикатывать рядки. В этом случае после посева сохраняется 35—40 % стерни на поверхности почвы.

Оба типа стерневых сеялок образуют гребнистую поверхность поля, устойчивую к дефляции, особенно при посеве поперек направления господствующих ветров. Они заделывают семена во влажную почву, даже

если ее верхний слой пересыхает на глубину 6—8 см. Семена укладываются на плотное влажное ложе и присыпаются сверху слоем почвы 4—5 см. Каточки уплотняют почву, обеспечивая хороший контакт с ней семян.

Всходы яровой пшеницы при посеве такими сеялками появляются раньше, бывают более полными и дружными. Растения располагаются в бороздах, что предохраняет их в начальные фазы вегетации от суховеев, засекания песком и пылью. Кроме того, в бороздах испаряется меньше влаги из почвы и даже незначительные (3—5 мм) осадки стекают и концентрируются на дне борозды, увлажняя почву в зоне расположения узла кущения и первичной корневой системы растений. Яровая пшеница и другие зерновые культуры лучше кустятся и образуют вторичные корни, что позволяет им более эффективно использовать почвенную влагу и последующие июньско-июльские осадки. В результате формируются более полноценные и крупные колосья.

Правильный выбор **сроков посева** яровой пшеницы и других зерновых культур в степных и лесостепных районах имеет весьма важное значение. От него нередко зависит судьба урожая, качество зерна, чистота посевов и защищенность почвы от дефляции. При ранних сроках посева в степи (последняя декада апреля, первая пятидневка мая) вследствие более раннего появления всходов растений почва бывает лучше защищена от выдувания, чем при более поздних сроках посева. Однако в первом случае значительно снижаются урожаи, а посевы сильно зарастают сорняками. Результаты многолетних исследований и практика передовых хозяйств степных районов Западной Сибири свидетельствуют о том, что посев в оптимальные сроки (с 15 по 25 мая) позволяет лучше очищать поля от сорняков, особенно от овсюга, отодвигать критические фазы вегетации пшеницы (кущение, выход в трубку) ближе к периоду выпадения июньско-июльских осадков и получать более высокие урожаи. Но в этом случае почва остается не защищенной растительностью на 10—15 дней дольше, чем при более ранних сроках посева.

В большинстве степных районов Западной Сибири лучший срок посева — с 15 до 25 мая. Однако при выборе в хозяйствах конкретных сроков посева важно строго учитывать особенности складывающихся погодных усло-

вий года. Опыт показал, что затягивание с посевом яровой пшеницы на период позже 25—30 мая во влажные годы ведет к резкому удлинению вегетационного периода, позднему созреванию зерна, затягиванию с уборкой урожая, порче зерна вследствие полегания растений, поражения их болезнями и заморозками.

При уборке урожая в дефляционноопасных степных и южных лесостепных районах важно оставлять более высокую стерню зерновых культур или стерневые кулисы, лучше защищающие почву от осеннего и зимнего выдувания, накапливающие большее количество снега, обеспечивающие весной более полную влагозарядку почвы и повышающие урожай.

* * *

Таким образом, почвозащитная эффективность различных агротехнических приемов неодинакова. Она зависит прежде всего от способности их сохранять стерню зерновых культур на поверхности и накапливать влагу в почве. Из способов основной обработки почвы наиболее эффективна плоскорезная обработка, обеспечивающая максимальное сохранение стерни на поверхности почвы.

Вследствие лучшего (до 90 %) сохранения стерни на поверхности осенняя плоскорезная обработка почвы после уборки урожая позволяет продлить почвозащитную способность яровой пшеницы и других зерновых культур на восемь-девять месяцев (осень, зима, весна). При вспашке, наоборот, на этот же период почва остается полностью лишенной живой и мертвой (стерня) растительности, поэтому данный агротехнический прием сопровождается большими потерями почвенной влаги на испарение, является наиболее дефляционноопасным (табл. 115) и ведет к резкому снижению урожайности культур.

При проведении осеннего, ранневесеннего закрытия влаги и провокации прорастания сорняков максимальный почвозащитный эффект обеспечивает применение игольчатых борон БИГ-3.

На посевах зерновых культур лучшие разультаты дает использование стерневых сеялок-культиваторов СЗС-9, СЗС-2,1 и СЗП-3,6.

ТАБЛИЦА 115. Почвозащитная роль различных способов основной обработки почвы в Кулундинской степи

Способ основной обработки почвы	Месяц года											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Оставление стерни (без обработки)	С	С	С	С	С	П	П	П	С	С	С	С
Обработка плоскорезом или глубокорыхлителем	С	С	С	С	С	П	П	П	С	С	С	С
Обработка безотвальным плугом Т. С. Мальцева	С	С	С	С	С	П	П	П	С	С	С	С
Весновспашка	С	С	С	С	О	П	П	П	С	С	С	С
Вспашка зяби	О	О	О	О	О	П	П	П	О	О	О	О

Условные обозначения: П – посевы; С – стерня; О – отсутствие растительности и стерни.

Роль минеральных удобрений на почвах, подверженных дефляции

Длительное время считали, что в засушливых степных районах Западной Сибири применение минеральных удобрений малоэффективно и потому нецелесообразно. Наукой и практикой последних лет доказана несостоятельность такого мнения как с почвозащитной, так и хозяйственной точки зрения. Например, применение фосфорных удобрений, особенно при посеве по чистым кулисным парам, практически в любые годы способствует появлению дружных всходов, увеличению их густоты, лучшему росту вегетативной массы и корневой системы яровой пшеницы и других зерновых культур. Так, всходы распространенного в Кулундинской степи сорта яровой пшеницы Саратовская 29 в случае посева семян с гранулированным суперфосфатом появляются на один-два дня раньше, чем на неудобренных участках. При этом растения лучше кустятся, быстрее обеспечивают проективное покрытие площади, формируют более

прочную солому и образуют на 10—20 % больше продуктивных стеблей (и стерни). Корневая система растений на удобренных участках лучше развивается, глубже проникает в почву и охватывает больший ее объем. Общая масса корней возрастает на 8—16 % в сравнении с контролем.

В результате лучшего роста и развития растений на удобренных фонах повышается почвозащитная эффективность посевов, которые меньше повреждаются пыльными бурями, лучше защищают почву от дефляции и как следствие этого дают более высокие урожаи.

В зависимости от норм и соотношения вносимых минеральных удобрений в Кулундинской степи средний за пять лет урожай зерна яровой пшеницы составил, ц/га:

Без удобрений	18,4	$N_{30}P_{40}K_{30}$	20,7
N_{30}	18,6	$N_{60}P_{40}K_{30}$	19,5
P_{30}	19,3	$N_{30}P_{80}K_{30}$	21,4
K_{30}	18,3	$N_{30}P_{120}K_{30}$	21,5
$N_{30}P_{40}$	20,2	$N_{60}P_{80}K_{30}$	29,7
$P_{40}K_{30}$	18,8	$N_{60}P_{120}K_{30}$	19,5

Выявлено, что применение минеральных удобрений в Восточной Кулунде более эффективно, чем в Западной. На слабодефлированных южных черноземах совхозов «Романовский» и «Целинный» внесение $N_{40}P_{40}$ под основную обработку пара обеспечило лучшую вегетацию растений и дало прибавку урожая зерна яровой пшеницы 2,6—5,2 ц/га. В этих же исследованиях применение гранулированного суперфосфата в малой норме (10 кг/га д. в.) в рядки при посеве семян яровой пшеницы сопровождалось повышением урожая зерна на 1—4,5 ц/га. Использование одних азотных и калийных удобрений не влияло на вегетацию растений и урожайность яровой пшеницы.

В Алтайском НИИ земледелия и селекции сельскохозяйственных культур установлено положительное воздействие фосфорных удобрений на развитие надземной массы, корней, урожай и качество зерна яровой пшеницы. Так, по чистому пару без кулис, удобренному суперфосфатом (P_{20}), урожай зерна яровой пшеницы в среднем за десять лет составил 16,7 ц/га, а по кулисному

(подсолнечник) пару при внесении фосфорных удобрений в той же норме — 22,7 ц/га, или на 6 ц/га выше.

После уборки урожая на удобренных полях, как правило, остается более густая и прочная стерня, возрастает общая масса корней и объем почвы, охваченный ими. При плоскорезной обработке таких полей почва бывает надежно защищена от дефляции.

На обыкновенных черноземах Омской области в случае внесения 60 кг/га д. в. порошковидного суперфосфата вразброс прибавка урожая зерна яровой пшеницы по чистому пару в среднем за три года равнялась 2,3 ц/га, по зяби — 2,1 ц/га. Увеличение нормы применения суперфосфата до 80 кг/га д. в. не сопровождалось значительным повышением урожая (А. Д. Орлов, 1972). Установлена также возможность использования фосфорных удобрений осенью под глубокорыхлитель при глубине обработки почвы 20—22 см. Дробное внесение P_{10} в рядки при посеве семян и P_{30} осенью вразброс, а также $P_{10}+P_{50}$ на одном поле не дало преимуществ перед внесением соответственно P_{40} и P_{60} осенью вразброс.

Использование только азотных удобрений на обыкновенных и южных черноземах Омской области оказалось малоэффективным. На чистых парах внесение азота в нормах 30 и 60 кг/га сопровождалось снижением урожайности яровой пшеницы на 0,1—1,4 ц/га. По осенней плоскорезной обработке почвы прибавка урожая зерна составила в данном случае 0,4—0,5 ц/га. Не отмечено также положительного влияния на урожайность яровой пшеницы калийных удобрений. На фоне NP применение калия в нормах 30; 60 и 90 кг/га снижало урожай зерна по чистому пару на 0,9—1,7 ц/га, а на зяблевой вспашке при заделке удобрений осенью под плуг — на 1,8—2,1 ц/га.

На слабодефлированных обыкновенных легкосуглинистых черноземах южной лесостепи (Омская областная агрохимическая лаборатория) ежегодное внесение в рядки при посеве семян P_{20} обеспечивало прибавку урожая зерна яровой пшеницы сорта Саратовская 29 в 1970 г. 1,2 ц/га, в 1971 г.— 1,7 ц/га. Основная заправка почвы P_{60} осенью под вспашку пара повысила урожайность пшеницы в 1970 г. на 1,8 ц/га, в 1971 г.— на 2,4 ц/га. Дальнейшее увеличение норм внесения фосфорных удоб-

рений незначительно повышало урожайность этой культуры.

Ежегодное припосевное использование гранулированного суперфосфата в сумме за три года дало прибавку урожая зерна яровой пшеницы 4,2 ц/га, а основное внесение P_{60} и P_{180} — примерно 6 ц/га. Наиболее экономически выгодной оказалась норма P_{60} при основном внесении удобрения. Она обеспечила получение чистого дохода 37 р. 56 к. с 1 га и окупаемость затрат на удобрение 14 р. 20 к. В случае внесения фосфорных удобрений в норме 20 кг/га д. в. в рядки при посеве семян эти показатели составили соответственно 25 р. 11 к. и 8 р. 28 к.

Таким образом, применение минеральных удобрений в степных и засушливых лесостепных районах Западной Сибири улучшает условия вегетации растений и тем самым способствует повышению почвозащитной эффективности посевов, а также увеличению урожайности яровой пшеницы и других зерновых культур.

Использование соломы в качестве почвозащитного средства и удобрения

В хозяйствах засушливых степных и южных лесостепных районов Западной Сибири основную массу соломы используют на корм скоту, а также в качестве подстилки для животных. С ростом урожаев зерновых культур отдельные колхозы и совхозы стали применять солому в качестве мульчирующего средства и удобрения, что вызвано соображениями агрономического и организационно-экономического порядка: необходимостью защиты почвы от дефляции, лучшего сохранения влаги, восстановления запасов органического вещества, сокращения затрат труда на уборку, перевозку, погрузку и разгрузку соломы.

Результатами исследований Алтайского НИИ земледелия и селекции сельскохозяйственных культур и Кулундинской сельскохозяйственной опытной станции установлено, что мульчирование полей соломой способствует прежде всего повышению устойчивости почвы к деф-

ляции. Разбросанная по полю в измельченном или даже в цельном виде солома хорошо защищает почву от выдувания. Наблюдения, проведенные за динамикой влажности почвы, показали, что покрытая мульчирующим слоем соломы она испаряет меньше влаги и лучше сохраняет выпадающие осадки.

В Кулундинской степи наблюдается довольно активный процесс минерализации органического вещества, особенно в случае проведения вспашки. Мульчирование соломой в больших нормах способствует накоплению гумуса в почве и улучшению соотношения между азотом и фосфором. Так, при внесении 30 ц/га соломы в почву поступает 8—12 кг/га N, 25—50 — K_2O и 5—8 кг/га P_2O_5.

Положительно воздействуя на почву как защитное средство и удобрение, соломенная мульча обеспечивает повышение урожайности сельскохозяйственных культур. Например, на Кулундинской сельскохозяйственной опытной станции при использовании соломы в качестве мульчирующего средства на слабодефлированных почвах прибавка урожая зерна яровой пшеницы Саратовской 29 составила 1,5—2,5 ц/га.

В колхозах и совхозах Алтайского края солому измельчают и разбрасывают комбайнами СК-4 с измельчителем, косилками-измельчителями КИР-1,5 и другими машинами. В ряде хозяйств ее разбрасывают по полю комбайнами без копнителя, не измельчая. Комбайны оборудуют специальной рассеивающей вертушкой. Ранневесеннее закрытие влаги на полях, мульчированных соломой, можно успешно проводить бороной БИГ-3 и лущильником с плоскими дисками ЛД-10М.

Использование соломы в качестве мульчирующего средства в южной лесостепи Омской области положительно сказалось на водном режиме почвы, способствовало повышению в ней запасов продуктивной влаги. При малой норме внесения мульчирующего материала (10—30 ц/га) влажность почвы увеличивалась лишь в слое 0—50 см, а при максимальной (100 ц/га) — на глубине метрового слоя. В последнем варианте в метровом слое почвы к посеву было влаги на 25,7 мм, из них в нижнем слое на 14,1 мм больше, чем на контроле (без использования соломы). К уборке урожая эти показатели составили соответственно 21,6 и 6,7 мм. В течение всего

периода вегетации колебания в увлажнении верхнего слоя почвы на мульчированных участках были меньше, чем в контроле.

В летний период водный режим почвы под мульчирующем слоем соломы улучшается вследствие сокращения испарения, лучшего использования осадков, конденсации и сохранения влаги. В накоплении снега зимой на мульчированных и обычных фонах существенной разницы не установлено. Однако выдувание почвы оказалось значительно меньше на участках с применением соломы в качестве мульчи.

На мульчированных участках сокращается сток, смыв и размыв почвы талыми водами, увеличивается ее влагозарядка. Так, в 1968 г. после интенсивных (86 мм) дождей запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы на мульчированных площадях возросли на 51,6 мм, а на обычных — только на 29,7 мм. В июне — июле по утрам на соломенной мульче образовывалась роса, которая несколько увлажняла верхний слой почвы.

Существенного влияния мульчи на структурообразовательные процессы в почве не установлено. На участках с обильным мульчированием обнаружено большое количество особей серой зерновой совки и ее врага — жужелицы.

Ко времени посева количество нитратного азота в почве было выше на делянках, мульчированных соломой, в середине и в конце вегетации — на участках без применения мульчи. В слое почвы 0—60 см на участках с мульчированием почвы соломой при посеве содержалось нитратов 89 мг/кг почвы, в фазе колошения — 67 и перед уборкой урожая — 29 мг/кг; без мульчирования — соответственно 85; 88 и 81 мг/кг. Таким образом, по мере прогревания почвы и наступления летних температур, когда клетчатка соломы начинает усиленно разлагаться, содержание нитратного азота в почве снижается.

По данным исследований, однократное мульчирование почвы соломой не оказало отрицательного влияния на засоренность посевов. Двукратное внесение мульчи на одной и той же площади несколько увеличивало количество сорняков в посевах.

Урожайность яровой пшеницы без мульчирования в среднем за три года (1968—1970) составила 7,4 ц/га, с

мульчированием соломой в норме 1 т/га — 8,1, 3 т/га — 8,5, 5 т/га — 9,1 и 10 т/га — 9,7 ц/га.

Наши наблюдения показали, что интенсивность разложения соломы определяется главным образом погодными условиями и типом почвы. В сухую осень оно замедляется, весной после увлажнения талыми водами и прогревания солнцем — усиливается. Во влажные годы этот процесс наиболее интенсивно протекает осенью. На более тяжелых почвах солома разлагается медленнее, чем на легких. Неблагоприятное воздействие соломенной мульчи может проявляться весной при пониженных температурах, когда затягивается созревание почвы и прорастание семян сорных растений. В этих условиях необходима более тщательная предпосевная обработка почвы, способствующая улучшению воздушного, водного и питательного режимов и снижению засоренности полей.

Применение химических средств борьбы с дефляцией почв

Почвозащитную эффективность химических препаратов изучали на Кулундинской сельскохозяйственной опытной станции. В качестве средства для защиты почвы от дефляции применяли сланцевую смолу и латекс СКС-65ГП.

Сланцевая смола при нанесении на поверхность почвы пропитывает отдельные ее комочки, которые после подсыхания приобретают лучшую связность и прочность. В результате содержание фракций размером менее 1 мм в поверхностном слое почвы снижается примерно в 1,5 раза. Сильные пыльные бури, отмечавшиеся весной 1967 г., не ухудшали агрегатного состава почвы, обработанной смолой, но со временем прочность и связность агрегатов таких почв снижались. Однако к этому периоду на почве формировался растительный покров и процесс дефляции затухал. На паровых полях положительное воздействие сланцевой золы на почву прекращалось после проведения поверхностных обработок.

Значительного влияния сланцевой смолы на улучше-

ние водного режима почвы не выявлено. Лишь в первый период действия ее на почву снижалось физическое испарение влаги.

В вариантах с применением смолы отмечено некоторое усиление микробиологической активности почвы, увеличение содержания в ней подвижных форм азота и фосфора и снижение засоренности полей в весенний период. При этом всходы яровой пшеницы были обычно более дружными, а урожай зерна этой культуры в среднем за четыре года исследований составил 7 ц/га, на контроле — 6,5 ц/га. В годы с повышенным увлажнением применение сланцевой смолы повышало урожайность пшеницы на 1,3 ц/га.

С 1972 г. на Кулундинской сельскохозяйственной опытной станции проводили изучение возможности использования латексов для закрепления сильнодефлированных почв. При этом после весновспашки под яровую пшеницу на поверхность почвы наносили латекс СКС-65ГП в нормах 60 и 120 кг/га. При использовании его в норме 120 кг/га количество ветроустойчивых агрегатов и их прочность в наибольшей степени увеличивались в слое почвы 0—2,5 см. Это преимущество сохранялось в течение всего вегетационного периода, а для слоя 0—5 см — до второй половины июля по количеству ветроустойчивых агрегатов и в течение всего периода наблюдений — по их прочности. Таким образом, повышение ветроустойчивости почвы в случае применения латекса отмечено в течение довольно продолжительного периода.

По запасам продуктивной влаги в почве варианты опыта с применением латекса превосходили контроль до второй половины июля, а общий расход влаги до смыкания растений в вариантах с применением латекса был в 2 и в 2,4 раза меньше, чем в контроле. Водопроницаемость почвы во всех вариантах оказалась высокой: на контроле — 9,5 мм/мин, при использовании латекса в норме 60 кг/га — 6,8 и 120 кг/га — 4,9 мм/мин.

Интенсивность протекания биологических процессов в пахотном слое почвы определяли по степени разложения льняного материала целлюлозоразрушающими бактериями. На контроле она составила 28,7 %, в вариантах с применением латекса в нормах 60 и 120 кг/га — соответственно 33,4 и 34,8 %. Использование латекса в норме 120 кг/га имело преимущество перед другими

вариантами опыта по количеству растений в фазе кущения и перед уборкой и по урожаю зерна, который в этом варианте оказался на 2,4 ц/га, или на 23 % выше, чем на контроле.

Таким образом, применение смол, латексов и других химических веществ повышает устойчивость почв к дефляции, однако оно трудновыполнимо на больших площадях и обходится весьма дорого. Поэтому названные препараты важно использовать в сочетании с применением агротехнических приемов на чистых парах.

