

ПОЧВОЗАЩИТНОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ В США

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

В различных регионах нашей страны идет активная переработка опыта проектирования и внедрения почвозащитной системы контурно-мелиоративного земледелия. Избегать шаблонов, найти наиболее эффективные решения, отражающие зональные и региональные особенности территории, может помочь опыт почвозащитного земледелия в США.

По оценкам специалистов Службы охраны почв США, ежегодно из-за водной эрозии здесь теряется 2 млрд т, а из-за ветровой — 1,1 млрд т плодородного верхнего слоя почвы. Материальные потери от почвенной эрозии за год приблизительно оцениваются в 40 млрд дол., 44 % пашни страны подвержено эрозии, в южных и западных штатах на 60 % пашни ежегодные эрозионные потери превышают 12,5 т/га. За 30—40 лет почвы Великих равнин потеряли около 30 % гумуса, что обусловило примерно такое же снижение урожаев полевых культур. При сохранении существующей интенсивности эрозии к 2030 г. урожайность ведущих культур — кукурузы и сои — может снизиться еще на 15—30 % [1].

Главная особенность противоэрозионного обустройства пахотных земель в США заключается в том, что его центральным звеном являются почвозащитные обработки, под которыми понимается любая технология, которая позволяет сохранить пожнивные остатки не менее чем на 30 % поверхности почвы и сокращает водную эрозию или там, где доминирует ветровая эрозия, в критический эрозионный период сохраняется по крайней мере 0,9 т/га равномерно распределенной стерни.

Обобщающий термин «консервирующая обработка» включает более 15 приемов и способов, главными являются минимальная, нулевая, гребневая, полосная, мульчирующая (безотвальная) обработки. Минимальная и нулевая обработки применяются в США на площади почти 40 млн га (свыше 1/3 всей площади пашни). Консервирующую обработку фермеры используют преимущественно под кукурузу, зерновое сорго, зерновые и сою. По прогнозам, к 2010 г. консервирующая обработка будет проводиться на 95 % всех пахотных площадей, при этом более чем на

половине из них — с применением нулевой обработки.

Использование минимальной и нулевой обработок способствует сохранению и улучшению почвенной структуры, гумусного состояния почвы и уменьшает эрозию на 65—90 %. На эродированных землях эти обработки эффективны, если почва хорошо заправлена удобрениями и имеет невысокую потенциальную засоренность. За шесть лет нулевой обработки содержание гумуса в слое почвы 0—15 см было на 27 % больше, чем при традиционной [2]. На тяжелосуглинистых почвах в США широко применяется возделывание кукурузы и сои на гребнях. Так как при прямом посеве кукурузы наблюдается худшее прогревание почвы в начале вегетационного периода, осенью при посеве промежуточных культур будущие рядки кукурузы сохраняют открытыми. Особенно эффективными считаются прямой посев с щелеванием под рядком высеянной культуры и ленточное рыхление почвы.

При органической, биологической и других системах альтернативного земледелия применяют лишь поверхностную обработку почвы без оборота пласта (дискование, культивация, чизелевание, фрезерование). Таким путем удается достигнуть создания «живой» почвы, богатой микроорганизмами и дождевыми червями.

Для осуществления почвозащитных технологий расширяется выпуск новых типов машин: комбинированных агрегатов, совмещающих за один проход несколько агротехнических операций; культиваторов для обработки гребней; сеялок для посева трав при сохранении дернины; прицепов-шаттлов для уменьшения уплотнения почвы при вывозе зерна от мощных комбайнов и др. Особое внимание уделяется почвообрабатывающим орудиям, сочетающим преимущества плуга, чизеля и культиватора (параплау, мини-борд — плуг с узким отвалом, и др.).

Борьба с сорняками в системе консервирующей обработки почвы основана на химическом методе. Но на склонах не всегда удается провести полную заделку в почву минеральных и органических удобрений, а это в связи с увеличением поверхностного стока воды (по сравнению со вспашкой) определяет существенное загрязнение окружающей среды. По оценкам американских специалистов, до 3/5 общего загрязнения обусловлено сельским хозяй-

ством. В твердом стоке увеличена концентрация тонкодисперсных частиц и адсорбированных почвой загрязнителей. Это определяет актуальность учета экологических последствий эрозии.

