

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНТУРНО-МЕЛИОРАТИВНОЙ СИСТЕМЫ ПОЧВОЗАЩИТНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Г. И. ШВЕБС,  
доктор географических наук,  
Ф. Н. ЛИСЕЦКИЙ,  
кандидат географических наук.  
Одесский государственный университет  
имени И. И. Мечникова

*Для эрозионно опасных территорий почвозащитная система контурно-мелиоративного земледелия может явиться научно обоснованным каркасом создания природно-хозяйственной системы интенсивного и почвозащитного пользования.*

Процессы водной эрозии и дефляции с внедрением интенсивных технологий (при прежней системе охранных мероприятий) существенно усилились. Увеличилась деградация земель за счет уплотнения почвы. В такой сложной обстановке традиционные почвозащитные мероприятия не способны решить задачу охраны земель. И хотя мы непрерывно разнообразим их арсенал (в частности, противоэрозионных приемов разработано уже более 100), параллельно с этим объект защиты исчезает.

Вероятно, наступило время, когда не экономическая эффективность отдельных приемов должна определять приоритет их внедрения, а стратегическая целевая функция — сохранение почвы как средства производства и предмета труда, по крайней мере, без ухудшения ее качества на будущее. По нашему мнению, первооснова решения проблемы — это такая организация агроландшафта, в структуре которой почвозащитная система земледелия представляла бы целостную и органично вписанную подсистему. Природные особенности территории будут определять структурные и некоторые другие технологические отличия почвозащитных систем земледелия, придавая им зональный характер. Для многих эрозионно опасных территорий почвозащитная система контурно-мелиоративного земледелия может явиться научно обоснованным каркасом создания природно-хозяйственной системы интенсивного и в то же время почвозащитного

землепользования с некоторым потенциальным запасом.

Одесским филиалом института «Укрземпроект» совместно с Одесским госуниверситетом разработан проект контурной организации территории для колхоза «Дружба народов» Ивановского района Одесской области. Из общей площади землепользования 13,5 тыс. га пашня занимает более 8 тыс. га. Территория хозяйства находится в пределах южных отрогов Подольской возвышенности и представляет собой сочетание водораздельных гребневидных пространств шириной от 30—50 до 100 м (около 20 % площади всех земель) с покатыми и сильнопокатыми короткими склонами, отчлененными друг от друга долинами рек Среднего и Малого Куяльника и многочисленными балками (с глубиной вреза 60 м и более).

В почвенном покрове преобладают черноземы обыкновенные малогумусные на лессовидных суглинках. Половина земель расположена на склонах менее 2°, на уклонах 2—5° — 42 % и более 5° — 8 %. Среднегодовое количество осадков составляет 416 мм, причем на наиболее эрозионно опасный период (май — август) приходится 49 % общей их суммы.

Эродированные почвы на территории колхоза занимают 68 % площади пахотных земель, что существенно выше среднего значения для Ивановского района (48 %). Потери почвы от водной эрозии и дефляции составляют на пашне 9 т/га в год. На долю смыва от ливней приходится 67 % эрозионных потерь почвы.

Процесс проектирования системы контурно-мелиоративного земледелия можно представить как ряд последовательных взаимосвязанных этапов. Первый из них это использование результатов крупномасштабного ландшафтного картографирования в качестве модели реальной природной системы. Нами была составлена ландшафтная карта хозяйства в масштабе 1:10000. При анализе морфологической структуры ландшафта, который проводился одновременно с уточнением состояния почвенного покрова, особое внимание уделялось выявлению пространствен-

ной локализации гипсометрических уровней развития эрозии в пределах одной макроэкспозиции — это обычно полосные структуры на склонах. По границам между полосами, тальвегам составили схему контурной организации территории первого приближения. При выделении плакорной (приводораздельной) территории особое внимание уделялось необходимости закрепления границами зон резкого перегиба в рельефе (обычно появление уклонов более 3°).