Почвозащитная эффективность лесомелиоративных мероприятий в степных районах

Главное назначение лесных полос в открытых степных и лесостепных районах — снижение скорости ветрового потока. Уменьшая скорость ветра, они должны защищать поля от выдувания летом и зимой, задерживать и равномерно распределять снег по площади, увеличивать влажность почвы и воздуха, улучшать микроклимат и повышать урожайность сельскохозяйственных культур.

Лесополосы плотной конструкции снижают скорость ветра внутри себя и на заветренной опушке на 5—15 % от скорости его в открытой степи. По мере удаления от лесной полосы скорость ветра быстро нарастает и на расстоянии 25 Н от лесной полосы (Н — высота лесополосы) достигает скорости ветра в открытой степи или даже оказывается выше нее (зона выдувания). В жаркую безветренную погоду в системе плотных лесных полос застаивается нагретый воздух, что отрицательно сказывается на состоянии посевов. Зимой в плотных лесных полосах и вблизи них накапливается большое количество снега. Короткий (до 100 м), но высокий (до 3 м) шлейф создает большую концентрацию его непосредственно около лесной полосы, что нередко лишает снега остальную, особенно центральную, часть поля. Весной снеготаяние здесь надолго (до двух недель и более) затягивается, что сдерживает и нарушает нормальный

ход весенних полевых работ. При дружном снеготаянии около лесной полосы формируются бурные потоки талых вод, смывающих почву и ведущих к образованию промоин и даже оврагов на полях.

Ажурные лесные полосы в отличие от плотных больше продуваются ветром. Воздушный поток, проходя через такую полосу, делится на две части: одна из них, проходящая через лесную полосу, распыляется и резко снижает скорость, другая, обтекая полосу сверху,— вступает во взаимодействие с первой, перемешивается с ней и также снижает скорость. На заветренной стороне полос (3—5 Н) скорость ветра уменьшается до 15—30 % от скорости ветра в степи. На расстоянии 25 Н от лесной полосы она снова возрастает и достигает 85 % скорости ветра в открытой степи. С наветренной стороны действие ажурной лесной полосы сказывается на расстоянии 5—10 Н, т. е. так же, как и влияние плотной конструкции.

В летний период в системе ажурных лесных полос создаются более равномерный воздушный режим, температура и влажность воздуха. Зимой снег на защищаемых полях распределяется здесь несколько равномернее, чем в системе плотных лесных полос. Однако концентрация снега в самой полосе и около нее остается довольно высокой, что снижает ее мелиоративную и водорегулирующую роль. Весной при таянии снега большое количество воды сбрасывается в пониженные элементы рельефа, в результате чего наблюдается смыв и размыв почвы.

Ажурно-продуваемые лесные полосы имеют 60—70 % просветов между стволами в нижней приземной части. Верхняя часть (крона) мало или вовсе ветронепроницаема. Такая конструкция лесной полосы обеспечивает максимальное снижение скорости ветра (на 30—50 %) на расстоянии 5—8 Н от лесной полосы в заветренную сторону. На расстоянии 25 Н скорость ветра уменьшается на 20 %. Увеличение дальности ветрозащитного действия продуваемых полос определяется особенностями их аэродинамического воздействия на ветровой поток. Одна часть (верхняя) ветрового потока проходит над лесной полосой, а другая (нижняя) — через просветы между стволами. Пройдя лесную полосу, потоки принимают различную скорость. Взаимодействуя, они переме-

шиваются и образуют общий поток с пониженной скоростью, которая затем снова возрастает.

Продуваемые лесные полосы способствуют более равномерному распределению снежного покрова и увлажнению почвы. Снеготаяние на полях, защищенных продуваемыми полосами, происходит медленнее, чем на открытых полях, и значительная часть талых вод, особенно при глубокой осенней обработке, впитывается в почву. По данным Алтайской агролесомелиоративной станции (1975 г.), весенние запасы влаги в метровом слое каштановых почв Кулундинской степи на полях, находящихся под защитой ажурно-продуваемых лесных полос, бывают, как правило, на 30—50 мм больше, чем на открытых полях. В летний период продуваемые лесные полосы уменьшают интенсивность вертикального обмена воздуха в межполосном пространстве, способствуют лучшему сбережению влаги выпадающих осадков и ослаблению дефляции. По данным исследований, прибавка урожая зерна яровой пшеницы в системе трех-, и четырехрядных лесных полос ажурно-продуваемой конструкции в среднем за пять лет составила 2,5 ц/га, или на 30 % больше, чем в открытой степи.

Таким образом, ни одна из изученных конструкций лесных полос не обеспечивает необходимой равномерности распределения снежного покрова, а следовательно, и увлажнения почвы на территории, защищаемой системой лесных полос. До выявления более эффективных их конструкций, видимо, целесообразно ограничиться посадкой только малорядных (двух-, трехрядных) продуваемых лесных полос.

Повышение продуктивности дефлированных почв с помощью орошения

Проведение почвозащитных мероприятий в степных районах Западной Сибири должно обязательно сопровождаться интенсификацией земледелия. Опыт показывает, что наиболее действенной мерой повышения эффективности степного земледелия, особенно на дефлированных почвах, является орошение.

Эффективность орошения каштановых почв разной степени дефлированности в течение длительного времени изучается на Кулундинской сельскохозяйственной опытной станции. Установлено, что один осенний влагозарядковый полив обеспечивает прибавку урожая сена люцерны 14,4 ц/га, а один вегетационный в фазе ветвления растений — 14,9 ц/га. В случае поддержания влажности корнеобитаемого слоя почвы в пределах 55—100 % НВ урожай сена люцерны равнялся 54,1 ц/га, 65—100 % — 68,1 и 75—100 % — 81,1 ц/га. При проведении четырех вегетационных поливов: первого — в начале ветвления, второго — в начале бутонизации, третьего — после первого укоса и четвертого — в начале бутонизации люцерны второго укоса урожай сена составил 73,4 ц/га (табл. 116). Таким образом, орошение на де-

ТАБЛИЦА 116. *Урожай сена люцерны при различных режимах орошения (по данным А. Г. Турбина и А. В. Иванова, 1971)*

Оросительная норма, м³/га	Число вегетационных поливов	Урожай, ц/га	Прибавка	
			ц/га	%
0	—	8,7	—	—
620	1	23,6	14,9	171
1564	2	54,5	45,6	525
2128	3	55,1	46,4	532
2635	3	53,1	44,3	510
2650	4	69,4	60,7	697
2976	4	66,8	58,1	668
3226	4	81,3	72,6	835
3588	4	73,4	64,7	744
3593	4	81,0	72,3	830

флированных каштановых почвах позволяет увеличивать сбор сена с 1 га посева люцерны в 5—9 раз.

Экономическая эффективность возделывания люцерны на сено при орошении показана в таблице 117. Данные ее свидетельствуют о том, что с увеличением оросительной нормы себестоимость 1 ц дополнительного урожая снижается, а чистый доход с 1 га площади возрастает.

Хорошие результаты дает также выращивание при

ТАБЛИЦА 117. Экономическая эффективность возделывания люцерны при орошении (по данным А. Г. Турбина и А. В. Иванова, 1971)

Показатель	Оросительная норма, м³/га			
	620	2380	2800	3410
Число поливов	1	3	4	4
Средняя прибавка урожая, ц/га	14,9	45,4	59,4	72,4
Стоимость дополнительного урожая, руб/га	52	195	208	253
Затраты на подготовку почвы к поливам, руб/га	3	3	3	3
Затраты на уборку дополнительного урожая, руб/га	4,6	14	18,4	22
Затраты на энергию по подъему воды из скважин, руб/га	3,5	13,4	15,8	19,3
Стоимость минеральных удобрений, руб/га	18	18	18,0	18,0
Стоимость работ по вывозке и внесению минеральных удобрений, руб/га	1,4	1,4	1,4	1,4
Эксплуатационные расходы, руб/га	10	10	10	10
Всего затрат на получение дополнительного урожая, руб/га	44,5	71,8	82,6	90,1
Себестоимость дополнительной продукции, руб/га	2,98	1,58	1,39	1,25
Чистый доход, руб/га	7,5	87,2	125,4	102,9

орошении кукурузы на силос и зеленый корм. В исследованиях предшественником кукурузы служила яровая пшеница. После уборки урожая пшеницы проводили осеннюю плоскорезную обработку почвы на глубину 16—18 см, а весной — вспашку с почвоуглублением на 30—35 см. Перед вспашкой в почву вносили 2 ц/га аммиачной селитры и 1 ц/га гранулированного суперфосфата, под предпосевную культивацию и перед нарезкой поливных борозд — еще 1,5 ц/га аммиачной селитры. Кукурузу высевали пунктирным способом из расчета 40 кг/га.

Установлено, что даже один весенний влагозарядковый полив значительно повышает урожай зеленой

ТАБЛИЦА 118. Урожай зеленой массы гибрида кукурузы Буковинский 3 при различных режимах орошения

Оросительная норма, м³/га	Урожай, ц/га	Прибавка	
		ц/га	%
Без полива (контроль)	136	—	—
700 (весенний влагозарядковый полив)	280	144	106
1020 (весенний влагозарядковый + + вегетационный полив)	453	317	233
2320 (весенний влагозарядковый + +вегетационные поливы)	560	424	312
2040 (весенний влагозарядковый + + вегетационные поливы)	543	412	303
1540 (вегетационные поливы)	460	324	238
1750 (вегетационные поливы)	507	371	273

массы кукурузы на дефлированных каштановых почвах (табл. 118).

Наиболее высокие урожаи получают при сочетании весеннего влагозарядкового полива с вегетационными, проведенными при пороге влажности корнеобитаемого слоя почвы 60—65 % НВ в первый период вегетации растений кукурузы и 70—75 % НВ — во второй.

Хорошие урожаи собирают и в случае проведения вегетационных поливов по фазам вегетации растений. Чистый доход в зависимости от оросительной нормы составляет 34—162 руб/га, а себестоимость 1 ц дополнительного урожая зеленой массы — 0,47—0,33 руб.

Изучение эффективности выращивания яровой пшеницы при орошении в Кулундинской степи также дало положительные результаты. На каштановых легкосуглинистых слабодефлированных почвах в случае дефицита влаги в почве перед посевом один влагозарядковый полив обеспечивал прибавку урожая зерна яровой пшеницы Саратовской 29 4—5 ц/га в сравнении с контролем. При сочетании влагозарядкового и вегетационных поливов собирали по 32—34 ц/га зерна. Чистый доход в зависимости от величины оросительной нормы составлял

42—91 руб/га, а себестоимость 1 ц дополнительного урожая — 3,15—2,35 руб.

В условиях Алейской степи Алтайского края (южные черноземы) районированные сорта яровой пшеницы Саратовская 29 и Харьковская 46 обеспечивают при орошении урожаи зерна 35—40 ц/га. В условиях оптимального увлажнения почвы, особенно на фоне применения удобрений в высоких нормах, растения пшеницы этих сортов достигают высоты 1,2—1,3 м и полегают. Поэтому здесь необходимы неполегающие сорта этой культуры.

Установлено, что хорошие результаты дает при орошении в Алейской степи возделывание сахарной свеклы. В богарных условиях здесь получают по 100—120 ц/га, а при орошении — до 400 ц/га корнеплодов. Возделывание кукурузы при орошении в Алейской степи так же эффективно, как и в Кулундинской. Три полива при использовании органических и минеральных удобрений в высоких нормах обеспечивают получение урожая зеленой массы до 700 ц/га. Недостаток Алейской оросительной системы — вторичное засоление почв.

Таким образом, орошение дефлированных почв — эффективное средство повышения их продуктивности, борьбы с засухой и интенсификации земледелия. Поскольку площади орошаемых земель в Западной Сибири невелики, на них в первую очередь целесообразно выращивать кормовые культуры (люцерну, кукурузу и др.). Для возделывания зерновых и зернофуражных культур при орошении необходимы интенсивные и неполегающие сорта.

Опыт освоения почвозащитных систем земледелия в хозяйствах

В различных зонах страны осуществляют разные по своему содержанию почвозащитные системы земледелия с учетом эрозионной и дефляционной опасности земель, рельефа и климатических условий местности, почвенного покрова и степени его эродированности. Можно назвать десятки хозяйств страны, где достигнуты значительные успехи в освоении почвозащитных систем земледелия. Предстоит глубоко изучить этот опыт и выявить, в каких условиях какие приемы и их сочетания оказались наиболее эффективными и какие не оправдали надежд. Такой анализ может стать основой для дальнейшего совершенствования зональных почвозащитных систем земледелия.

Например, заслуживает внимания опыт разработки и освоения почвозащитных систем земледелия в ОПХ имени В. В. Докучаева Алтайского НИИ земледелия и селекции сельскохозяйственных культур (АНИИЗиС), колхозах «Красное знамя» Первомайского и «Заря Алтая» Завьяловского районов Алтайского края, а также в других многочисленных хозяйствах страны.

Опытно-производственное хозяйство имени В. В. Докучаева АНИИЗиС расположено преимущественно на склоновых землях Приобского плато. За хозяйством закреплено 12 тыс. га сельскохозяйственных угодий, в том числе 8 тыс. га пашни. Территория сильно расчленена овражно-балочной сетью (0,95 — 1,1 км/км^2). Склоны выпуклые, вогнутые и сложные. Годовое количество осадков, по многолетним данным, составляет 380—430 мм, из которых 35—40 % приходится на осенне-зимний период. 72 % пашни расположено на склонах. Пахотные земли с уклоном до 1° занимают 2478 га, 1—3° — 3379, —5° — 2783 и более 5° — 136 га.

Расчлененный рельеф, размещение пахотных земель на склонах значительной крутизны, высокий удельный вес зимних осадков создают условия для стока талых вод, смыва и размыва почв. Серьезную эрозионную опасность представляют ливневые осадки теплого периода года.

На склонах южных экспозиций проявляются эрозия и дефляция.

Развитию эрозии способствует глубокое промерзание почвы зимой, бурное снеготаяние весной и наличие легкоразмываемой почвообразующей породы — лёссовидных суглинков. Овраги занимают 170 га, а их протяженность равна около 50 км.

В недалеком прошлом с территории хозяйства ежегодно стекали миллионы кубометров воды, унося с собой огромное количество плодородной почвы.

В настоящее время повышение плодородия почв и получение высоких устойчивых урожаев на склонах обеспечиваются в результате дифференцированного использования склоновых земель, а также освоения комплекса организационных, агротехнических и гидромелиоративных мероприятий.

На землях до 1° освоены зернопаровые и зернопропашные четырех- и пятипольные севообороты со следующим чередованием культур: 1 — чистый кулисный пар, 2—3 — яровая пшеница, 3—4 — вика+овес на зерно или: 1 — чистый кулисный пар, 2 — яровая пшеница, 3 — горох, 4 — яровая пшеница, 5 — вика+овес или овес на зерно.

На склонах 1—5° освоены пяти- и шестипольные севообороты с таким чередованием культур: 1 — занятый пар, 2 — пшеница+многолетние травы, 3 — многолетние травы первого года, 4 — многолетние травы второго года, 5 — пшеница, 6 — овес+вика или овес на зерно либо: 1 — занятый пар, 2 — пшеница, 3 — горох, 4 — пшеница, 5 — овес.

На землях, прилегающих к животноводческим помещениям, кукурузу выращивают бессменно или в двухпольном севообороте: 1 — кукуруза, 2 — яровая пшеница.

Пары на склонах размещают полосами шириной 50—100 м при чередовании с культурами сплошного посева, что значительно снижает проявление эрозии. На скло-

нах широко применяют посев буферных полос из многолетних трав. В зависимости от крутизны и экспозиции склона ширина буферных полос равна 15—20 м, расстояние между ними — 100—200 м. Наиболее крутые ветроударные склоны, а также участки с сильнорасчлененным рельефом отведены под посевы многолетних трав.

Особое внимание уделяют дорожной сети, которая, пересекая хозяйство во всех направлениях, наряду с использованием по прямому назначению, служит сетью каналов, плотин, водотоков. Кюветы дорог обязательно залужают. Около дорог, вынужденно размещенных вдоль склонов, создают распылители стока.

В логах и по речке Ляпихе построили девять водоемов, которые являются замыкающим звеном почвозащитного комплекса. С помощью водонаправляющих валов и ложбин эти водоемы собирают ту часть талых вод (2,5—3 млн. $м^3$), которую не удалось сдержать на поле в результате проведения агротехнических мероприятий. Вблизи водоемов на месте малопродуктивных естественных кормовых угодий создали орошаемые участки. На площади более 700 га провели мелиоративные работы, из них на 400 га можно осуществлять полив многолетних трав. Коренное улучшение и организация орошения склоновых земель водами местного стока позволили повысить их продуктивность в 6—7 раз (25—30 ц/га зеленой массы до улучшения земель и 150—100 ц/га после их улучшения). Это дает возможность хозяйству гарантированно обеспечивать скот в летний период зелеными кормами.

Основой почвозащитного земледелия на склонах в зоне совместного проявления эрозии и дефляции почв служит обработка почвы плоскорезными орудиями, сохраняющими стерню и другие растительные остатки на поверхности поля, вследствие чего обеспечиваются надежная защита почв от эрозии и дефляции, лучшая аккумуляция атмосферных осадков, накопление и сохранение влаги в почве.

Основную обработку всех полей проводят плоскорезами КПП-2,2, а также глубокорыхлителями КПГ-250 и КПГ-2-150. Отвальными плугами обрабатывают только пласт многолетних трав. Все излишки соломы зерновых культур во время уборки урожая используют для мульчирования поверхности почвы.

Опыт показывает, что в отдельные годы верхний слой почвы, где проводили раннюю плоскорезную обработку, под действием дождей увлажняется и поверхность поля становится слитной. Зимой от морозов этот слой почвы цементируется и оказывается водонепроницаемым. Поскольку снеготаяние проходит по мерзлой почве, то весенний сток с таких полей достигает 65—70 %. Чтобы избежать этого, осеннюю обработку почвы проводят в два этапа.

Вначале обработку почвы, мульчированной соломой, осуществляют вслед за уборкой урожая зерновых культур бороной БИГ-3, а если поля засорены или сильно уплотнены, проводят лущение жнивья. В результате уничтожаются вегетирующие сорные растения (щетинник, щирица, гречиха вьюнковая), заделываются в почву осыпавшиеся семена однолетних сорняков и подрезается корневая система многолетних сорных растений. После таких обработок поверхность почвы находится под защитой мульчирующего слоя, вследствие чего создаются благоприятные условия для очищения почвы от однолетних сорняков.

Во второй половине сентября почву обрабатывают плоскорезами-глубокорыхлителями в направлении горизонталей склонов на глубину 27—30 см. Переход на глубокую основную обработку почвы всех полей в более поздние сроки обеспечивает создание рыхлокомковатой поверхности поля перед уходом в зиму, что способствует хорошему поглощению талых вод. Глубокая осенняя обработка почвы является одновременно одним из приемов борьбы с корнеотпрысковыми сорняками.

На полях, занятых многолетними травами, а также на улучшенных естественных сенокосах и пастбищах применяют контурное щелевание на глубину 45—50 см. Лучшие результаты получают при расстоянии между проходами щелереза 2 м. Осеннее щелевание многолетних трав и естественных сенокосов и пастбищ предотвращает сток талых вод и приводит к дополнительному накоплению 400—500 т/га влаги.

На полях, глубоко обработанных КПГ-2-150, весной, после таяния снега, наблюдается повышенная рыхлость и глыбистость почвы. При этом создаются условия для повышенного испарения влаги и иссушения почвы. Ана-

логичные явления отмечаются на посевах многолетних трав, где выполняли щелевание.

Первую весеннюю обработку проводят при созревании почвы бороной БИГ-3, которая хорошо разделывает почву, выравнивает ее поверхность и создает наилучшие условия для прорастания семян сорняков и последующего их уничтожения. Предпосевную обработку почвы и посев осуществляют после появления массовых всходов сорняков, главным образом овсюга. На предпосевной плоскорезной обработке почвы наиболее качественно работает лущильник ЛДГ-10, агрегатируемый с боронами. Он полностью уничтожает сорняки, удовлетворительно рыхлит и выравнивает поверхность поля. Однако такая обработка ведет к распылению и иссушению верхнего слоя почвы. Поэтому при организации работ и агрегатировании почвообрабатывающих и посевных машин и орудий предусматривают оптимальные сроки выполнения полевых работ и совмещение технологических операций.