Косвенные следствия эрозии почв — это отложение наносов в придорожных кюветах, дренажах, у водосливов, заилиние судоходных рек и гаваней, поступление твердого стока в водозаборные сооружения магистральных каналов, ущерб источникам городского водоснабжения от загрязнения удобрениями, пестицидами и тяжелыми металлами, снижение запасов рыбы из-за эвтрофикации водоемов, изменение состава водной фауны, снижение рекреационного потенциала прибрежных зон. В США общие годовые потери от загрязнения вод рассредоточенными источниками (в форме взвесей, растворимых твердых веществ, азота, фосфора, бактерий), поступающими в результате эрозии, достигают в среднем 6 млрд дол., тогда как потери от эрозии, обусловленные снижением продуктивности, составляют 1,3 млрд дол. [3].

Таким образом, радикальное решение проблемы защиты почв от эрозии связано не только с достижением высокой противозерозионной эффективности приемов, комплексов, систем земледелия, но и с максимальным задержанием продуктов эрозии, удобрений, пестицидов в пределах водосбора. Этим требованиям в наибольшей степени отвечают системы контурного земледелия, учитывающие ландшафтно-гидрологические особенности территории. Установлено, что контурная обработка почвы в сочетании с валами уменьшает смыв на 90 %, то есть не уступает по противозерозионной эффективности почвозащитным способам обработки и значительно эффективнее в регулировании качества поверхностного стока.

Успех контурного земледелия во многом связан с отработкой приемов проектирования и эксплуатации таких гидротехнических сооружений, как валы-террасы (гребневидные террасы), валы-канавы, валы-дороги, микролиманы и залуженные водотоки. Их применение целесообразно на длинных склонах с уклонами 1—8°, где не удается снизить эрозионные потери до допустимого уровня только противозерозионными обработками почвы, посевами по контурам, полосным размещением культур и др.

В зонах неустойчивого увлажнения в основном применяют горизонтальные валы-террасы, в максимальной степени переводящие поверхностный сток во внутрпочвенный, но все же позволяющие сбрасывать аварийный избыток воды.

При достаточном и избыточном увлажнении сток отводят вдоль наклонных террас по безопасному уклону (0,003—0,010) на залуженные водотоки, а по ним в гидрографическую сеть. Для создания постоянного течения воды в водосборе строят русловые перепады. В ФРГ на залуженных участках создают водопоглощающие колодцы. Ширина междурасных расстояний при уклонах 1—2° — 50—70 м, 5—6° — 35 м [4]. При консервирующей обработке почвы или противозерозионных

севооборотах расстояния между гребнями террас могут быть увеличены.

Таким образом, террасирование склонов должно быть направлено на усиление, а не на замену контурных и полосных посевов, консервирующей обработки и других приемов. К тому же стоимость террасирования в 12 раз превышает затраты при контурном размещении посевов без гидротехнических сооружений. Однако, учитывая экологические аспекты, такие затраты оправданы. В частности, среди семи изученных мероприятий в штате Орегон — полосное земледелие, вспашка поперек склона, буферные полосы, оставление стерни, террасы, залужение водосборов, отстойные бассейны — наибольший положительный эффект на качество воды оказало террасирование [5].

Для перехвата поверхностного стока, снижения концентрации в нем соединений азота и фосфора эффективны также водонаправляющие сооружения типа нагорных канав. Они могут служить составными элементами единой противозерозионной обводнительной сети. Выход ирригации на склоны определил развитие контурного орошения с использованием синхронно-импульсного дождевания, автоматизированных систем периодического действия, а также капельного орошения.

Хотя в США признается, что контурное земледелие — это сельское хозяйство будущего, представлено оно пока на небольших площадях. В перспективе же, как показало моделирование посредством линейного программирования [6], при ограничении эрозии допустимой величиной (12,5 т/га в год), которая ныне признается специалистами явно завышенной, более половины земель в стране необходимо обрабатывать по контуру.