В процессе проектирования выделялись явные и скрытые природно-хозяйственные территориальные системы. Первые — в пределах четко проявляемых рубежей: границ угодий, дорог, лесных полос, водоотводных канав, каналов и др.; вторые (скрытые) не имеют четких границ. Как правило, они формируются полосами вдоль лесных насаждений, автострад, по периферии карьеров, а также в пределах поля севооборота с однотипными почвами, одной степенью эродированности, гидроморфности. При проектировании мы стремились совместить выявленные контуры с будущими рабочими участками и полями севооборотов. При этом предполагается, что в каждом контуре требуется корректировка технологии возделывания культур (внесение удобрений, пестицидов, режима орошения и др.).

Только в пределах системы контуров возможны внедрение программированных методов возделывания культур, отработка интенсивных технологий с их корректированием для каждого индивидуального контура, правильный выбор сроков обработки почв и времени проведения других видов сельскохозяйственных работ. По сути дела, речь идет об агроландшафтном обосновании организации территории. Наиболее полно данный вопрос встает при оценке эрозионной опасности и организации противоэрозионной защиты почв. Накопленный опыт подсказывает следующий порядок действий:

1) совместно с почвенной корректировкой осуществляется картографирование основных ландшафтных структур, в том числе полос и водосборов стока; без выделения последних невозможно выявить опасность появления и развития овражной эрозии;

2) для каждого агроландшафтного контура и массива определяется дополнительная информация: показатели и коэффициенты расчетных формул;

3) рассчитывается поверхностный смыв почвы и сток, определяется опасность овражной эрозии;

4) строится карта изолиний эрозионной опасности (по величине среднегодового смыва при заданном севообороте и применяемой агротехнике);

5) с помощью модели рационального использования почвенных ресурсов определяются границы рубежей контурной организации территории;

6) рассчитанные границы рубежей первого порядка («Земледелие», 1985, № 12) совмещаются с ближайшими границами ландшафтных полос после корректировки ширины контуров, учитывающей условие их кратности четному количеству проходов почвообрабатывающих и уборочных орудий и требований радиуса закругления в местах изгиба полос.

Граница, отделяющая приводораздельную подсистему, проводилась в пределах контуров со слабосмытыми почвами. Местоположение рубежа определялось расчетным путем, исходя из условий, что почва при интенсивном земледелии и контурной (контурно-параллельной) обработке никогда не перейдет в категорию среднесмытой. С этой целью использовался один из вариантов аппроксимации модели рационального использования почвенных ресурсов (Швебс, 1981).

Учитывая основные ресурсные характеристики (мощность гумусового горизонта —  $H_r$ , мм и запасы гумуса —  $\bar{\Gamma}$ , т/га) и их изменение при культурном почвообразовательном процессе, рассчитывалась ширина рабочего участка, в пределах которого величина смыва не может обусловить перехода почв в категорию среднесмытых:

$$(H_r \bar{\Gamma})_{cl} + \sum_i \Delta H_{r(i)} (\Delta \Gamma_{np} - \Delta \Gamma_p - \Delta \Gamma_{mn} - \Delta \Gamma_s) + \sum_i \bar{\Gamma}_i \Delta H_{r(i)} - \sum_i \bar{\Gamma}_{0-10} \Delta H_{r(s)} \geq (H_r \bar{\Gamma})_{cp}, \quad (1)$$

где  $H_r \bar{\Gamma}$  — с индексами сл. и ср. — оценка величины почвенного ресурса соответственно для слабо- и среднесмытой почвы;  $\Delta H_{r(n)}$ ,  $\Delta H_{r(s)}$  — изменение мощности гумусового горизонта в результате почвообразовательного процесса и эрозии;  $H_{r(i)}$  — мощность гумусового горизонта, мм;  $\Gamma_{0-10}$  — запасы гумуса в смываемом слое почвы, т/га;  $\Delta \Gamma_{np}$  — приращение запасов гумуса за счет растительных остатков и удобрений, т/га;  $\Delta \Gamma_p$  — уменьшение запасов гумуса в результате расхода азота на создание основной продукции, т/га;  $\Delta \Gamma_{mn}$  — величина ежегодной минерализации гумуса;  $\Delta \Gamma_s$  — потери гумуса в результате эрозии, т/га.