Полосы занятого пара на склонах хорошо защищают почву от эрозии. Парозанимающую культуру (смесь вики или гороха с овсом, суданская трава, кормовое просо) убирают на сенаж. Затем поле обрабатывают бороной БИГ-3. Последующие обработки проводят плоскорезами по мере необходимости (при наличии сорняков) послойно с углублением на 2—3 см. Последний раз полосы занятого пара обрабатывают в первой пятидневке октября плоскорезами КПГ-2-150 на глубину 27—30 см.

Сохранение стерни на поверхности, использование соломы для мульчирования, обработка почвы бороной БИГ-3 вслед за уборкой урожая, а также позднеосенняя обработка почвы плоскорезами-глубокорыхлителями поперек склонов на глубину 27—30 см, долголетние буферные полосы из многолетних трав, полосное размещение чистого пара и различных культур, щелевание многолетних трав позволили в 2,7 раза уменьшить сток талых вод и практически предотвратить проявление эрозии почв на полях ОПХ имени В. В. Докучаева. Так, если в начале освоения комплекса почвозащитных мероприятий смыв почвы с пахотных земель достигал 40,9 м^3/га, то к 1983 г. потери почвы по существу полностью прекратились.

Главный показатель эффективности мероприятий по

защите почв от эрозии и дефляции — урожайность зерновых, которая в среднем за 1971—1980 гг. составила в хозяйстве 20,6 ц/га. По сравнению с уровнем, достигнутым в восьмой пятилетке, она увеличилась на 8,9 ц/га. Среднегодовое валовое производство продукции растениеводства за 1971—1980 гг. в сравнении с 1961—1970 гг. повысилось на 32%, а зерна — на 38%, несмотря на то что общая площадь посева сократилась на 19 %. Сбор продукции растениеводства с каждого гектара пашни возрос при этом на 46,8 %, зерна — на 53 %. Среднегодовая стоимость дополнительной продукции в сопоставимых ценах за годы девятой и десятой пятилеток в сравнении с седьмой и восьмой составила 375 тыс. руб., а прибыль по хозяйству увеличилась в 2—3 раза.

Колхоз «Красное знамя» Первомайского района Алтайского края расположен на территории Обь-Чумышской равнины. Однако эта равнина сильно расчленена овражно-балочной сетью, и почти все земли колхоза находятся на склонах, крутизна которых достигает 10°.

За колхозом закреплено 21,2 тыс. га земли, в том числе 10,6 тыс. га пашни и 5,5 тыс. га сенокосов и пастбищ. На склонах 1—3° находится 3920 га, 3—5° — 2200, 5—7° — 2000 и на склонах 7—9° — 500 га. Водная эрозия активно проявлялась на 40% всех земель.

На территории хозяйства было 35 оврагов протяженностью 19 км с водосборной площадью 9000 га. Ежегодный прирост вершин оврагов до применения комплекса противоэрозионных мероприятий составлял около 100 м.

В 1968 г. научными сотрудниками АНИИЗиС, а также специалистами Росземпроекта и Союзгипролесхоза был разработан комплекс почвозащитных мероприятий, который к концу 70-х годов практически был освоен.

В колхозе ввели и освоили 12 севооборотов с короткой ротацией, в том числе 2 — зернопаровых, 3 — свекловичных, 3 — зернопропашных (кормовых) и 4 специальных почвозащитных с высоким насыщением многолетними травами.

Полевые севообороты разместили на неэродированных и весьма слабоэродированных землях. Зернопаровые севообороты имеют следующее чередование культур: 1 — чистый кулисный пар, 2 — озимая рожь, 3—4 — яровая пшеница; свекловичные: 1 — чистый пар, 2 — сахарная свекла, 3—4 — яровая пшеница; зернопропаш-

ные: 1 — кукуруза, 2 — яровая пшеница, 3 — овес. Специальные почвозащитные севообороты расположили на крутых, а также на сильнорасчлененных склонах. Чередование культур в них следующее: 1 — многолетние травы первого года пользования, 2 — многолетние травы второго года пользования, 3 — яровая пшеница, 4 — яровая пшеница с подсевом трав.

Для обеспечения молочного комплекса сочными кормами выделили специальный участок зеленого конвейера.

Поля севооборотов разместили с учетом рельефа и почвенного покрова. Всю пашню хозяйства разделили на 260 производственных участков.

С введением противоэрозионной организации территории в колхозе сложилась следующая структура посевных площадей: зерновые — 57 %, кормовые культуры — 27, сахарная свекла — 4,2, чистый пар — 11 %. Эта структура позволяет выполнять планы продажи зерна и сахарной свеклы государству, а также в достатке обеспечивать кормами общественное животноводство.

Первостепенное внимание в колхозе уделяют широкому применению противоэрозионных приемов обработки почв с целью сокращения поверхностного стока дождевых осадков, усиления поглощения почвой талых вод, использования дополнительных запасов влаги на формирование урожая и резкого уменьшения смыва почвы.

На основании проведенных в хозяйстве производственных опытов установлено, что наиболее эффективным агротехническим противоэрозионным приемом является осенняя плоскорезная обработка почвы. Применение ее на склоновых землях позволяет в 3 раза по сравнению с отвальной обработкой уменьшить смыв почвы. Так, на опытном участке, расположенном на склоне 4—5° южной экспозиции, в среднем за 1971—1976 гг. с отвальной зяби ежегодно смывалось 35—45 т/га, а с плоскорезной — 10—12 т/га почвы. За эти годы урожайность яровой пшеницы по плоскорезной обработке почвы оказалась на 1,7 ц/га больше, чем по вспашке. В настоящее время основную обработку почвы культиваторами-плоскорезами применяют более чем на 50 % площади зяби.

Широко распространены в хозяйстве и другие противоэрозионные приемы. Так, почву обрабатывают только поперек склонов. На посевах многолетних трав и естест-

венных сенокосах, где наблюдается большой сток талых вод, проводят щелевание. Посев зерновых выполняют сеялками СЗП-3,6, поля мульчируют соломой.

Применение агротехнических противоэрозионных мероприятий позволило значительно ослабить проявление эрозии и сохранить от разрушения пахотные земли.

В течение 1970—1972 гг. в хозяйстве создали систему лесозащитных насаждений. Всего посадили 295 га лесных полос, из них приовражных — 35,8 га, прибалочных — 70,8, водорегулирующих — 52,3 и снегозащитных вдоль дорог — 17,7 га.

Водорегулирующие лесные полосы разместили поперек склонов. Расстояние между полосами — около 400 м, ширина их — 18 м, конструкция — ажурная. Эти полосы шестирядные, с расстоянием между рядами 3 м и в ряду — 0,75 м. Прибалочные шестирядные лесополосы шириной 18 м создали по берегам балок. Конструкция их плотная. Они состоят из основных древесных пород и кустарников. Приовражные девятирядные насаждения 27-метровой ширины заложили вдоль действующих оврагов. Снегозащитные шестирядные полосы расположили вдоль дорог на расстоянии 50 м от них.

Следует отметить, что создание лесных полос имело и негативные последствия. Оно обусловило резкую неравномерность распределения снежного покрова на полях. Опыт показал, что снег скапливается в большом количестве непосредственно в лесной полосе и на ее опушке (30—40 м). Остальная часть межполосного пространства остается малоснежной. Это создает экологическую зональность на поле и сдерживает начало весенних полевых работ. В связи с этим в колхозе заложили производственный опыт по реконструкции полезащитных насаждений путем уменьшения рядности до одного и придания им лучшей ветропроницаемости за счет редкого (через каждые 3—5 м) размещения деревьев в ряду.

Для предотвращения развития линейной эрозии по проекту Алтайского филиала Гипрозема в хозяйстве соорудили 46 систем водозадерживающих земляных валов вокруг вершин растущих оврагов. Каждая система состоит из нескольких чеков подковообразной формы со шпорами. Шпоры двух типов: глухие и с водообходами или с водосливами. Если в конце вала сброс воды по ка-

ким-либо причинам нежелателен, то шпора глухая. В том случае, если таких ограничений нет, то шпоры с водосливами. На участках со спокойным рельефом и небольшими склонами перемычки соорудили через каждые 60—100 м, а с большим уклоном — через 40—60 м. Отсыпку земляных валов проводили бульдозерами и скреперами. Валы разместили вдоль горизонталей, высота их — от 1 до 3 м, ширина по гребню вала, шпор и перемычек — 2,3 м. Откосы валов укрепили многолетними травами. Общий объем земляных работ при сооружении систем составил 111 тыс. $м^3$. Наблюдения, проведенные в период снеготаяния, показали, что все системы работают хорошо, весь сток талых вод аккумулируется в чеках. Поэтому в последние годы рост оврагов практически не отмечен.

Для вовлечения в сельскохозяйственное производство бросовых земель в колхозе провели выполаживание оврагов на площади 17 га. Спложенные участки залужили многолетними травами.

На проведение организационно-хозяйственных мероприятий, главным образом связанных со строительством дорожной сети, затратили 16,3 тыс. руб., на приобретение противоэрозионной техники — 53,7, на создание лесополос — 68,3 и на строительство гидротехнических сооружений — 221,7 тыс. руб. Всего на осуществление проекта противоэрозионных мероприятий за 1971—1976 гг. израсходовали 360 тыс. руб.

До внедрения почвозащитных мероприятий (до 1970 г.) ежегодный ущерб, наносимый эрозией, вследствие снижения плодородия почв, потери элементов питания в результате смыва и как следствие этого — недобора сельскохозяйственной продукции — оценивался в сумме более полумиллиона рублей. Внедрение противоэрозионного комплекса мероприятий позволило в основном предотвратить эрозию почв на территории хозяйства. За счет чистого дохода, полученного от применения агротехнических противоэрозионных приемов, к 1977 г. были окуплены все затраты, связанные с внедрением комплекса противоэрозионных мероприятий. Стоимость дополнительной продукции, получаемой в результате использования противоэрозионных приемов на пашне, составляет в среднем 87,9 тыс. руб. в год. За вычетом ежегодных затрат на проведение противоэро-

зионных мероприятий (17,1 тыс. руб.) чистый доход равен 70,8 тыс. руб. В расчете на 1 га севооборотной площади он выражается в сумме 6,2 руб., а на 1 га проводимых противоэрозионных мероприятий — 13,7 руб.

К числу передовых хозяйств Алтайского края относится также **колхоз «Заря Алтая» Завьяловского района.** Здесь осуществлен комплекс почвозащитных мероприятий на всех эрозионно- и дефляционноопасных землях (19 460 га). Так, в 1980 г. в хозяйстве провели следующие почвозащитные агротехнические мероприятия: безотвальную обработку почв с сохранением стерни на поверхности — на площади 10 730 га, посев кулис на паровых полях — на 2200, снегозадержание — на 14 250 га. В колхозе создали полезащитные лесные полосы на площади 86 га, построили восемь прудов для задержания стекающей воды и смываемой почвы.

В результате освоения почвозащитной системы земледелия резко уменьшилось проявление эрозии и дефляции, при этом урожайность зерновых культур в среднем за 1978—1980 гг. составила 20,6 ц/га.

Успешно осваивают почвозащитные системы земледелия во многих хозяйствах Курской, Липецкой, Белгородской, Воронежской, других областей Центрально-Черноземной зоны и, в частности, **в колхозе «Знамя Ленина» Грибановского района Воронежской области.** Здесь в творческом содружестве с учеными НИИСХ Центрально-Черноземной полосы имени В. В. Докучаева разработан и внедряется в производство комплекс мероприятий по защите почв от эрозии. В этом хозяйстве треть пахотных земель эродирована. Более половины пастбищ сильно эродирована и испещрена промоинами и оврагами. При новой организации территории отказались от прямолинейных границ полей. Их стали разбивать с учетом рельефа — контурно-перпендикулярно склоновому стоку. В этом же направлении начали проводить и обработку почвы. Кроме того, стали применять безотвальное глубокое рыхление почв, комбинированную и ступенчатую вспашку, лункование, прерывистое бороздование и другие противоэрозионные приемы обработки почв. За пять лет в хозяйстве создали сеть защитных лесных насаждений на площади 228 га. Использование противоэрозионных приемов обработки почв в сочетании с лесополосами позволяет накапливать в мет-

ровом слое почвы дополнительно 160—330 м³/га влаги. Широкое распространение в колхозе получило контурно-полосное размещение посевов сельскохозяйственных культур. На 20 га малопродуктивных пастбищ, расположенных на крутом склоне, создали террасы, которые затем залужили. Сейчас на этом склоне собирают высокие урожаи сена. На 160 га склоновых пастбищ по горизонталям провели водозадерживающие канавы, что дало возможность отводить часть стока в созданные для этого водоемы. Летом, с наступлением сухой погоды, воду из водоемов используют для орошения многолетних трав. На этих землях полностью предотвращен смыв почвы и хозяйство ежегодно получает по 250—280 ц/га зеленой массы. Колхоз совсем недавно начал осваивать почвозащитную систему земледелия, однако первые результаты уже сказываются на повышении урожайности возделываемых культур.

Пионером освоения систем почвозащитных мероприятий в Нечерноземной зоне РСФСР является **совхоз «Каширский» Каширского района Московской области.** В содружестве с учеными Почвенного института имени В. В. Докучаева здесь была разработана система мероприятий по рациональному использованию земель с обеспечением защиты почв от эрозии.

Территория совхоза сильно расчленена овражно-балочной сетью. На каждые 100 га сельскохозяйственных земель приходится в среднем 2,5 км овражно-балочной сети. Только $^1/_4$ пахотных земель имеет уклон до 1°, а остальные земли — до 6° и более. Многолетними наблюдениями установлено, что эрозия почв начинается здесь при уклоне 0,5°.

Раньше несмытые и смытые почвы, а также участки различной крутизны в хозяйстве включались в одно поле севооборота и на нем проводили одинаковую агротехнику. Сейчас применяют дифференцированное использование земель. На этом принципе построено все земледелие. Успешно претворяют в жизнь задачу полного регулирования стока талых вод и использования вод для получения высоких устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур. Вспашку осуществляют только перпендикулярно склоновому стоку: прямолинейно или по плавно-изогнутым линиям. Под пропашные культуры ее проводят с почвоуглублением на 12—15 см. На полях

применяют снегозадержание, причем приемы его дифференцируют в зависимости от экспозиции и части склонов. Дифференцированное использование земель обеспечивает благоприятные условия для проведения сельскохозяйственных работ в оптимальные агротехнические сроки.

В совхозе создали 110 га защитных лесных полос. Закрепили вершины почти всех оврагов.

Применяемая система противоэрозионных мероприятий позволила в 10—20 раз снизить смыв почвы и значительно повысить урожайность сельскохозяйственных культур. Так, если в среднем за 1961—1965 гг. урожайность зерновых составляла здесь 11,1 ц/га, то за 1971—1976 гг.— 25,6, многолетних трав (сено) — соответственно 13,5 и 21,9 ц/га, кукурузы (зеленая масса) —145 и 248, кормовой свеклы (корнеплоды) — 216 и 464 ц/га.

В колхозе имени Кирова Арского района Татарской АССР, как и в ряде других хозяйств республики, осваивают почвозащитную систему земледелия на основе применения «водопоглотительного комплекса», разработанного Государственным институтом земельных ресурсов. В этот комплекс входят: водопоглотительная вспашка — отвальная зяблевая вспашка на 20—25 см с формированием микролиманов глубиной до 30 см и кротованием подпахотного слоя на 40—45 см поперек склона; водопоглотительная технология посева — перекрестный посев с одновременным кротованием пахотного слоя на 18—20 см при втором проходе агрегата поперек склона; водопоглотительная обработка междурядий пропашных культур — кротование пахотного слоя на 18—20 см при первой междурядной обработке. В результате внедрения комплекса этих мероприятий впитывание влаги в почву возросло в 2—4 раза, смыв почвы уменьшился в 4—7 раз, а урожайность зерновых повысилась на 2—4 ц/га и силосных культур — на 20—40 ц/га. Это привело к увеличению чистого дохода на 13—27 руб/га. Применение «водопоглотительного комплекса» на приводораздельных участках склонов способствовало уменьшению эрозии на расположенных ниже покатых склонах 4—8°, где применяют «стернемульчирующий комплекс». В него входят: безотвальное рыхление почвы на глубину до 30 см плоскорезом КПГ-250 с кротователем, установленным на 20 см глубже его лап; перекрест-

ный посев с кротованием пахотного слоя почвы на 18—20 см; применение повышенных норм азотных удобрений на фоне использования фосфорно-калийных туков.

К числу многочисленных хозяйств **Чувашской АССР,** успешно внедряющих почвозащитную систему земледелия, относится **колхоз «Ленинская искра» Ядринского района.** В хозяйстве освоили несколько почвозащитных севооборотов. В них широко применяют противоэрозионные приемы обработки почв, в частности, контурную вспашку с почвоуглублением и с одновременным или с последующим лункованием или бороздованием. На посевах озимых и на зяби обязательно проводят снегозадержание. Весной для регулирования снеготаяния осуществляют полосное уплотнение или зачернение снега. В хозяйстве выполняют большие работы по засыпке промоин и мелких оврагов с дальнейшим освоением этих земель под посевы многолетних трав.

Как следствие осуществления этих и других противоэрозионных мероприятий резко снизилось проявление эрозии и повысилась урожайность возделываемых культур. При анализе эффективности использования противоэрозионных мероприятий в хозяйстве сопоставили урожаи двух засушливых лет — 1972 и 1975, однако в 1972 г. противоэрозионные мероприятия не применяли, а в 1975 г. их уже освоили в колхозе. Если в 1972 г. собрали в среднем по 12,8 ц/га зерна, то в 1975 г.— по 20,6 ц/га, клубней картофеля — соответственно 67 и 247 ц/га. Валовое производство зерна за эти годы возросло на 140%, клубней картофеля — на 370%. В 1975 г. со 100 га сельскохозяйственных угодий получили на 148 ц больше зерна, чем в 1972 г. Благодаря освоению под травосеяние ранее пустовавших земель и осуществлению мер по повышению урожайности многолетних трав в колхозе создали прочную кормовую базу. В 1977 г. с площади 1591 га получили в среднем 39,8 ц/га сена многолетних трав и заготовили 3 тыс. т сенажа, 734 т сена, 200 т люцерновой муки. В результате в хозяйстве значительно повысилась продуктивность животных, возросло производство мяса и молока. Так, если в 1964 г. средний удой на одну корову равнялся 890 кг, то в 1975 г. он превысил 3000 кг. Производство мяса на 100 га сельскохозяйственных угодий возросло за эти годы с 16,7 до 174,1 ц, молока — с 51 до 322 ц. Рост производства и

продажи государству всех видов сельскохозяйственной продукции благоприятно сказался на укреплении экономики колхоза. Чистый доход возрос с 351 тыс. руб. в 1972 г. до 1,5 млн. руб. в 1975 г.

В совхозе «Никулинский» Ульяновской области система противоэрозионных мероприятий была разработана специалистами совхоза в творческом содружестве с учеными Ульяновской областной сельскохозяйственной опытной станции. Территория этого хозяйства (около 15 тыс. га, в том числе 11,3 тыс. га пашни) имеет увалистый рельеф с длинными склонами до 6°. Более 70% пашни находится на эрозионноопасных землях. Слабоэродированные почвы занимают 680 га, среднеэродированные — 2230 и сильноэродированные — 6040 га. В совхозе освоили два почвозащитных севооборота. Для каждого поля севооборота и конкретного земельного участка с учетом почв и рельефа разработали дифференцированную систему основной и предпосевной обработок почв, внесения удобрений, посева сельскохозяйственных культур. Ежегодно на площади 8,5 тыс. га здесь проводят контурную вспашку зяби, на 3,6 тыс. га — лункование, бороздование и щелевание зяби, на 1000 га — прерывистое бороздование междурядий пропашных культур. На парах через каждые 10 м поперек склона высевают двухрядные кулисы из конопли. Они способствуют увеличению запасов влаги в почве, более равномерному распределению снега на посевах озимых и их лучшей перезимовке. На ветроударных склонах применяют безотвальную обработку почв.

В хозяйстве создали систему защитных лесонасаждений (390 га). Склоны с сильноэродированными почвами на площади 390 га залужили многолетними травами. Провели коренное улучшение пастбищных склонов на 210 га. Укрепили все вершины оврагов. На двух оврагах выполнили сполаживание откосов с последующим залужением их многолетними травами.