Расчеты проводили для 10-польного севооборота со следующим чередованием культур: 1—3—озимая пшеница; 4—кукуруза на зерно; 5—сахарная свекла; 6—подсолнечник; 7—8—зернобобовые; 9—10—люцерна. Средняя обеспеченность органическими удобрениями — 5 т/га, количество азота,

вносимого с минеральными удобрениями, — 75 кг/га. Решение уравнения (1) показало, что в конкретных условиях допустимые потери почвы не должны превышать 0,6 мм/год. Сопоставление допустимых потерь почвы с фактическими и последующая оптимизация проводились на основе следующего условия:

$$\bar{W}_{л-о} + \bar{W}_{з-в} \leq 10\gamma \Delta N_{г(э)доп} - W_d, \quad (2)$$

где  $\bar{W}_{л-о}$  и  $\bar{W}_{з-в}$  — среднегодовое количество летне-осеннего и зимне-весеннего смыва, т/га;  $W_d$  — среднегодовые потери почвы в результате дефляции, т/га, определялись по карте М. И. Долгилевича (1978);  $\gamma$  — объемная масса верхнего слоя почвы, т/м<sup>3</sup>;  $\Delta N_{г(э)доп}$  — допустимые эрозионные потери почвы, мм/год.

В левой части уравнения (2) путем раскрытия через составляющие модели, позволяющих оценить величины  $\bar{W}_{л-о}$  и  $\bar{W}_{з-в}$  (Швецб, 1974), проводилось вычленение параметра  $L$  — длины склона. Подставляя в формулы смыва средний уклон, рассчитывали допустимую длину линии стока, при которой выполняется условие (2). Это позволило установить допустимую ширину контурных полос: в каждом из трех производственных участков, начиная от водораздела, она составила 137 м, 72 и 43 м.

Учитывая положение хозяйства в степной зоне, очевидно, что проектируемая система земледелия должна быть почвооохранной. Стокорегулирующие гидротехнические сооружения призваны исключить перелив воды и обеспечить ее задержку или безопасный сброс без размыва вдоль рубежа при заполнении всех водозадерживающих емкостей. Причем стокорегулирующий вал-канавка играет также важную роль в пополнении запасов продуктивной влаги как в вышележащей, так и в нижележащей полосе.

Гидрологические расчеты, определяющие конструктивные особенности рубежей, при проектировании контурной организации территории хозяйства выполнялись в двух вариантах. Первый из них был ориентирован на полное задержание стока 10 %-ной обеспеченности. По второму варианту предполагалась возможность сбора части ливневого стока обеспеченностью менее 10 %. Проект с залуженным водосбросом реализован в пределах одного опытного участка, представляющего собой склон восточной экспозиции длиной 1000—1500 м со средним уклоном 2—3°.

Первый от водораздела рубеж первого порядка — это вал с водозадерживающими емкостями, которые способны полностью задержать сток 10 %-ной обеспеченности. В плане вал состоит из трех позиционно сдвинутых звеньев, частично перекрывающих («страхую-

щих») друг друга в разрывах. В водозадерживающих емкостях через 300 м сделаны перемычки, а на концах — шпоры. Нижний рубеж первого порядка — водонаправляющий вал с двумя рабочими уклонами. Разделение стока проведено до допускаемых сбросных расходов воды.

Рубежи первого порядка не обрабатываются и закрепляются двухрядными древесными или древесно-кустарниковыми полосами. Остальные границы, выделяющие контурные полосы в пределах производственных участков, представляют собой рубежи второго порядка в виде ежегодного возобновляемых валков высотой до 30 см.