В результате этих и других противоэрозионных мероприятий резко уменьшилась эрозия и хозяйство стало ежегодно дополнительно производить продукцию на сумму 30 тыс. руб. Совхоз выполняет и перевыполняет планы по производству сельскохозяйственной продукции.

На Украине одним из первых начал внедрять систему мероприятий по защите почв от эрозии и наиболее про-

дуктивному использованию осадков **совхоз «Тимирязевский» Амвросиевского района Донецкой области.** За хозяйством закреплено 5132 га земель, в том числе 4412 га пашни. Территория сильно подвержена эрозии и дефляции, вследствие чего здесь появилось много смытых почв и земель, разрушенных оврагами.

В колхозе освоили почвозащитные севообороты. Поля севооборотов защитили лесными полосами. Ежегодно проводят вспашку, культивацию и посев поперек склонов, щелевание почвы под посевами многолетних трав. На ранней зяби применяют лункование. С 1975 г. применяют безотвальную обработку почв. В снежные годы на всей площади пашни осуществляют снегозадержание.

В совхозе в течение многих лет действует сеть мелководных микролиманов, которые соорудили в ложбинах. Они собирают не впитавшиеся в почву талые и ливневые воды. За три-четыре дня почва в зоне микролиманов дополнительно увлажняется, что способствует повышению урожайности возделываемых культур на 6—15 ц/га. Микролиманы постепенно заполняются смываемой почвой. За десятилетний период эксплуатации в них отложилось 350 тыс. $м^3$ почвы.

В 1975 г. в совхозе начали строить гребневидные террасы. К 1977 г. их уже построили на площади 1834 га пашни, а всего запроектировали их сооружение на 3100 га. Гребневидные террасы разместили по горизонталям местности. Расстояние между ними на склонах 3—4° — 120—150 м, ширина у основания — 10, высота — 0,6 м. Первые наблюдения, проведенные в процессе эксплуатации террас, показали, что они способствуют задержанию стока, резкому сокращению смыва почвы и повышению урожайности возделываемых культур. Так, 28 августа 1975 г., когда на территории хозяйства выпал очень интенсивный ливень с большим слоем осадков, выемочные части гребневидных террас заполнились водой. Ширина затопляемой части их составила 13—16 м, уровень воды в средней части выемок — 25—30 см. Каждый километр террас задержал около 4000 $м^3$ воды. В 1976 г. прибавка урожая зерна озимой пшеницы на 15-метровой полосе вверх от гребня террасы равнялась 10,3 ц/га, на гребне — 14,2, на 11-метровой полосе ниже — 14 ц/га в сравнении с урожаем зерна пшеницы на межтеррасном пространстве (35—36,4 ц/га). Условно-

чистый доход, полученный в 1976 г. в совхозе от внедрения гребневидных террас, достиг более 80 тыс. руб. Осуществляемый с 1960 г. в хозяйстве комплекс противоэрозионных мероприятий позволил предотвратить снос огромного количества почвы. Он показал высокую экономическую эффективность.

Колхоз «Правда» Верхнеднепровского района Днепропетровской области — одно из многих хозяйств Украины, осваивающих почвозащитную систему земледелия. В ее разработке и внедрении активное участие принимают ученые ВНИИ кукурузы. В хозяйстве 65% пахотных земель подвержено эрозии. Здесь освоили несколько почвозащитных севооборотов. На склонах сложной формы и большой (5—9°) крутизны для проведения всех полевых работ поперек склонов выделили агротехнически однородные участки площадью по 20—30 га. На каждом из таких участков используют дифференцированные приемы защиты почв от эрозии с учетом крутизны и экспозиции склонов, а также степени эродированности почв. Вспашку поперек склонов с лункованием и прерывистым бороздованием применяют в хозяйстве на площади 1600—1700 га, полосное размещение посевов — на 190 га. Опыт показывает, что при полосном размещении культур резко уменьшается проявление эрозии, вследствие чего урожайность сельскохозяйственных культур повышается на 10—15%. В случае возделывания на склонах пропашных культур посев проводят только поперек склонов. В начале вегетации осуществляют щелевание междурядий, при первой междурядной обработке — бороздование в сочетании со щелеванием на глубину до 20 см и при последней культивации — бороздование с окучиванием растений в рядках. Такая система возделывания пропашных культур резко уменьшает сток осадков и смыв почвы и обеспечивает повышение урожая зерна кукурузы на 3—3,5 ц/га и семян подсолнечника — на 1,5—2 ц/га.

В последние годы в колхозе успешно применяют систему безотвальной обработки почв. При такой обработке увеличивается накопление влаги в почве на 350—400 $м^3$/га и резко уменьшается проявление эрозии.

В хозяйстве посадили около 200 га защитных лесополос, 33 га неудобных земель облесили. Применяют чересполосную вспашку и террасирование крутых склонов.

Коренное и поверхностное улучшение естественных сенокосов и пастбищ осуществили на площади 475 га. Провели выполаживание и залужение откосов трех оврагов. Соорудили сеть водозадерживающих и водоотводящих валов. Все это резко уменьшило проявление эрозии.

В результате первых лет освоения почвозащитной системы земледелия средняя урожайность озимой пшеницы в среднем за пять лет (1971—1975) повысилось на 3,2 ц/га, кукурузы — на 5,8 ц/га. Производство молока в расчете на 100 га сельскохозяйственных угодий возросло на 80 ц, мяса — на 13 ц.

Колхоз имени Кирова Вознесенского района Николаевской области расположен в эрозионноопасной зоне. За ним закреплено 8707 га земли, из которых 5306 га пашни. Эродированные земли занимают более 68% площади пашни, в том числе средне- и сильносмытые — 34%. 240 га земель было полностью разрушено эрозией.

Внедрение противоэрозионных мероприятий в колхозе начали с организации территории. Ввели и освоили три почвозащитных севооборота. Поля разместили поперек склонов с максимальным приближением к направлению горизонталей, что исключило обработку почвы вдоль склонов. По новым границам полей посадили лесные полосы из дуба и грецкого ореха. Всего создали 151 га защитных лесных полос. Кроме того, облесили крутые склоны, овраги и балки (270 га). Построили террасы на площади 295 га. Полотно террас покрыли черноземной почвой. На многих террасах посадили грецкий орех. На пахотных землях крутизной до 5° построили гребневидные террасы (576 га). В зависимости от крутизны склонов их разместили на расстоянии друг от друга 30—50 м с откосами 1 : 6—1 : 8. Гребневидные террасы, как правило, хорошо задерживают поверхностный сток и предотвращают эрозию почвы.

Колхоз располагает полным комплектом машин, необходимым для освоения почвозащитной системы земледелия. Ежегодно здесь проводят плоскорезную обработку почвы на площади 1600 га, вспашку поперек склонов — на 2965 га, посев стерневыми сеялками — более чем на 3000 га. Широко применяют лункование, бороздование, щелевание зяби, а также посев многолетних трав. В колхозе создали два культурных пастбища на орошаемых землях площадью 264 га. Из 1700 га

естественных пастбищ на 450 га провели коренное улучшение.

Все это позволило уже в девятой пятилетке (после освоения комплекса противоэрозионных мероприятий) в сравнении с восьмой (до его освоения) повысить урожайность зерновых культур на 36%, в том числе кукурузы — на 61%. Валовая продукция растениеводства при этом возросла в 2,3 раза, а денежные доходы — в 3,1 раза.

С 50-х годов широко применяют систему противоэрозионных мероприятий во многих хозяйствах **Молдавской ССР.** Здесь проводят контурную обработку почв, полосные посевы сельскохозяйственных культур на склонах, осеннее щелевание почвы под посевами озимых, полосное рыхление, мульчирование, щелевание и прерывистое бороздование почвы при возделывании пропашных культур на склонах и другие агротехнические противоэрозионные мероприятия в полеводстве. Все это применяют в системе дифференцированных в зависимости от крутизны склона почвозащитных севооборотов. Большое внимание уделяют защите почв от эрозии в садах и виноградниках. Осуществляют также контурные посадки многолетних насаждений, прерывистое бороздование и щелевание почвы в междурядьях, посев буферных полос и сидератов. Крутые склоны осваивают под сады и виноградники путем террасирования. Особенно распространен метод строительства напашных террас полевыми, а также плантажными плугами. Проводят коренное улучшение малопродуктивных пастбищных склонов методом чересполосного освоения. Осуществляют засыпку или выполаживание оврагов с последующим их освоением под посевы многолетних трав, однолетних культур, под закладку садов и виноградников.

Опытное хозяйство Молдавского НИИ почвоведения и агрохимии имени Н. А. Димо (село Дурлешты Кутузовского района). Площадь — 2018 га. Рельеф очень сложный, изрезан глубокими балками, которые чередуются с узкими гребневидными водоразделами. 97% всех сельскохозяйственных угодий расположено на склонах более 1°, 87% — более 3°, 52% — более 5° и 30% — на склонах 15° и более. Таким образом, по уклонам поверхности территория хозяйства весьма эрозионноопасна. Эта опасность усугубляется преобладанием водосборов собирающего типа. Всего на территории хозяйства 85 раз-

личных водосборов. Почвы — главным образом серые лесные и черноземы различных подтипов. Вследствие наличия весьма эрозионноопасного рельефа, ливневого характера осадков, слабой противоэрозионной устойчивости некоторых почв и нерационального использования земель в прошлом почти весь почвенный покров на склонах эродирован. Кроме того, на территории хозяйства в силу гидрогеологических условий развиты оползни.

Разработку и освоение плана защиты почв от эрозии и других почворазрушающих процессов в целях повышения продуктивности и охраны почв в хозяйстве начали в 1966 г. В тот год пашня занимала 665 га и была представлена 155 отдельными участками, в основном вытянутыми вдоль склона. В связи с этим здесь особенно интенсивно проявлялась эрозия и все пахотные земли оказались в значительной степени смытыми, а также изрезанными большим количеством промоин, мелких и крупных оврагов. Урожайность зерновых составляла 19 ц/га. Виноградники занимали 474 га. Они были разбросаны в виде 850 мелких участков. Здесь также проявлялась сильная эрозия. Урожай винограда был весьма низким — 24 ц/га. Сады занимали 274 га и состояли из 255 разрозненных участков. Урожайность плодовых равнялась 70,1 ц/га. Пастбища занимали 183 га. Продуктивность их была чрезвычайно низкой. 250 га земель было разрушено оврагами и оползнями.

Прежде чем разработать план противоэрозионной организации территории, составили карты уклонов, экспозиции склонов, водосборных бассейнов и типов водосборов, детальную почвенную карту. Провели гидрогеологические обследования территории. Описали овраги и оползни.

Учитывая природные условия территории и местоположение хозяйства, определили основное направление его специализации — производство винограда и фруктов. Поставили задачу резко повысить продуктивность земель и обеспечить защиту почв от различных разрушающих процессов.

Тщательно продумали противоэрозионную организацию территории как основу всей почвозащитной системы земледелия, обеспечивающей высокопродуктивное использование почв и максимальное производство сельско-

хозяйственной продукции с наименьшими затратами труда и средств. При проектировании всех элементов организации территории учитывали задачи максимального задержания осадков на месте их выпадения на неоползнеопасных склонах, предотвращения смыва и размыва почвы, коренной мелиорации всех эродированных земель. Размещение угодий и организацию территории внутри угодий проводили при тщательном учете крутизны, длины склонов и других условий рельефа. Принимали во внимание также эродированность и противоэрозионную устойчивость почв.

На равнинных землях и на склонах не более 5° разместили севообороты с максимальным (до 60—70%) насыщением пропашными культурами. В севооборотах, расположенных на склонах 4—8°, возделывали в основном однолетние культуры и многолетние травы. На склонах 8—12° ввели и освоили почвозащитные севообороты с полосным размещением многолетних трав и однолетних кормовых культур сплошного посева. При размещении полей севооборотов во всех случаях учитывали необходимость их контурной обработки. Новые сады, преимущественно типа пальметтных и спуровых, располагали на равнинных землях и очень пологих склонах с полнопрофильными плодородными почвами.

Склоновые земли крутизной 8—12° и более отводили под виноградники с обязательным применением на них комплекса противоэрозионных мероприятий.

Большое внимание уделяли правильному размещению границ полей севооборотов и кварталов многолетних насаждений. Длинные стороны полей севооборотов располагали на склонах контурно в виде плавно-изогнутых линий. При этом верхнюю и нижнюю границы поля проектировали главным образом параллельными. Короткие границы полей приурочивали к естественным рубежам (к вторичным водоразделам) в направлении, перпендикулярном горизонталям. Этот принцип использовали и при нарезке границ кварталов многолетних насаждений с той лишь разницей, что здесь кварталы проектировали значительно меньших размеров. Это позволило более тщательно учитывать сложный рельеф склонов с тем, чтобы обеспечивать контурное размещение кварталов и рядов насаждений. На склонах более 12° создавали напашные террасы под закладку виноградников.

За 17 лет работы по освоению контурно-мелиоративной противоэрозионной системы земледелия выполнили следующие виды работ по коренной мелиорации земель и осуществлению организационно-хозяйственных, лесомелиоративных, гидротехнических, противоэрозионных и других почвоулучшающих мероприятий. Корчевку кустарников на бросовых и малопродуктивных пастбищных землях, а также бессистемных старых малопродуктивных садов и виноградников осуществили на площади 316 га. На 453 га засыпали 21 овраг с общим объемом земляных работ 2354 тыс. м^3. На 1178 га засыпали мелкие овраги и промоины, а также выполнили планировочные работы, связанные с освоением малопродуктивных и бросовых земель, общим объемом земляных работ 4611 м^3. Построили 11 распылителей стока в ложбинах и на обочинах дорог и 6 залуженных быстротоков. Соорудили 6603 противоэрозионные запруды. Провели осушение пойменных земель со строительством осушительных каналов на 80 га, а также осушение избыточно увлажненных склоновых земель на 90 га. На 83 га построили различные гидротехнические противооползневые сооружения. Соорудили террасы на 30 га крутых склонов. Построили большой стокорегулирующий пруд емкостью 1,3 млн. м^3, из которого вода подается на поля для орошения в засушливые периоды года. Заложили 22 га полезащитных лесополос, 12 га стокорегулирующих кустарниковых полос, 61 га защитных лесонасаждений на неудобных для сельскохозяйственного использования землях. На площади 81 га провели залужение эродированного склона.

В настоящее время на территории хозяйства ежегодно осуществляют комплекс агротехнических противоэрозионных мероприятий: контурную обработку почв — на площади 1350 га, посев буферных травяных полос — на 12, залужение (через три — пять — десять рядов) междурядий многолетних насаждений—на 630, одностороннюю вспашку — на 110, прерывистое бороздование почвы — на 600 и лункование в междурядьях многолетних насаждений — на площади 600 га. Все это дает высокий противоэрозионный эффект. Так, на одном водосборном бассейне площадью 58,6 га, где осуществили комплекс противоэрозионных мероприятий (контурную посадку плодовых и виноградных насаждений, глубокое рыхление междурядий, посадку буферных кустарниковых полос,

культивацию междурядий с лункованием, посев буферных травяных полос в междурядьях, строительство запруд по ложбинам), смыв почвы снизился с 8,85 (1972 г.) до 0,67 т/га (среднее за 1974—1976 гг.) (В. С. Федотова, Д. Д. Германюк, 1978).

За 17 лет произошла существенная трансформация сельскохозяйственных угодий и посевных площадей культур на территории хозяйства (табл. 119).

ТАБЛИЦА 119. Трансформация сельскохозяйственных угодий и посевных площадей культур в ОПХ Молдавского НИИ почвоведения и агрохимии имени Н. А. Димо, га

Угодья и культуры	Среднегодовой показатель за восьмую пятилетку	Среднегодовой показатель за десятую пятилетку	1982 г.
Всего земли на начало года	2028	2319	2315
В том числе сельскохозяйственных угодий	1488	1636	1870
Из них:			
пашня	495	540	545
сады	258	267	273
в том числе плодоносящие	150	175	184
виноградники	497	591	593
в том числе плодоносящие	327	427	446
Посевная площадь—всего	396	507	519
В том числе:			
зерновых культур	201	249	260
кормовых культур	147	222	242

В таблице 120 представлены данные о росте урожайности культур и валового производства сельскохозяйственной продукции в хозяйстве.

В результате внедрения контурно-мелиоративной противоэрозионной системы земледелия стоимость валовой продукции на 100 га сельскохозяйственных угодий за 17 лет увеличилась с 42 до 234 руб., т. е. в 5,6 раза, а рентабельность сельскохозяйственного производства — с 60,9 до 90,1% (в 1,5 раза).

Кроме того, в хозяйстве освоено 1169 малопродуктивных и бросовых земель. Затраты на освоение новых

ТАБЛИЦА 120. Рост урожайности культур и валового производства сельскохозяйственной продукции в ОПХ Молдавского НИИ почвоведения и агрохимии имени Н. А. Димо

Показатель	Среднегодовой показатель за восьмую пятилетку	Среднегодовой показатель за десятую пятилетку	1981 г.	1982 г.
Урожайность:				
зерновых, ц/га	21,8	32,4	34,7	30,0
овощных, ц/га	91,8	191,3	200,0	213,3
кормовых, ц/га корм. ед.	26,9	36,9	40,7	61,3
фруктов, ц/га	70,1	98,8	87,0	69,8
винограда, ц/га	59,9	90,8	100,6	152,8
Валовое производство:				
зерновых, т	439	808	735	750
овощных, т	176	497	200	235
кормовых, т корм. ед.	396	821	783	1481
фруктов, т	1049	1757	1634	1328
винограда, т	1608	4038	4200	7014
мяса, т	30	83	82	84
молока, т	120	491	570	617
Надой на одну фуражную корову, кг	2582	3562	3411	3544

земель составили 2265 тыс. руб. На 1 га освоения земель затрачено в среднем 1903 руб. Выход продукции на 1 руб. затрат на освоение земель равнялся 9 р. 86 к. Всего за 17 лет получено 11 036 тыс. руб. прибыли.

За счет получения высоких прибылей, роста рентабельности сельскохозяйственного производства в хозяйстве проводилось большое строительство объектов производственного, жилого и культурно-бытового назначения.

В каждой из шести садово-виноградных бригад построили бригадные дома, оборудованные красными уголками, а также помещениями для временного размещения студентов и учащихся на период уборки урожая. В тракторных бригадах соорудили полевые станы с профилакторием для ремонта тракторов, красными уголками и навесами для сельскохозяйственной техники. Построили ремонтную мастерскую для обслуживания

имеющихся в хозяйстве сельскохозяйственных машин и автогараж с профилакторием на 50 машин, склады для хранения минеральных удобрений и пестицидов, зерносклад на 1000 т, фруктохранилище на 770 т, нефтесклад, пункт химизации, водопровод протяженностью 2,6 км с насосной станцией, ферму на 200 голов крупного рогатого скота с помещениями для молодняка, свиноферму и кормоцех. Построили столовую на 200 мест.

Для рабочих хозяйства возвели 13 многоэтажных жилых домов с 263 квартирами, а также два общежития на 460 мест. Во всех домах есть холодная и горячая вода, отопление и канализация. Построили большую сеть асфальтированных дорог, три детских сада, из них первый — на 420 мест, второй — на 140 и третий — на 90 мест, универсальный магазин и многие другие промышленные и культурно-бытовые объекты.

За достигнутые успехи хозяйство награждалось Почетной грамотой ЦК КПСС, Совета Министров СССР и ВЦСПС, Красным знаменем Министерства сельского хозяйства СССР и Президиума ЦК профсоюзов работников сельского хозяйства, медалями ВДНХ СССР, дипломами, полученными в социалистическом соревновании коллективов изобретателей и рационализаторов. Хозяйству неоднократно присуждалось переходящее Красное знамя Кутузовского райкома партии.

В колхозе «Рассвет» Бричанского района на площади 1435 га эрозионноопасных земель осуществлен комплекс почвозащитных мероприятий. Здесь наряду с агротехническими мероприятиями посадили лесные полосы на площади 12 га, облесили 99 га оврагов и балок, в оврагах построили 32 запруды. О размерах ежегодно выполняемых противоэрозионных агротехнических мероприятий можно судить по следующим цифрам. В 1981 г. контурную вспашку в хозяйстве провели на площади 1390 га, контурный посев — на 982, безотвальную обработку почвы с сохранением стерни на поверхности — на 130, залужение междурядий виноградников — на 45, залужение сильноэродированных земель — на площади 12 га.

В результате значительно повысилась урожайность возделываемых культур. Например, урожай зерна кукурузы возрос с 41,7 ц/га (1976—1978 гг.) до 49,8 ц/га (1979—1981 гг.)

Больших успехов в освоении почвозащитных систем земледелия достигли многочисленные колхозы и совхозы **Казахской ССР.** К числу лучших из них относятся совхозы «Каскеленский» Илийского района Алма-Атинской области, «Искра» Мамлютского и «Карагандинский» Возвышенского районов Северо-Казахстанской области.

В совхозе «Каскеленский» Илийского района Алма-Атинской области на площади 28,3 тыс. га освоили почвозащитные севообороты. Безотвальную обработку почв с сохранением стерни на поверхности применяют на площади 21,3 тыс. га, посев специальными противоэрозионными сеялками — более чем на 24 тыс. га. В хозяйстве создали 1940 га полезащитных лесных полос. Вследствие этого резко уменьшилось проявление дефляции и значительно возросла урожайность зерновых.

В совхозе «Искра» Мамлютского района Северо-Казахстанской области систему почвозащитного земледелия с почвозащитными севооборотами освоили на всей площади пашни — 16 584 га. Это позволило получить в среднем за 1979—1981 гг. урожай зерна 19,9 ц/га. Урожайность яровой пшеницы возросла здесь с 18,2 ц/га (1976—1978 гг.) до 20,3 ц/га (1979—1981 гг.)

В совхозе «Карагандинский» Возвышенского района Северо-Казахстанской области почвозащитные мероприятия применяют на площади 20 038 га пашни. На 18 918 га здесь освоили почвозащитные севообороты. Безотвальную обработку почвы с сохранением стерни на поверхности проводят на 15 800 га, посев специальными противоэрозионными сеялками — на 13 720, посев кулис — на 1500 га. В результате ежегодно осуществляемых почвозащитных мероприятий повысилась культура земледелия и урожайность зерновых возросла с 20,8 ц/га (1976—1978 гг.) до 23,6 ц/га (1979—1981 гг.), в том числе яровой пшеницы — с 19,1 до 24,3 ц/га.

В Закавказских республиках также есть много хозяйств, в сложных условиях горного рельефа эффективно внедряющих почвозащитную систему земледелия. К ним относится, в частности, **совхоз «Лчашен» Севанского района Армянской ССР.** В этом хозяйстве почвозащитные мероприятия применяют на всех эрозионноопасных землях (1850 га). В 1981 г., например, контурную вспашку и посев сельскохозяйственных культур провели на площади 1050 га, полосное размещение посевов —

на 475 га. Залужение сильноэродированных почв осуществили на 75 га, коренное улучшение сенокосов и пастбищ — на 275 га. Урожайность зерновых возросла с 23 ц/га (1976—1978 гг.) до 26 ц/га (1979—1981 гг.).

Несомненный эффект от применения комплекса мероприятий по защите почв от эрозии получен во многих хозяйствах Белоруссии, а также в Прибалтийских республиках. Например, **в колхозе «Авиляй» Зарасайского района Литовской ССР** на всей площади пашни (1550 га) внедрили почвозащитную систему земледелия. Освоили почвозащитные севообороты, на 900 га проводят контурную обработку почв. В хозяйстве создали 45 га полезащитных лесных полос. Эти и многие другие противоэрозионные приемы обеспечили резкое уменьшение эрозии и увеличение урожайности возделываемых культур. Урожайность зерновых повысилась здесь с 15,6 ц/га (1978—1979) до 19 ц/га (1980—1981 гг.).

За большие успехи, достигнутые в освоении почвозащитных систем земледелия в 1980 и 1981 гг., золотыми медалями ВДНХ СССР были награждены совхоз «Мальчевский» Миллеровского района Ростовской области, колхозы «Коммунистический маяк» Кировского и имени Ленина Апанасенского районов Ставропольского края, совхозы «Каскеленский» Илийского района Алма-Атинской области, «Искра» Мамлютского и «Карагандинский» Возвышенского районов Северо-Казахстанской области Казахской ССР, совхоз «Лчашен» Севанского района Армянской ССР, колхозы имени газеты «Правда» Синельниковского района Днепропетровской области, имени XXV съезда КПСС Гороховского района Волынской области, имени Ленина Долинского района Кировоградской области УССР, колхоз «Авиляй» Зарасайского района Литовской ССР, колхоз «Рассвет» Бричанского района Молдавской ССР и многие другие хозяйства.

Опыт показывает, что при творческом освоении почвозащитных систем земледелия, которые по существу являются почвоводоохранными, можно значительно повысить продуктивность земельных и водных ресурсов, предотвратить эрозию и дефляцию, ослабить проявление засухи, возвратить в сельскохозяйственное использование бросовые эродированные земли, повысить плодородие смытых почв и в конечном счете значительно увеличить продуктивность земель, а также рентабель-

ность сельскохозяйственного производства при одновременном решении важной проблемы охраны природы.

Подсчеты свидетельствуют о том, что внедрение почвозащитных систем в стране позволит получать дополнительно сельскохозяйственной продукции на сумму 20 млрд. руб. (Д. Е. Ванин, А. С. Извеков, 1980). Для достижения таких результатов важно поднять на новую, более качественную ступень уровень проектирования зональных систем земледелия на основе наиболее рационального использования земельных и водных ресурсов, а также максимального использования почвозащитной роли растительного покрова.

Литература

Акентьева Л. И. Влияние эрозии на запасы и качественный состав гумуса в обыкновенных черноземах Донбасса.— В сб.: Эрозия почв и почвозащитное земледелие. М.: Колос, 1975.

Бахирев Г. И. Эффективность азотных удобрений на эродированных дерново-подзолистых почвах.— Научн.-техн. бюл. по проблеме «Защита почв от эрозии». Курск, 1975, вып. 5.

Бараев А. И. Система почвозащитного земледелия в Казахстане и степных районах Сибири.— В сб.: Преградим путь эрозии. Ростов, 1970.

Борьба с эрозией и повышение плодородия эродированных почв Украины. Киев, 1962.

Брауде И. Д. Рациональное использование эродированных серых лесных почв Нечерноземной зоны РСФСР.— М.: Лесная промышленность, 1976.

Бурыкин А. М., Оксеенко Н. И. Изменение физических и химических свойств темно-серых лесостепных почв под влиянием процессов эрозии.— В сб.: Почвы Центральной Черноземной зоны и пути повышения их плодородия. Воронеж, 1975.

Ветровая эрозия и плодородие почвы.— М.: Колос, 1976.

Водная эрозия почв в Сибири. Новосибирск, 1973.

Волощук М., Джемелинский А. Овраги и меры борьбы с ними.— Кишинев: Картя Молдовеняска, 1975.

Вопросы почвозащитного земледелия. Барнаул, 1979.

Вопросы эрозии и повышения продуктивности склоновых земель Молдавии. Кишинев. Вып. 1, 1961; вып. 2, 1962; вып. 3, 1963; вып. 4, 1964; вып. 5, 1966; вып. 6, 1969; вып. 7, 1971.

Вопросы методики почвенно-эрозионного картирования. М., 1972.

Грызлов Е. В., Мироненко Ф. А. Орудия и приспособления для защиты почв от водной эрозии.— В сб.: Преградим путь эрозии. Ростов, 1970.

Грызлов Е. В. Почвозащитная система земледелия.— Ростов, 1975.

Данилов Г. Г. Защитим поля от засухи и эрозии.— Саранск, 1972.

Дизенгоф Л. Ф. Эффективность сидерации на виноградниках.— Виноделие и виноградарство СССР, № 5, 1965.

Жилко В. В. Эродированные почвы Белоруссии и их использование.— Минск: Урожай, 1976.

Журавлева Г. В. Некоторые агрофизические свойства вы-

щелоченного чернозема Алтайского края.— В сб.: Водная и ветровая эрозия почв и меры борьбы с ней в Сибири. Новосибирск, 1974.

Закономерности проявления эрозионных и русловых процессов в различных природных условиях.— М.: МГУ, 1976.

Заславский М. Н. Агротехнические мероприятия по борьбе с эрозией почв.— Кишинев, 1954.

Заславский М. Н. Эрозия почв и земледелие на склонах.— Кишинев: Картя Молдовеняска, 1966.

Заславский М. Н. Эрозия почв.— М.: Мысль, 1976.

Заславский М. Н. Эрозиоведение.— М.: Высшая школа, 1983.

Захаров П. С. Эрозия почв и меры борьбы с ней.— М.: Колос, 1971.

Защита склоновых земель от эрозии. Кишинев, 1978.

Защита почв от эрозии на пашне, в садах и виноградниках. Кишинев, 1979.

Защита почв от эрозии.— М.: Колос, 1975.

Защита почв от эрозии в Западном регионе СССР (Белорусская ССР, Литовская ССР, Латвийская ССР, Эстонская ССР). Минск, 1978.

Защита почв сада от водной эрозии (рекомендации). М., 1978.

Защита почв от эрозии на Дальнем Востоке (рекомендации). М., 1980.

Землеустройство и охрана почв. М., 1976.

Земельные ресурсы и их использование. М., 1973.

Каиров А. К., Фисун М. Н., Барбакадзе И. Э. Виноградарство на склонах Кабардино-Балкарии.— Нальчик: Эльбрус, 1973.

Каштанов А. Н. Научные основы защиты почв от эрозии.— В сб.: Материалы Всероссийского семинара по защите почв от эрозии. М., 1973.

Каштанов А. Н. Защита почв от ветровой и водной эрозии.— М.: Россельхозиздат, 1974.

Каштанов А. Н., Жежер Л. В., Журавлева Г. В., Мусохранов В. Е. Влияние эрозии на водно-физические свойства почв на склонах Алтайского Приобья.— Почвоведение, № 3, 1976.

Каштанов А. Н., Мусохранов В. Е. Почвозащитные свойства основных сельскохозяйственных культур на склоновых землях Алтайского Приобья.— Сибирский вестник сельскохозяйственной науки, № 6, 1973.

Каштанов А. Н., Мусохранов В. Е. Совместное проявление ветровой и водной эрозии почв и борьба с ней.— В кн.: Эрозия почв и борьба с ней. М., 1980.

Каштанов А. Н., Тумайкин Н. С. Агротехнические мероприятия по борьбе с водной эрозией почв в Алтайском крае.— Сб. докладов на Всесоюзном совещании-семинаре. Курск, 1972.

Константинов И. С. Защита пахотных почв от эрозии в Молдавии.— Кишинев: Штиинца, 1976.

Константинов И. С. Применение удобрений на смытых почвах.— Кишинев, 1963.

Комаров Б. А. Комплексный метод управления качеством работ в растениеводстве.— М.: Экономика, 1982.

Комаров М. И. Вспашка на склонах.— Земледелие, № 8, 1964.

Комплекс противоэрозионной защиты земель Татарии /Под общ. ред. Ф. Х. Шакирова. Казань, 1975.

Коммодов В. В., Данилов Г. Г. Улучшение естественных пастбищ на овражно-балочных землях.— М.: Колос, 1975.

Конке Г., Бертран А. Охрана почвы.— М.: Изд. с.-х. литературы, 1962.

Ларин И. В. Луговодство и пастбищное хозяйство.— Л.: Колос, 1964.

Лысак Г. Н. Эрозия почв и борьба с ней.— Уфа, 1970.

Лысак Г. Н., Андриянов Б. В., Пономарева М. Н. Влияние удобрений на противоэрозионную устойчивость обыкновенных черноземов в степях Южного Урала.— В сб.: Эрозия почв и почвозащитное земледелие.— М.: Колос, 1975.

Лысак Г. Н. Растения защищают почву.— Челябинск, 1981.

Ляхов А. И. Удобрения на эродированных склонах.— М.: Россельхозиздат, 1975.

Махсудов Х. М., Вайлерт Г. И., Паганяс Г. П. Эрозия почвы и научные основы борьбы с ней в Узбекистане.— В сб.: История и современное состояние почвоведения в Узбекистане (1920—1970 гг.). Ташкент: Фан, 1971.

Махсудов Х. М. Эродированные сероземы и пути повышения их продуктивности.— Ташкент, 1981.

«Минимальная», «нулевая» и другие способы обработки почвы: Обзор ВИНТИСХ/Сост. А. Л. Щинявский. М., 1965.

Мироненко Ф. А., Грызлов Е. В. Водная эрозия и агротехнические приемы борьбы с ней.— В сб.: Преградим путь эрозии. Ростов, 1970.

Методы исследования водной эрозии почв.— Кишинев, 1976.

Моргун Ф. Т. Обработка почвы и урожай.— М.: Колос, 1977.

Моргун Ф. Т. Поле без плуга.— Харьков, 1981.

Мусохранов В. Е. Повышение продуктивности склоновых земель.— Барнаул, 1979.

Мустафаев Х. М. Развитие эрозионных процессов на южном склоне Большого Кавказа и основы борьбы с ними.— Баку: ЭЛМ, 1975.

Нарциссов В. П. Научные основы систем земледелия.— М.: Колос, 1976.

Новолоцкий А. С., Тананакин Е. И. Вопросы почвозащитного земледелия.— М., 1969.

Овчинников И. А. Сроки и способы посева трав при ускоренном залужении.— Науч.-техн. бюл. по проблеме «Защита почв от эрозии». Курск, 1974, вып. 4.

Одотюк М. С. Комплекс противоэрозионных мероприятий.— Кишинев: МСХ МССР, 1973.

Онуфриенко М. Т. Влияние противоэрозионной обработки почвы и удобрений на урожай кукурузы на силос в северо-западной части Донбасса.— В сб.: Эрозия почв и почвозащитное земледелие. М.: Колос. 1975.

Операционная технология механизированных работ на эрозионноопасных землях/Сост. В. И. Гавришин. М.: Россельхозиздат, 1979.

Орлов А. Д. Водная эрозия почв Новосибирского Приобья.— Новосибирск, 1971.

Оценка и картографирование эрозионноопасных и дефляционных земель.— М.: МГУ, 1973.

Панников В. Д. Культура земледелия и урожай.— М.: Колос, 1974.

Потапенко Я. И. Система мелиоративного земледелия с горизонтально-полосной противоэрозионной организацией территории.— В сб.: Преградим путь эрозии. Ростов, 1970.

Почвозащитное земледелие/Под общ. ред. А. И. Бараева. М.: Колос, 1975.

Проектирование противоэрозионных мероприятий. М., 1973.

Ревут И. Б., Масленкова Г. Л., Романов И. А. Химические способы воздействия на испарение и эрозию почвы.— Л.: Гидрометеоиздат, 1973.

Региональные системы противоэрозионных мероприятий/Под ред. Д. Л. Арманд. М.: Мысль, 1972.

Рекомендации по защите почв от эрозии в Ростовской области. Ростов-на-Дону, 1963.

Рекомендации по защите почв от ветровой и водной эрозии в Ставропольском крае. Ставрополь, 1970.

Рекомендации по защите почв от эрозии в Мордовской АССР/ Под общ. ред. Г. Г. Данилова. Саранск, 1975.

Ремезюк И. Я. Об эффективности сидератов и повышении плодородия почв Бельцкой степи Молдавской ССР.— В сб.: Эрозия почв и почвозащитное земледелие. М.: Колос, 1975.

Рожков А. Г. Напашное террасирование склонов.— Кишинев: Картя Молдовеняска, 1963.

Рожков А. Г. Борьба с оврагообразованием в СССР и за рубежом.— М., 1975.

Рожков А. Г. Борьба с оврагами.— М., 1981.

Руководство по борьбе с эрозией почв/Под. ред. М. Н. Заславского. Кишинев, 1970.

Сахаров В. М. Борьба с водной эрозией почв в садах и на виноградниках.— Кишинев: Тимпул, 1975.

Система ведения сельского хозяйства Молдавской ССР. Кишинев, 1967.

Скородумов А. С. Земледелие на склонах.— Киев, 1970.

Скородумов А. С. Эродированные почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур.— Киев: Урожай, 1973.

Соболев С. С. Развитие эрозионных процессов на территории Европейской части СССР и борьба с ними. Т. I, 1943; т. II, 1960. М.; Л.; АН СССР.

Соболев С. С. Защита почв от эрозии.— М., 1961.

Совершенствование проектирования комплекса противоэрозионных мороприятий. М., 1973.

Современные аспекты изучения эрозионных процессов. Новосибирск, 1980.

Сурмач Г. П., Барабанов А. Т. Об эффективности минеральных удобрений на эродированных почвах.— Науч.-техн. бюлл. по проблеме «Защита почв от эрозии». Курск, 1975, вып. 5.

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

Сухарев И. П. Регулирование и использование местного стока.— М.: Колос, 1976.

Тарноруцкий С. А. Опыт проектирования почвозащитных мероприятий для горных территорий.— Душанбе, 1981.

Трегубов П. С., Зверхановский Н. В. Борьба с эрозией почв в Нечерноземье.— Л., 1981.

Федотов В. С. Террасирование склонов под сады и виноградники в Молдавии.— Кишинев: Штиинца, 1961.

Федотов В. С. Ливневая эрозия почв и лесомелиоративные методы борьбы с ней в Молдавии.— Кишинев, 1980.

Хачатрян Х. А. Работа сельскохозяйственных агрегатов на сильнопересеченной местности.— Ереван, 1965.

Хохлов И., Дроздов Г., Казахашвили В. Проблемы механизации горного земледелия.— Тбилиси: Сабчота Сакартвело, 1965.

Хохлов И. Актуальные вопросы использования техники в сельском хозяйстве.— Тбилиси, 1967.

Черемисинов Г. А. Эродированные почвы и их продуктивное использование.— М.: Колос, 1963.

Черкасова В. А. Освоение склонов под пастбища и сенокосы.— М.: Колос, 1976.

Швебс Г. И. Формирование водной эрозии и стока наносов и их оценка.— Л.: Гидрометеоиздат, 1974.

Шведас А. И. Закрепление почв на склонах.— Л.: Колос, 1974.

Шикула Н. К. Преградим путь эрозии.— Донецк, 1962.

Шикула Н. К. Борьба с эрозией и земледелие на склонах.— Донецк: Донбасс, 1963.

Шикула Н. К., Подгорный В. К., Зарудный Я. К., Федорченко А. Е., Бутенко Л. Г. Устройство противоэрозионных валов-террас на склонах.— М.: ВДНХ СССР, 1973.

Эрозия почв и борьба с ней/Под ред. Соболева С. С. М.: Россельхозиздат, 1957.

Эрозия почв и почвозащитное земледелие.— М.: Колос, 1975.

Эрозия почв и освоение склоновых земель в субтропической зоне РСФСР. Сочи, 1980.

Эрозия почв и борьба с ней. М., 1980.

Якутилов М. Р. Эрозия почв и мероприятия по борьбе с ней по зонам Таджикистана.— Душанбе, 1974.

Александр Николаевич Каштанов,
Марк Николаевич Заславский

Почвоводоохранное земледелие

Зав. редакцией Л. А. Бородкина
Редактор Н. В. Николаева
Художественный редактор Я. И. Чернихов
Переплет художника Ф. Ю. Элинбаума
Технический редактор А. А. Макуева
Корректоры Г. Д. Кузнецова, Т. Д. Звягинцева,
В. В. Фофонов

ИБ № 2099
Сдано в набор 13.02.84. Подписано в печать 07.08.84. Л 74735. Формат 84×108$^{1}/_{32}$. Бумага тип. № 1. Гарнитура жур. руб. Печать высокая. Объем усл. печ. л. 26,04 с вкл., усл. кр.-отт 27,62, уч.- изд. л. 27,35. Тираж 20 000. Заказ № 1075. Изд. № 1619. Цена 1 р. 50 к.

Россельхозиздат, г. Москва, К-30, Селезневская ул., 11а.

Книжная фабрика № 1 Росглавполиграфпрома Государственного комитета РСФСР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли, г. Электросталь Московской области, ул. им. Тевосяна, 25.

Каштанов А. Н., Заславский М. Н.

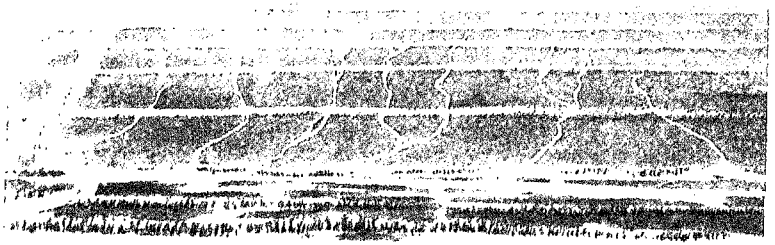
К31 Почвоводоохранное земледелие.— М.: Россельхозиздат, 1984 — 462 с., ил.