Важно отметить, что противоэрозионные мероприятия и сооружения, рассчитанные на отвод склонового стока, нормально работают лишь при его расчетной величине. В случае превышения стока происходит размывание, при низких значениях — заиливание, причем появление таких нежелательных последствий вовсе не свидетельствует о низкой эффективности выбранных приемов или ошибках, которые могли бы учитываться при проектировании. Создать идеальную во всех отношениях почвозащитную систему невозможно, поэтому объективно возникающие несоответствия необходимо устранять при ее эксплуатации.

Регулирование смыва почвы и стока воды требует эрозионно безопасного водосброса. Для залужения водоотводящих канав в опытных условиях разработаны приемы использования рулонной дернины на искусственной основе («травяные коврики»).

Традиционный, только инженерный, подход к проектированию водосбросных сооружений, направленный на эрозионно безопасный сброс определенной величины стока, уже изжил себя. Выдвигаемые в качестве альтернативных линейно вытянутые природные коридоры, приуроченные к водосбросам, на наш взгляд, перспективны и требуют «наработки» опыта реализации.

При проектировании почвозащитных контурно-мелиоративных систем земледелия в решении вопроса безопасного сброса стока определенной величины обнаружилось существенное противоречие между рекомендациями ученых и возможностями проектировщиков. Дело в том, что существующие рекомендации позволяют делать расчет гидротехнических элементов на полное задержание стока, а при сбросе практически любого стока обеспеченностью менее 10 % мы всегда обязаны создавать громоздкие железобетонные конструкции. Объясняется это тем, что имеющиеся рекомендации по учету размывающей способности потока ориентированы на русловые потоки и не отражают действитель-

тельное положение явлений, происходящих на склоне. В случае задернованной поверхности, имеющей травяной покров, который исключает размыв практически при любых скоростях потоков, несколько увеличив эксплуатационные расходы (за счет 2—3 поливов водосбросов в год), в степной зоне можно резко сократить расходы на проектирование и строительство железобетонных лотков. Однако данный вопрос у нас оказался научно не проработанным. Возможность его решения подтверждается опытом работы аналогичных систем в США, Болгарии и других странах мира.

Помимо технологически обусловленного разнообразия элементов системы важно создание объектов, несущих также и эстетическую нагрузку (колодец с беседкой, небольшой пруд, ручей с водяной мельницей и многое другое). Пока вопросы эстетики, ухода за агроландшафтом практически не разработаны.

Необходимо отметить, что контурная организация территории без обоснованной системы мелиоративных мероприятий не может обеспечить ожидаемого эффекта.

Система контуро-мелиоративного земледелия, помимо основной своей задачи — регулирования смыва почвы и стока воды, — позволяет поддерживать оптимальное функционирование агроэкосистем. Под устойчивостью агроэкосистемы мы понимаем выполнение социально-экономических функций не столько в сфере ресурсопроизводства, сколько в поддержании определенного (на текущий момент реализации не обязательно оптимального) уровня экологических и технологических параметров.

Достигнуть этого можно прежде всего регулированием содержания и трансформации органического вещества, выступающего средством организации всей почвенной системы. Расчеты показали, что поддержание бездефицитного баланса гумуса в почве помимо использования традиционных источников органических веществ требует более широкого внедрения сравнительно новых приемов (внесение ила из озер, прудов, приготовление иловозных компостов, применение делювиальных наносов из балок для землевания малопродуктивных угодий, использование кальцийсодержащих соединений и др.).

Существуют резервы и в использовании более простых и экономичных приемов, например более широкое использование соломы зерновых культур в качестве удобрения. Многолетними исследованиями научно-исследовательских учреждений страны установлено, что удобрение соломой (3—6 т/га) с 5—10 кг азота на 1 т соломы равноценно внесению навоза в дозе 30—40 т/га. Увели-

чение высоты среза до 20—22 см при урожае озимой пшеницы в 30 ц/га позволяет оставлять в поле стерни 3,2—3,8 т/га, что при внесении соответствующего количества азота (32—57 кг/га) может восполнить до 58 % ежегодных потерь гумуса против нынешних 20—30 % (при обычной высоте среза и отсутствии вносимого при запашке азота).