В книге рассмотрены основные звенья почвоводоохранного земледелия — почвозащитные севообороты, противоэрозионная обработка почв, применение на смытых и дефлированных почвах удобрений и других приемов предотвращения эрозии и дефляции, повышения плодородия эродированных и дефлированных почв, а также освоения эродированных земель. Особое внимание уделено диференцированному использованию земель, расширенному воспроизводству плодородия почв.

Рассчитана на специалистов и руководителей хозяйств.

К $\frac{3803010302-030}{M104(03)-84}$ 29—84

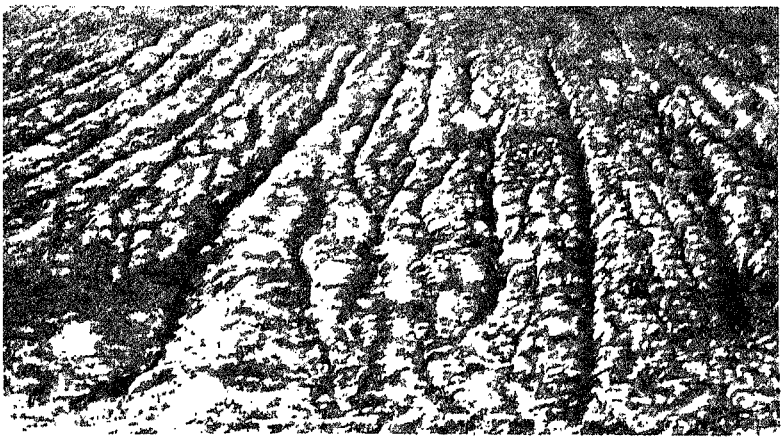
ББК 41.4
631





Струйчатый сток при выпадении дождевых осадков

Концентрированный сток в нижней части склона





Струйчатые размывы на склоне после ливня

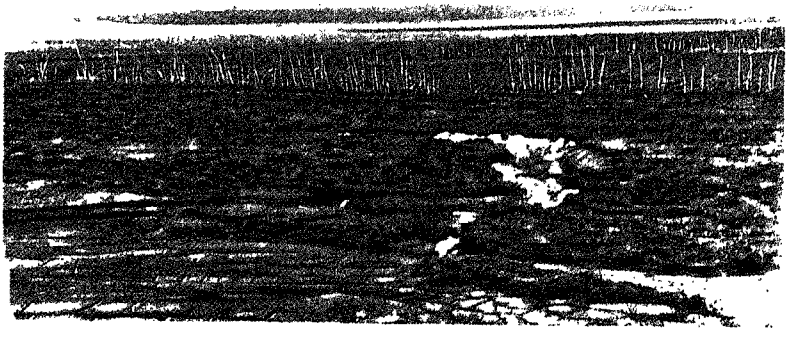
Смыв и размыв почвы талыми водами

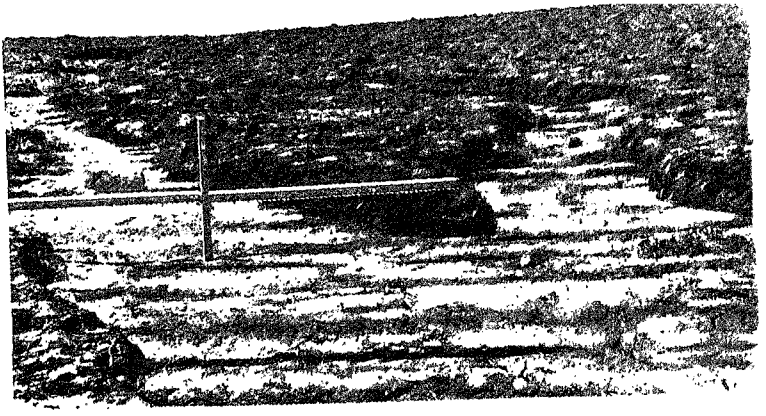


Склоны со смытыми почвами



Намыв почвы после стока талых вод



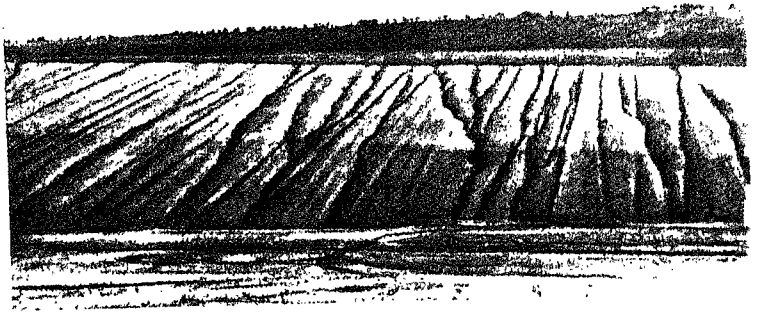


Сильный смыв почвы на пару

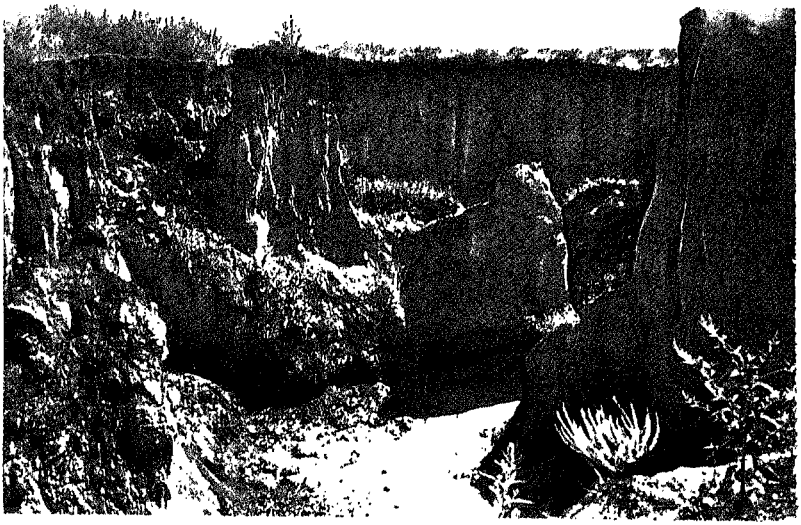


Первая стадия развития оврагов

Промоины („заготовки" оврагов)

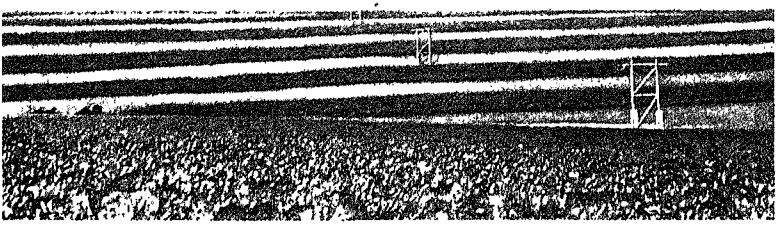






Намыв почвы после ливня

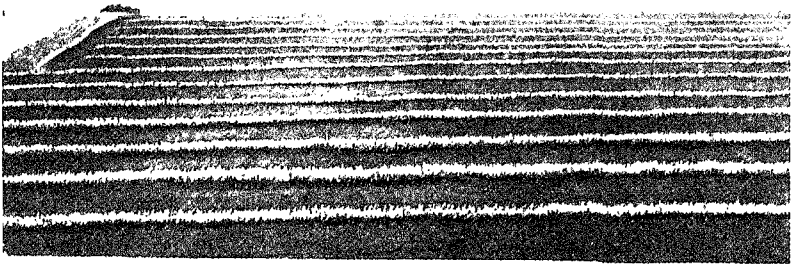
Овраг

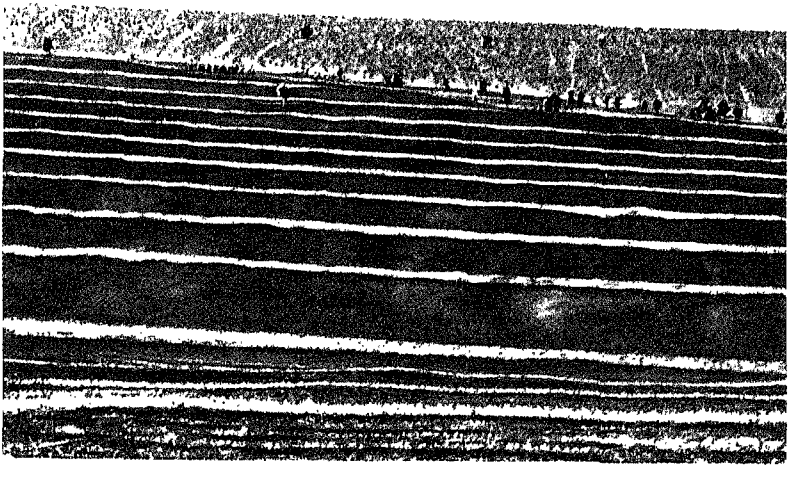




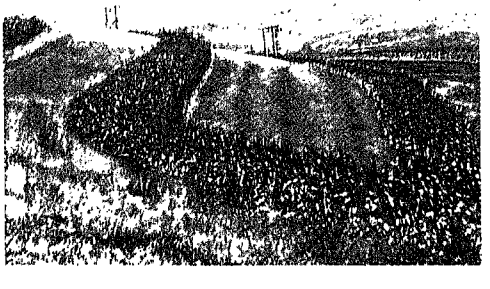
Полосные посевы культур
на склонах в Молдавии

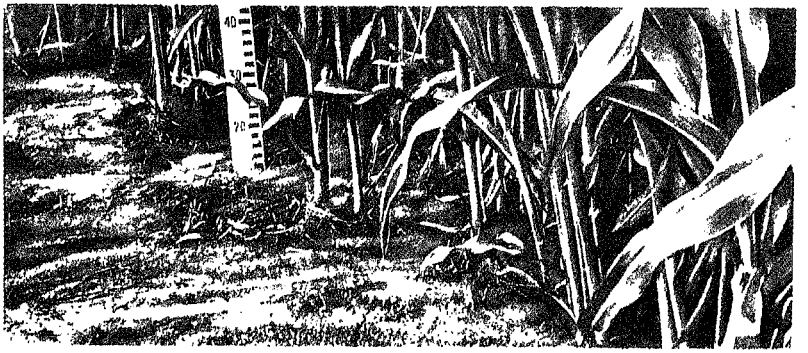




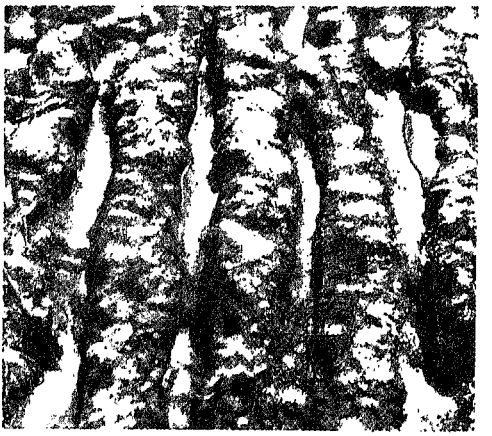


Полосные посевы культур
на склонах в Молдавии



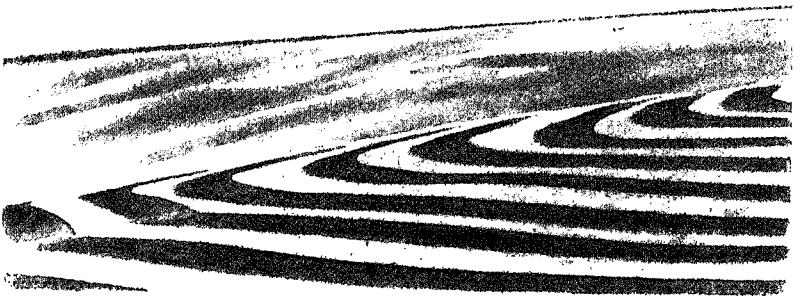


Намывы почвы у буферных полос (фото вверху и внизу)



Размывы почвы по следам прохода бороны вдоль склона



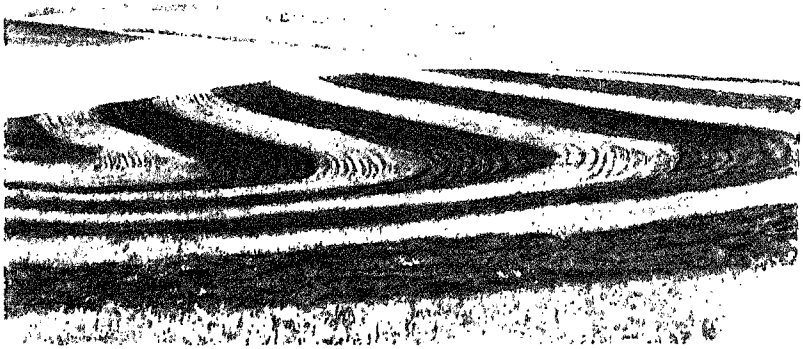




Размывы почвы после культивации вдоль склона



Контурная обработка почв на склонах в Молдавии (фото вверху и внизу)

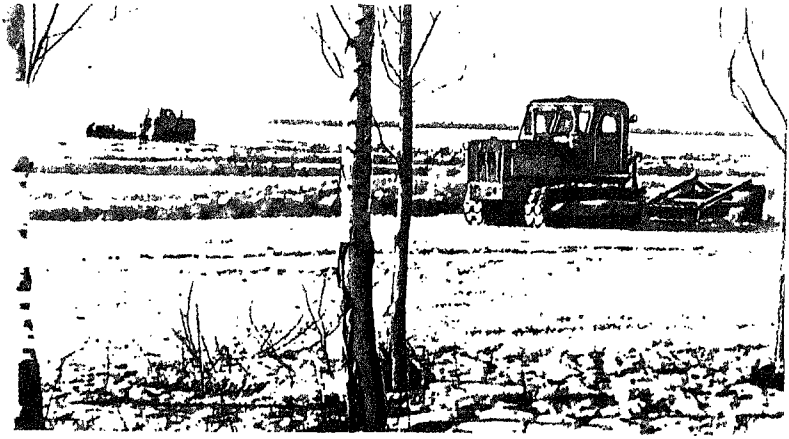




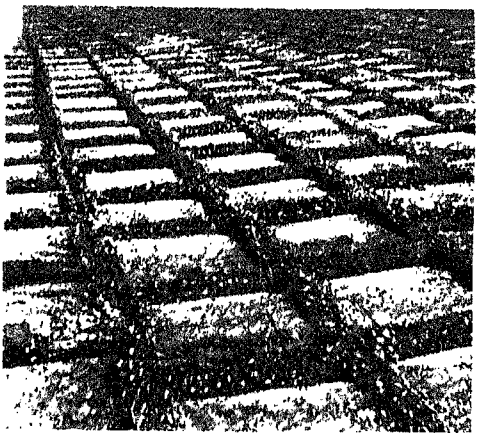
Контурная обработка почв на склонах в Молдавии



Микролиманы, заполненные снегом, в западной Сибири



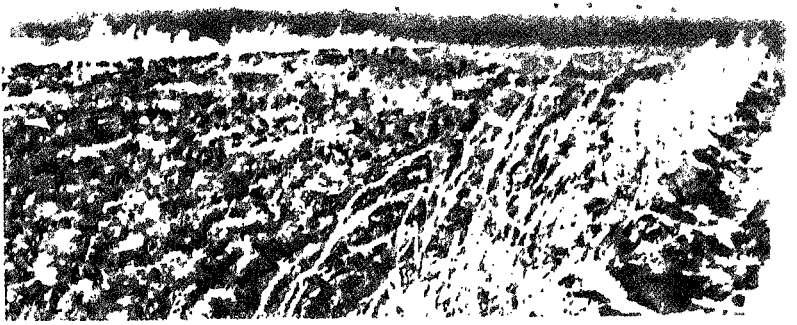
Снегозадержание риджерными снегопахами на полях Поволжья



Поверхность поля после обработки противоэрозионным катком в Ростовской области (фото Е. В. Грызлова)

Прерывистые борозды в междурядьях кукурузы, заполненные водой



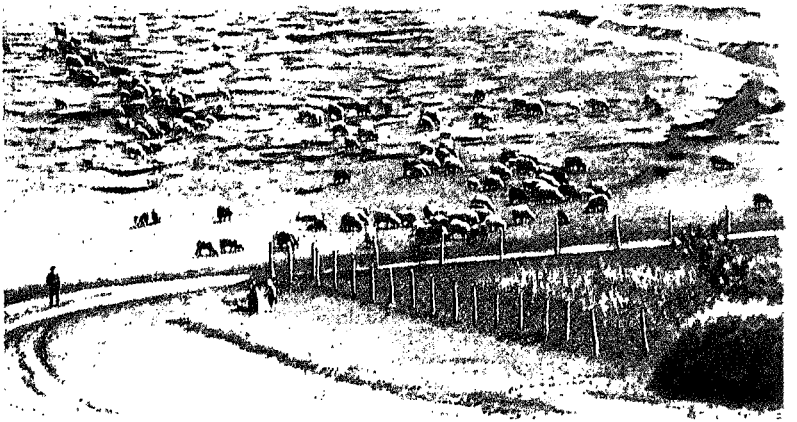


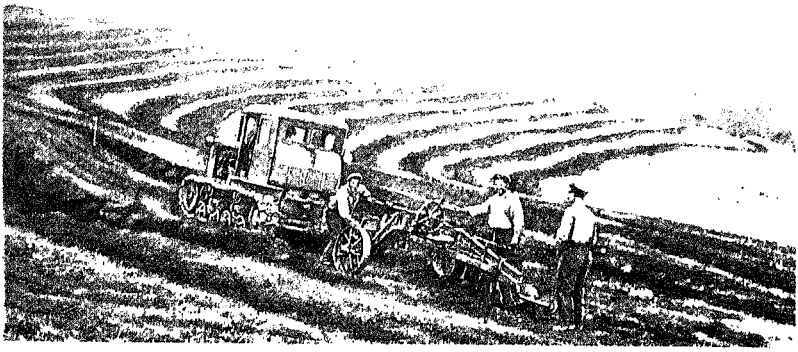
Кулисы из двух рядков кукурузы, оставленные после уборки этой культуры на силос



Кулисы из посевов подсолнечника

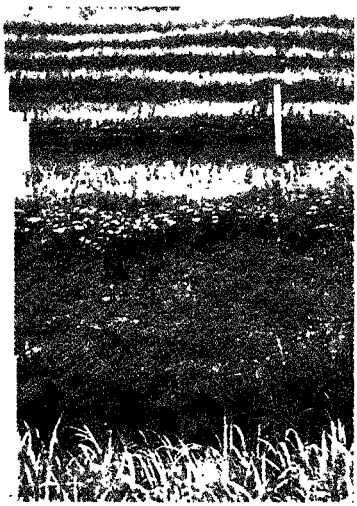
Малопродуктивный пастбищный склон до освоения





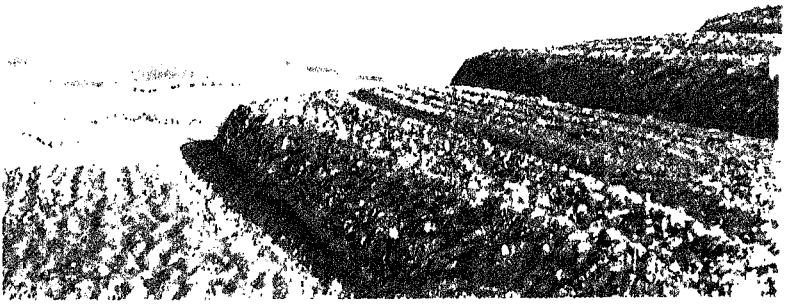


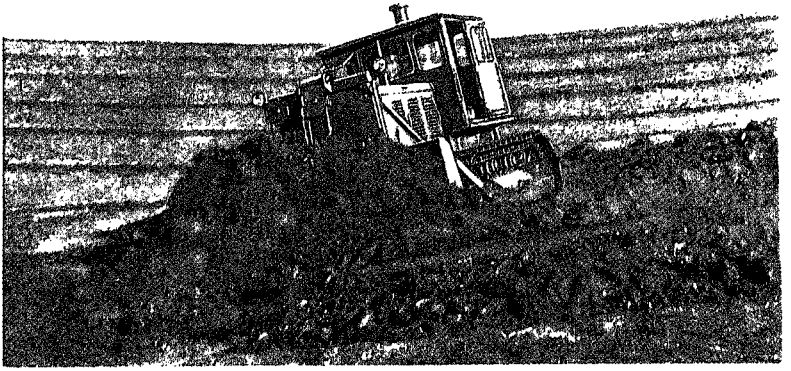
Чересполосная вспашка склона



Чередование на освоенном склоне полосных посевов люцерны и сорго в Молдавии

Уступы террас, сформировавшиеся в процессе чересполосного возделывания культур



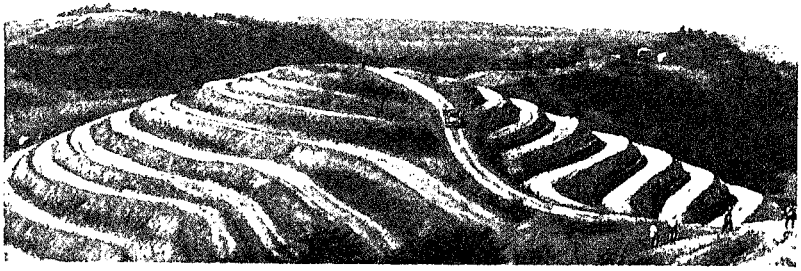


Террасы, сформированные после трех-, пятикратной односторонней вспашки почвы полевыми плугами в Молдавии



Строительство террас бульдозером в Молдавии

Строительство террас бульдозером с откосником

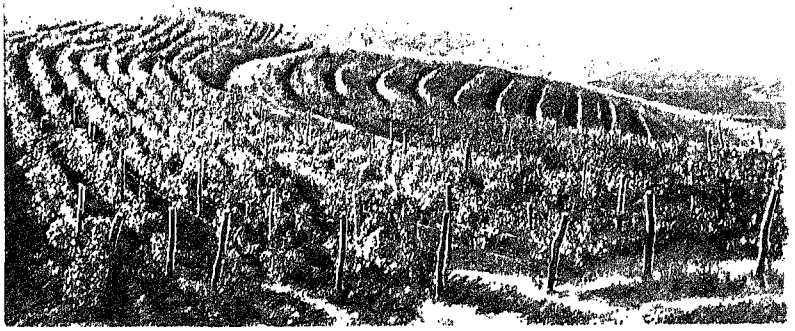


Затеррасированные склоны



Освоение оврагов в Молдавии





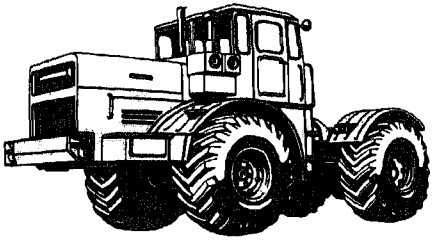
Контурные посадки виноградников в Молдавии



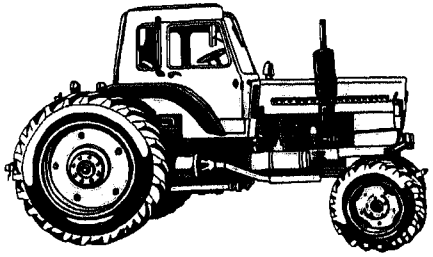
Молодые посадки виноградников на террасах в Молдавии

Сад на освоенных бросовых землях в Молдавии

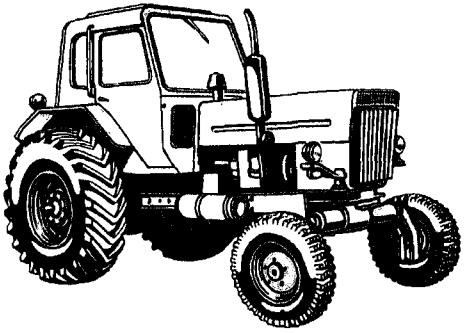




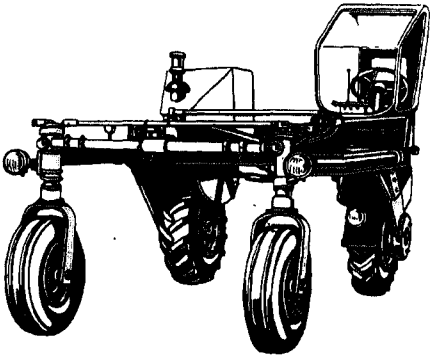
Трактор „Кировец" К-701А. Колесный, общего назначения, с четырьмя ведущими колесами, класса тяги 50 кН (5 тс). Предназначен для выполнения в агрегате с широкозахватными машинами различных сельскохозяйственных работ



Трактор МТЗ-82К. Колесный, крутосклонный, класса тяги 14 кН (1,4 тс). Предназначен для выполнения различных сельскохозяйственных работ на склонах до 20° и на равнине

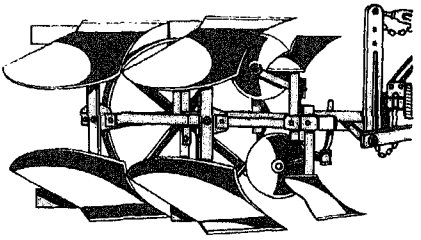


Трактор МТЗ-82Н. Колесный, низкоклиренсный, повышенной проходимости, является модификацией серийного трактора МТЗ-82 и предназначен для работы на склонах до 16° и на равнине

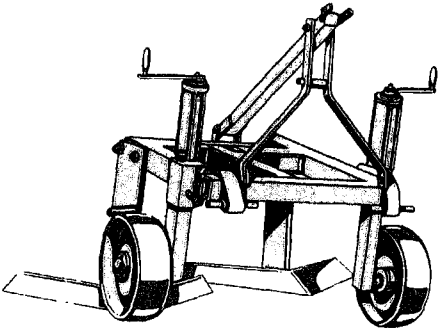


Горное самоходное шасси СШ-0611. Портальиого типа, класса тяги 6 кН (0,6 тс). Предназначено для комплексной механизации работ при возделывании и уборке чая на склонах до 20° и на равнине при ширине междурядий 1,3; 1,5; 1,7; 2,05 м

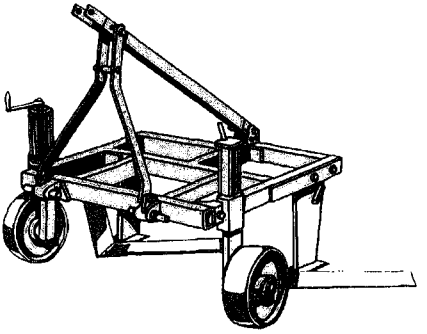
Плуг оборотный навесной двухкорпусный ПОН-2-30. Предназначен для вспашки без разъемных борозд и свальных гребней на склонах



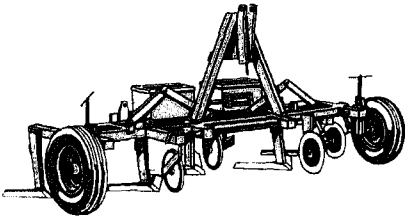
Культиватор-плоскорез-глубокорыхлитель навесной КПГ-250. Предназначен для глубокого рыхления и обработки почв с сохранением на поверхности поля до 70% стерни без перемешивания почвенных горизонтов, а также для обработки паров

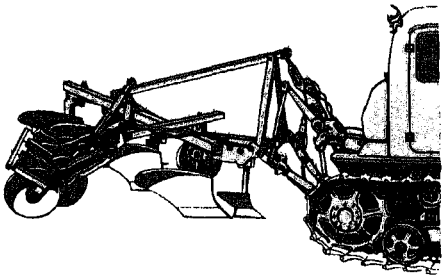


Культиватор-плоскорез-глубокорыхлитель навесной КПГ-2-150. Предназначен для глубокого рыхления и обработки почвы с оставлением стерни на поверхности поля до 70%. Может применяться для обработки паров

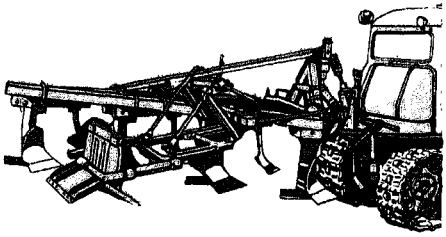


Орудие для безотвальной обработки пласта многолетних трав ОПТ-3-5. Предназначено для плоскорезной обработки пласта многолетних трав с максимальным сохранением пожнивных остатков на поверхности поля

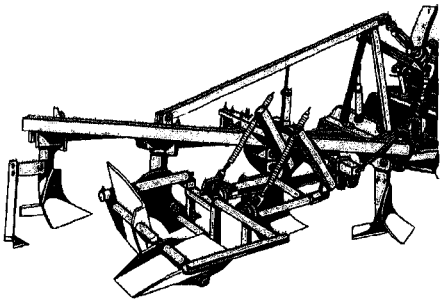




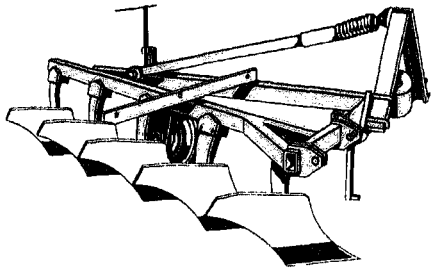
Приспособление ПРНТ-90000А к тракторному плугу ПЛН-4-35 (ПН-4-35А). Предназначено для образования замкнутых лунок на поверхности почвы одновременно со вспашкой в целях задержания и равномерного распределения талых вод и предотвращения эрозии на склонах до 6°



Приспособление ПРНТ-80000А к тракторному плугу ПЛН-4-35 (ПН-4-35А). Предназначено для поделки валиков с перемычками (микролиманов) одновременно со вспашкой зяби на пахотных склонах до 4°

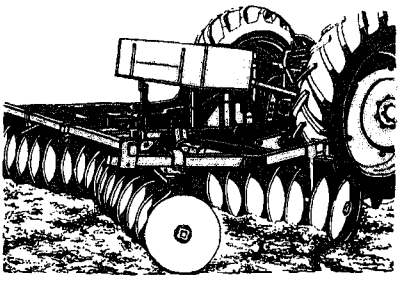


Приспособление ПРНТ-60000А к тракторному плугу ПЛН-4-35 (ПН-4-35А. Предназначено для создания противоэрозионных неровностей на подошве пахотного горизонта и поверхности вспаханного слоя почв при крутизне склонов 3 - 8° с целью задержания стока талых вод и предотвращения смыва почвы

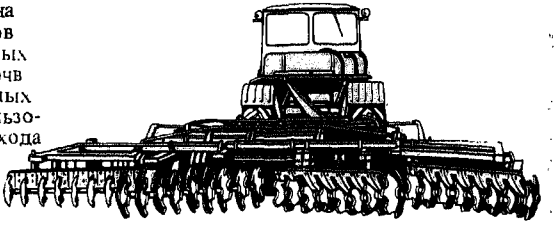


Лущильник навесной ПЛН-5-25. Предназначен для пожнивного лущения почвы на глубину 8 -10 см, предпосевной обработки чистых паров до 14 см и отвальной вспашки старопахотных почв на глубину до 18 см. Является задней секцией плуга-лущильника ПЛН-10-25

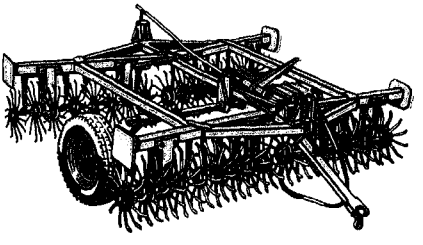
Борона дисковая навесная двухследная БДН-3,0. Предназначена для рыхления пластов, предпосевной обработки зяби и лущения жнивья



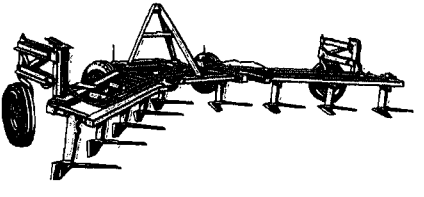
Борона дисковая тяжелая двухследная прицепная БДТ-7,0. Предназначена для разработки пластов после вспашки целинных земель и обработки почв после уборки пропашных культур. Можно использовать как орудие для ухода за пастбищами

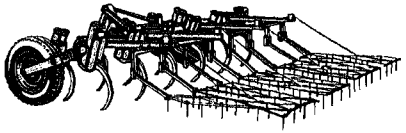


Борона игольчатая гидрофицированная модернизированная БИГ-3А. Предназначена для использования в районах, подверженных дефляции, на весеннем и осеннем рыхлении полей, покрытых стерней и другими растительными остатками, с целью сохранения влаги в почве, заделки семян сорняков и падалицы, а также выравнивания поверхности почвы

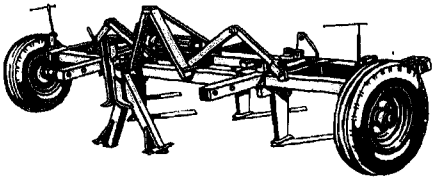


Культиватор-плоскорез КПШ-9. Предназначен для основной, паровой и предпосевной обработки почвы с сохранением на ее поверхности стерни зерновых культур в целях защиты почв от эрозии и дефляции

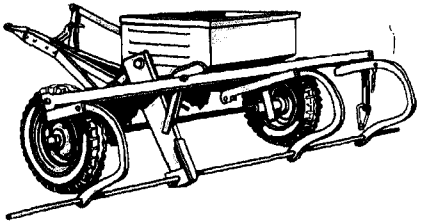




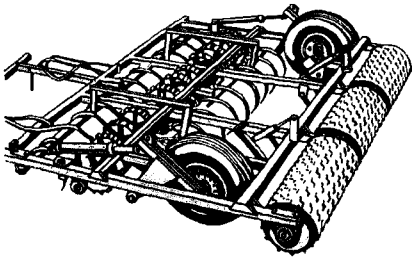
Культиватор-рыхлитель горный КРГ-3,6. Предназначен для сплошной обработки каменистых почв на склонах до 20°, а также на равнинах с одновременным боронованием



Культиватор-плоскорез широкозахватный гидрофицированный КПШ-5. Предназначен для мелкого рыхления почвы с оставлением на ее поверхности стерни зерновых культур в целях защиты почв от дефляции, для культивации чистых паров и предпосевной обработки почвы

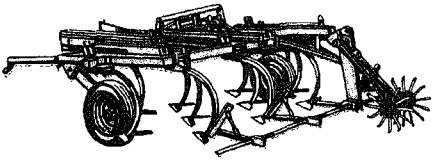


Культиватор штанговый гидрофицированный КШ-3,6А. Предназначен для предпосевной и паровой обработки почв с целью уничтожения сорной растительности, рыхления почвы и предпосевной культивации в районах недостаточного увлажнения и подверженных дефляции

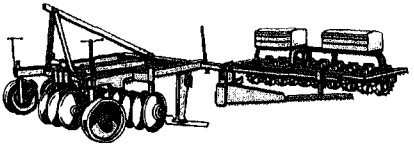


Комбинированный полунавесной агрегат РВК-3,6. Предназначен для предпосевной обработки почвы. За один проход агрегат проводит рыхление, выравнивание микрорельефа и прикатывание почвы

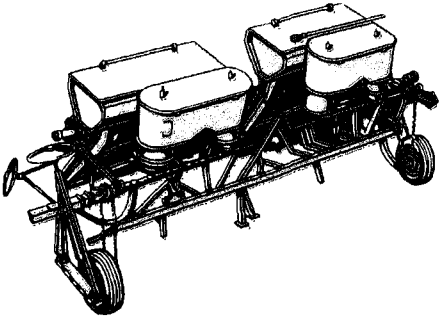
Приспособление штанговое ПШ-3,8 к тяжелому культиватору КПЭ-3,8. Предназначено для предпосевной и паровой обработки стерневых полей



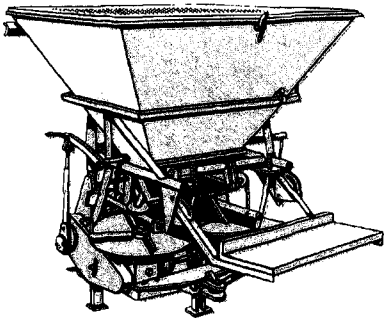
Агрегат комбинированный для основной обработки почвы АКП-2,5. Предназначен для послойной обработки почвы без оборота пласта под посев озимых культур и повторные посевы кукурузы, гречихи, трав и других культур в условиях недостаточного увлажнения

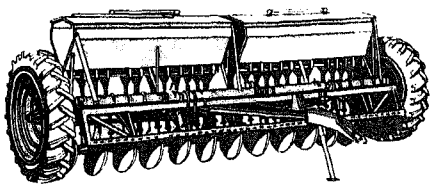


Сеялка-культиватор для гребневого посева и ухода за посевами СГ-4. Предназначена для посева сои и кукурузы на гребнях, формируемых одновременно с посевом и внесением минеральных удобрений, а после замены рабочих органов - для ухода за посевами

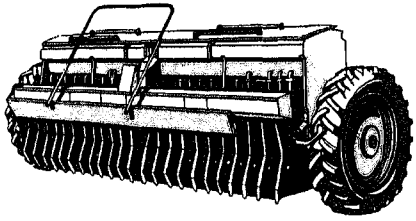


Машина для внесения минеральных удобрений навесная НРУ-0,5. Предназначена для поверхностного сплошного внесения минеральных удобрений и семян трав (сидератов)

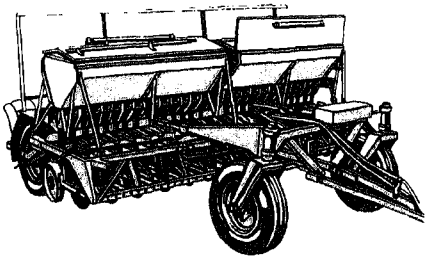




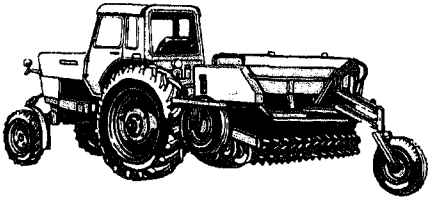
Сеялка однодисковая зернотуковая прицепная СЗО-3,6. Предназначена для посева и подсева семян зерновых злаковых и зерновых бобовых культур с одновременным внесением в рядки гранулированных минеральных удобрений



Сеялка зернотуковая травяная прицепная СЗТ-3,6. Предназначена для посева семян зерновых злаковых (пшеницы, ржи, ячменя, овса) и зерновых бобовых (гороха, фасоли, сои, чечевицы, бобов) культур с одновременным внесением гранулированных минеральных удобрений, семян трав под покров зерновых с междурядьями 7,5 см

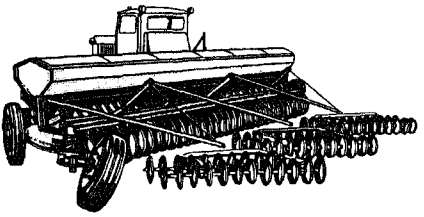


Сеялка зернотуковая пресовая прицепная СЗП-3,6. Предназначена для рядового посева семян зерновых злаковых, зерновых бобовых и близких к ним по размерам и нормам высева семян с одновременным внесением гранулированных минеральных удобрений и прикатыванием почвы засеянных рядков в районах, подверженных дефляции

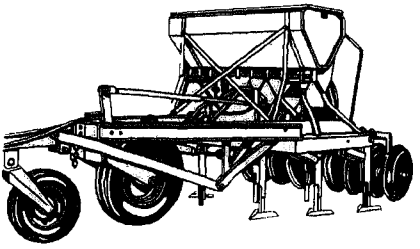


Сеялка зернотуковая травяная горная СЗГ-2,4. Предназначена для рядового посева семян зерновых злаковых, зерновых бобовых культур и трав с одновременным внесением в почву гранулированных минеральных удобрений на участках крутизной до 15° поперек склона

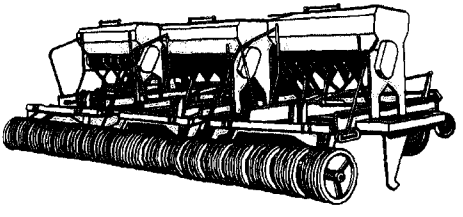
Лущильник-сеялка прицепная ЛДС-6. Предназначена для одновременного проведения предпосевной обработки почвы (лущения) на полях с сохранением стерни, посева зерновых культур с внесением гранулированных удобрений и послепосевного прикатывания почвы