Во многих случаях накопленные в прудах, озерах и лиманах продукты водной эрозии почв (твердый сток) могут рассматриваться как мелиоративное сырье для землевания малопродуктивных угодий.

На территории опытного хозяйства расположен пруд площадью 260 га. Донные отложения его были изучены в целях возможного применения для повышения плодородия малопродуктивных угодий. В верхних слоях илы легко- и среднесуглинистые, содержат 2—3 % карбонатов кальция и 75 % кремнезема; на глубине 2,4—3,0 м они легкоглинистые, содержание карбонатов кальция достигает 7—9,5 %. Влияние ила на урожай сельскохозяйственных культур мы изучали в вегетационном опыте. Пахотный слой чернозема сильноосытного содержал гумуса 1,5 %, сумма поглощенных оснований — 25,7 мэкв/100 г,  $\text{Ca}^{2+}:\text{Mg}^{2+}$  — около 5, содержание  $\text{CaCO}_3$  — 13 %, подвижных форм азота, фосфора, калия (мг/100 г) соответственно 1,5; 4,0; 20,0. Варианты опыта следующие: контроль (чернозем сильноосытный); дозы ила (т/га): 10; 40; 100; ил 40 т/га + навоз 40 т/га; ил 40 т/га + навоз 40 т/га + солома 10 т/га. Наибольший урожай ячменя на сильноосытном черноземе получен при внесении ила из расчета 100 т/га, а также ила и навоза — по 40 т/га.

Как мелиорант на средне- и сильноэродированных почвах могут быть использованы намытые почвы. Их можно использовать также для изготовления компостов с навозом и другими органическими компонентами. Площадь намытых почв в колхозе «Дружба народов» составляет 474 га. Близкое расположение эродированных и намытых почв обеспечивает низкую энергоемкость землевания с помощью скреперов. При расстоянии до 500 м срок окупаемости землевания составляет 3—4 года (Крупеников, Шилихина, 1986). Однако агрохимическая оценка профиля намытых почв и проведенные в Одесском госуниверситете вегетационные опыты по оценке эффективного плодородия отдельных слоев предостерегают от упрощенного представления о намытых почвах как гомогенном мелиоративном сырье. Появляющиеся при длительном хранении различия в пределах гумусированной толщи могут определить высокую себестоимость приема из-за

необходимости мелиорации «мелиоранта». В первый год землевания почвой из слоя 40—130 см урожай зерна ячменя был на 36—43 % ниже по сравнению с урожаем на пахотном и подпахотном горизонтах намывтой почвы.

Проект коренной мелиорации оврагов, ложбин и прилегающих к ним сильно смытых почв включает в себя засыпку небольших оврагов, планировку, создание культурных пастбищ с ограниченной нагрузкой. При этом целесообразно закрепление нижней границы полей, отсечение пашни с множеством размывов и перевод ее в пастбищные угодья. Проект использования водоохранной зоны должен представлять неотъемлемую часть общего проекта контурной организации территории, включая преимущественно луго- и лесомелиоративные мероприятия, распылители концентрированного стока вдоль дорог и т. д.

Нам представляется, что следующим (а возможно и одновременным) шагом должно явиться общее окультуривание всей сельской местности. Прежде всего это улучшение состояния дорог, их обочин, зеленого оформления. Нельзя оставлять в существующем виде территории хозяйственных дворов разного назначения. Это должны быть природно-хозяйственные объекты, отличающиеся высоким природоохранным и эстетическим уровнем.

Внедрение и эксплуатация почвозащитных систем контурно-мелиоративного земледелия должны накопить информацию для будущего совершенствования методики землеустроительной практики. При этом большую ценность будут иметь не только положительный, но и отрицательный опыт, негативные последствия, соответствие предлагаемых систем складывающимся новым производственным отношениям на селе.