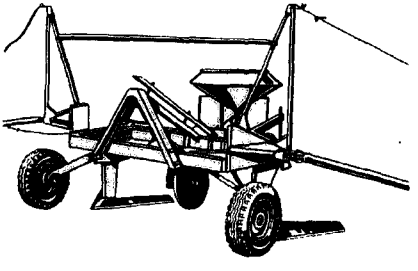
Сеялка-культиватор зернотуковая стерневая СЗС-2,1. Предназначена для выполнения за один проход посевным агрегатом рядового посева семян зерновых культур с одновременным подрезанием сорняков, внесением гранулированных удобрений и прикатыванием посевов на необработанных стерневых полях в районах, подверженных дефляции

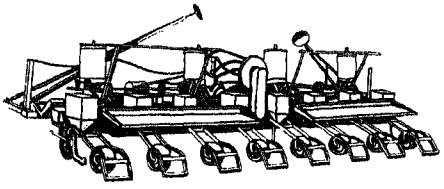


Сеялка-культиватор зернотуковая стерневая для легких почв СЗС-2,1. Предназначена для выполнения за один проход посевным агрегатом подпочвенного разбросного посева семян зерновых культур с одновременным подрезанием сорняков, внесением гранулированных минеральных удобрений, прикатыванием рядков

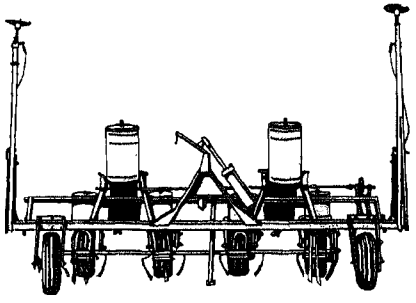


Сеялка для посева кулис СКН-3. Предназначена для бороздкового посева кулисообразующих культур на паровых полях. При необходимости применяется также на послепосевной культивации околокулисного пространства при уходе за кулисами

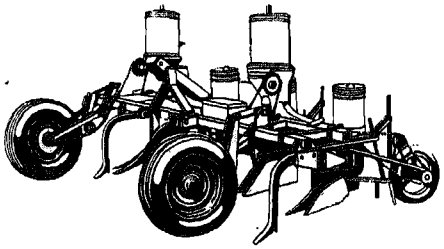




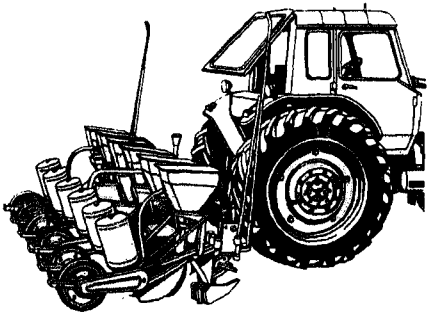
Сеялка универсальная пунктирная пневматическая навесная кукурузная СУПН-8. Предназначена для пунктирного посева семян пропашных культур с одновременным (раздельно от семян) внесением удобрений



Сеялка кукурузная горная СКПГ-4. Предназначена для пунктирного посева калиброванных семян кукурузы на склонах до 12^{0} и на равнинных полях с заданным количеством семян на гектар и одновременного внесения в почву минеральных удобрений

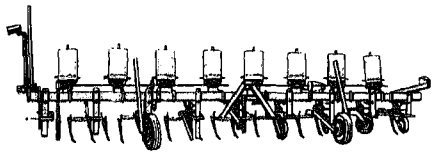


Сеялка кукурузная пунктириая бороздковая навесная СБК-4. Предназначена для пунктирного высева семян кукурузы с одновременным внесением минеральных гранулированных удобрений в районах, подверженных дефляции

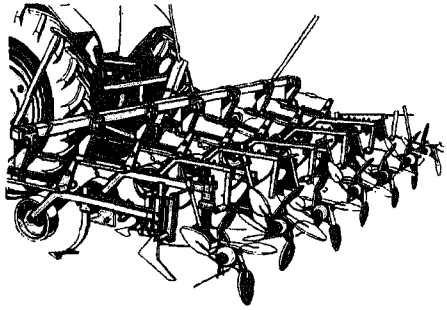


Сеялка пунктирная пневматическая для посева кукурузы СПЧ-6МФ. Предназначена для точного посева семян пропашных культур пунктирным способом по одному или по два зерна в гнездо при заданном расстоянии между гнездами

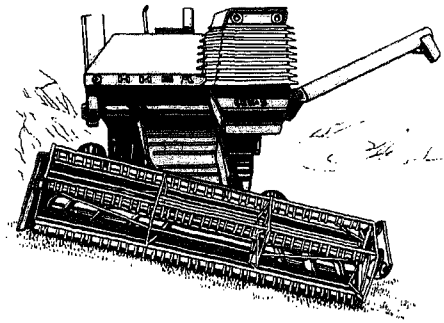
Культиватор-растениепитатель навесной для высокостебельных культур КРН-5,6. Предназначен для междурядной обработки, подкормки и окучивания



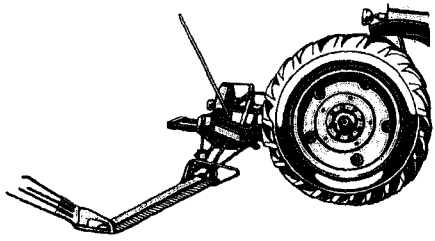
Бороздопрерыватель ППБ-0,6А для поделки прерывистых борозд. Предназначен для поделки прерывистых борозд в междурядьях пропашных культур для задержания пивневых вод и талых вод на зяби на склонах 5–10°. Секции бороздопрерывателей навешиваются на культиваторы КОН-2, 8ПМ, КРН-2,4 и КРН-5,6

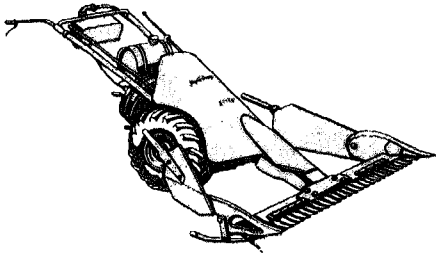


Комбайн зерноуборочный крутосклонный самоходный СКК-5 „Нива". Предназначен для уборки зерновых на склонах до 20°. Является однобарабанной модификацией зерноуборочного комбайна СК-5 „Нива" и отличается от него конструкциями хедера, силовой передачи, ходовой части и наличием гидравлической системы автоматического выравнивания

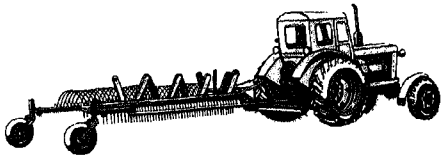


Косилка однобрусная горно-равнинная КСГ-2,1. Предназначена для скашивания естественных и сеяных трав на склонах крутизной до 20° и на равнинах

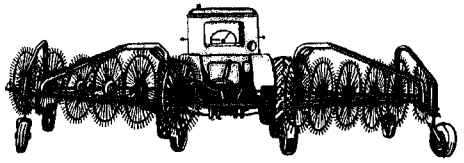




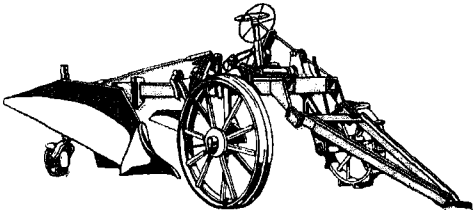
Косилка ручная моторизованная МФ-73 (ЧССР). Предназначена для скашивания естественных и сеяных трав на лесных полянах, в садах, на склонах



Грабли поперечные полунавесные горно-равнинные ГПП-6,0Г. Предназначены для сгребания сена малоурожайных естественных и сеяных трав из прокосов в валки на склонах до 20°, а также на равнинах

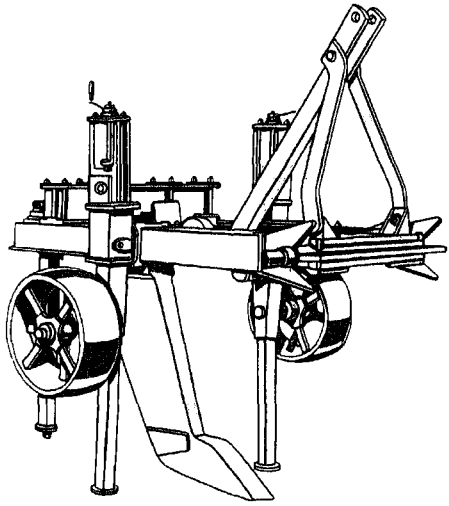


Грабли-валкооборачиватели колесно-пальцевые горно-равнинные ГВК-6Г. Предназначены для сгребания и ворошения естественных и сеяных трав, скошенных косилками, на склонах до 20°. Могут быть использованы также на равнинах

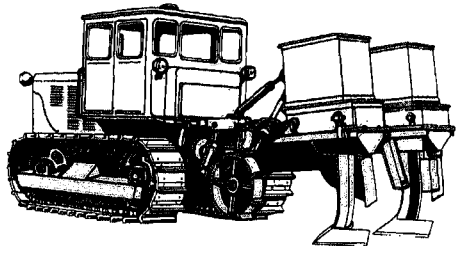


Плуг плантажный ППУ-50А. Прицепной, однокорпусный, усиленный. Предназначен для глубокой вспашки тяжелых и каменистых почв под виноградники, плодовые и лесные насаждения, а также на склонах до 15°, при поделке напашных террас

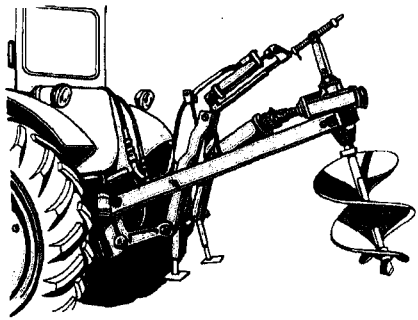
Рыхлитель навесной РН-80Б. Предназначен для предплантажной обработки тяжелых почв, засоренных крупными камнями, пнями и покрытых кустарником

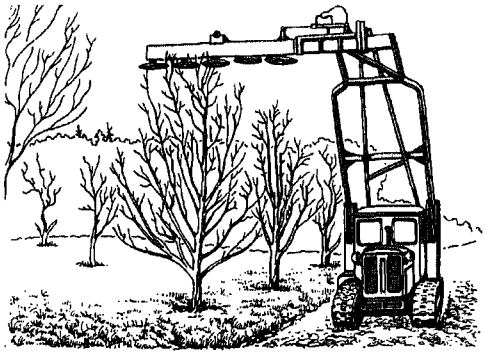


Рыхлитель террас навесной РТН-2-25. Предназначен для глубокого рыхления полотна террас с одновременным внесением органо-минеральных удобрений под посадку виноградников и плодовых насаждений

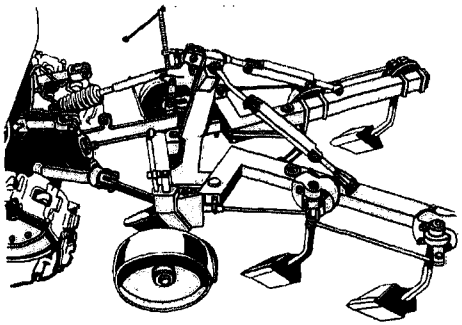


Ямокопатель КЯУ-100А. Навесной, предназначен для механизированного выкапывания ям под посадку саженцев плодовых, ягодных и лесных культур

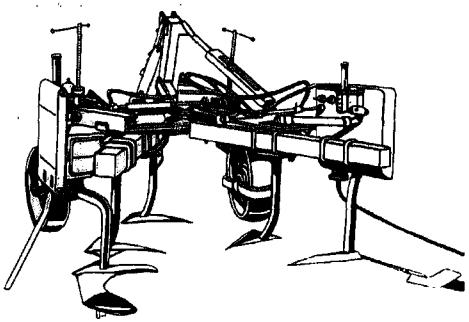




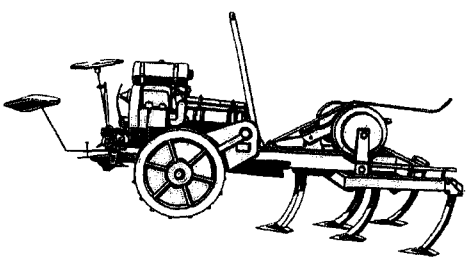
Обрезчик контурный механизированный ОКМ-4,5. Навесной, предназначен для вертикальной, горизонтальной и наклонной обрезки крон плодовых деревьев режущим аппаратом дискового типа



Плуг-рыхлитель виноградниковый универсальный ПРВМ-3. Навесной, предназначен для выполнения работ по культивации, сплошному рыхлению и вспашке междурядий виноградников в условиях равнины, на склонах до 5° и террасах

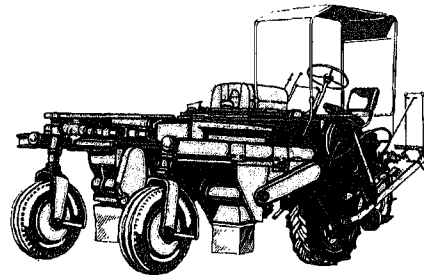


Приспособление к плугу ПРВМ-3 для междукустовой обработки почвы ПРВМ-11000. Предназначено для обработки почвы в ряду между кустами и в защитной зоне междурядья. Применяют на плодоносящих виноградниках на равнине и на склонах до 5°

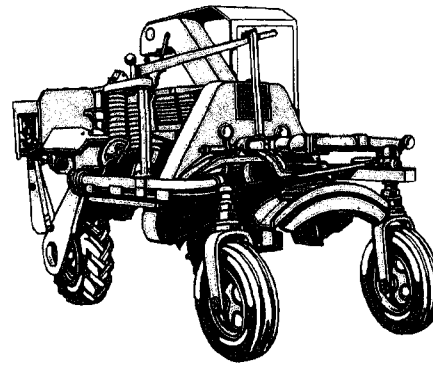


Плуг-рыхлитель канатной тяги КГВ-1,5. Предназначен для глубокого рыхления, вспашки, чизелевания и культивации почв на виноградниках на участках с продольным уклоном склонов до 40° и поперечным – до 6°

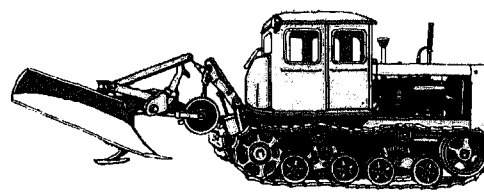
Горно-равнинный культиватор КРГ-2. Навесной, предназначен для обработки чайных плантаций, распоположенных на равнине и на склонах до 25°



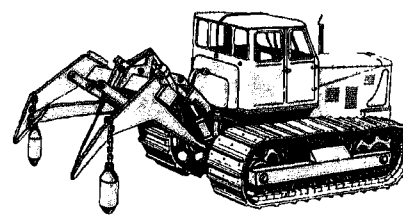
Горно-равнинная чаесборочная машина ЧА-0611. Навешивается на горно-равнинное шасси СШ-0611. Предназначена для сбора сортового чайного листа с чайных кустов шпалерного насаждения, расположенного на равнинах и склонах до 20°

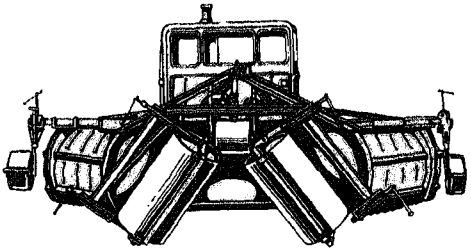


Канавокопатель-заравниватель универсальный навесной КЗУ-0,3. Предназначен для нарезки и заравнивания временных оросительных каналов, нарезки и разравнивания валиков, выравнивания полей, глубокого рыхления и культивации

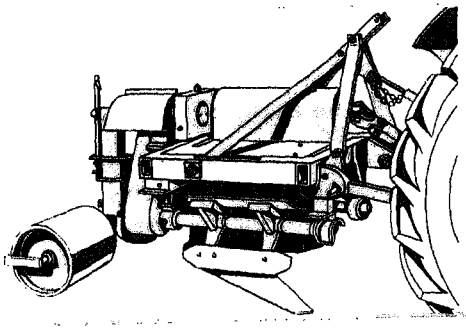


Кротователь навесной МД-6. Предназначен для прокладки кротового дренажа (диаметр дрен 80 и 100 мм) в почвах на глубину 0,5 – 0,7 м

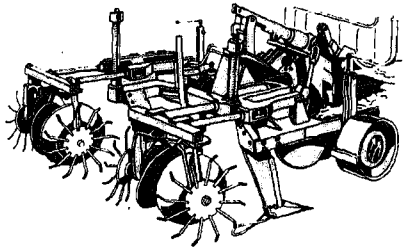




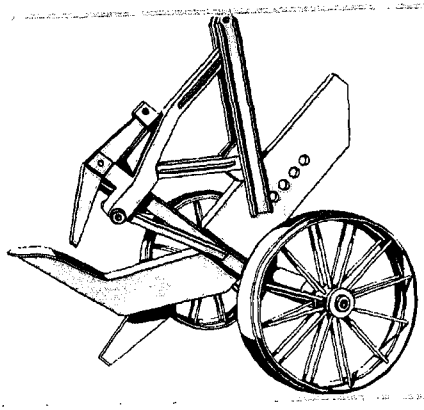
Валикоделатель навесной ВПУ-0,7. Предназначен для образования валиков с одновременным уплотнением откосов и вершины формируемого валика



Бороздодел навесной БН-300. Предназначен для бороздования переувлажненных почв, чтобы отвести поверхностные избыточные воды. Прокладывает борозды глубиной 18–22 см, шириной поверху 40–48 см, заложение откосов – 1:1, 1:1,2

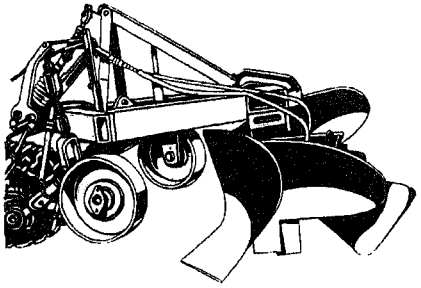


Щелерез-кротователь навесной ЩН-2-140. Предназначен для щелевания с одновременным кротованием сенокосов, пастбищ и лугов, а также щелевания зяби на склонах до 10° с одновременным созданием микроповышений в виде валиков высотой до 12 см

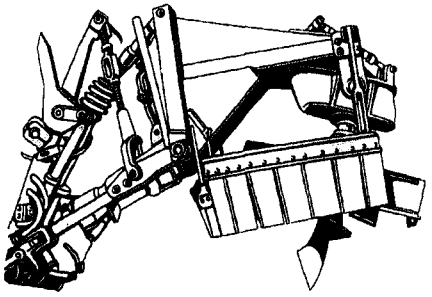


Рыхлитель-кротователь навесной РК-1,2. Предназначен для прокладки кротовых дрен. Глубина прокладки кротовин – 1 м, диаметр кротовин 9,5 и 20 см

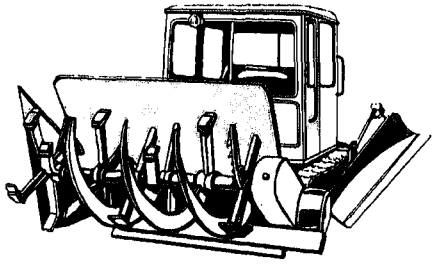
Копатель траншей горный навесной КТГ-1-35. Предназначен для прокладки посадочных траншей и противоэрозионных канав на склонах до 20°



Площадкоделатель для склонов навесной ОПГН-1. Предназначен для подготовки площадок под посадку лесных культур на горных и овражно-балочных склонах до 25°, непригодных для террасирования



Террасер ротационный ТР-3. Предназначен для строительства ступенчатых террас на горных склонах и оврагов крутизной до 30° с удалением кустарников и камней диаметром до 30 мм. Террасер монтируется в передней части трактора



Лесопосадочная машина для горных склонов ЛМГ-2. Навесная, предназначена для посадки сеянцев лесных и плодовых культур на террасах и склонах 12°