Наряду с противозерозионной организацией территории важное значение имеет борьба с эрозией на созданных рабочих участках посредством учета почвозащитной способности культур севооборота и повышения противозерозионной устойчивости почвы.

Поддержание на пашне постоянного растительного покрова в течение теплого периода года — наиболее экономичный способ, но почвозащитное действие растительности эффективно при проективном покрытии не менее 70 %. Поэтому севооборот должен иметь оптимальное сочетание основных и промежуточных культур, исходя из различий их почвозащитных свойств. Сроки обработки почвы под промежуточные культуры часто совпадают с периодом ливневой активности, в связи с этим применяют минимальную обработку или прямой посев, более эффективный в засушливые годы.

На эродированных склоновых землях вместо нулевой обработки предлагается посев пропашных культур (кукурузы, сои) в «живую» дернину [7]. Постоянный растительный покров из овсяницы высокой, костреца безостого и ежи сборной позволял получать высокие урожаи основных культур, а в эрозионно опасный период эффективнее снижал смыв и сток, чем мульча. Кроме того, возможна заготовка сена многолетних трав. В ФРГ после лущения стерни и вспашки в августе высевают люпин

и фацелию. Сев свеклы ранней весной проводят в замерзшие посевы фацелии [8].

Более продолжительно защищена почва также при совместных посевах нескольких культур на одном поле. В результате взаимной дополняемости разных культур, разных сортов одной культуры в совместном посеве отмечается меньшая зависимость урожайности от рельефа и почвенных свойств.

Система полосного земледелия основана на чередовании полос пропашных культур и культур, имеющих больший почвозащитный и стокорегулирующий эффект (пшеница, рожь, травы и др.). В США распространены посевы одних пропашных: 6 и 6, 6 и 8—16 рядков кукурузы и сои соответственно. При этом выявлено значительное снижение эрозии почвы, что позволяет отводить под сою участки, на которых ее посев в чистом виде был бы невозможен. Прибавка урожая кукурузы в таких полосных посевах достигает 20 % [9]. На сложных склонах до 4—6° практикуется контурно-полосное размещение посевов, показавшее хорошие результаты в США, Канаде, Аргентине, Японии.

Буферные полосы из трав снижают вынос биогенных веществ в водоемы. Их рекомендуют размещать на склоновых землях между пашней и водотоком. В ФРГ на полях, примыкающих к водоохраным зонам, фермеры обязаны снижать нормы внесения азотных удобрений на 20 %, что предусматривает выплату компенсаций за возможный недобор урожая [10].

Полезательное лесоразведение в США преимущественно используется в дефляционно опасных районах. На Великих равнинах (7 штатов) оно насчитывает более чем 100-летнюю историю. В последнее пятилетие активно проводится облесение эродированных земель. К 2000 г. на них планируется создать 12 млн га лесных насаждений.

Среди противоэрозионных мероприятий возрастает роль вспомогательных средств, уменьшающих эрозию, улучшающих структуру почвы и др. На склоновых землях в качестве временных стабилизаторов поверхностного смыва применяют термопластические сополимерные эмульсии, различные структурообразующие препараты. Получают распространение пленочные покрытия, обеспечивающие регулирование теплового и светового режимов (в засушливых районах это сетчатые навесные покрытия, уменьшающие солнечную радиацию и испарение влаги), мульчирующие пластмассовые материалы.

В США и странах ЕЭС экологизация землепользования проводится по двум направлениям: путем частичного изъятия наиболее разрушенных земель из сельскохозяйственного оборота и путем перехода на экстенсивный путь развития сельского хозяйства. Перевод сельскохозяйственных земель в природные биотопы для несельскохозяйственного использования предусматривает увеличение лесистости, решение ландшафтно-экологических задач, расширение рекреационных зон, выращивание тополя, ивы и др. для производства целлюлозы, спирта, масел, крахмала, а также растений,

используемых для получения ароматических, вкусовых, лекарственных веществ. Реконструкция агроландшафта в ФРГ проводится с использованием ландшафтных планов, позволяющих создать основу для экологически рационального развития сельской местности.

С 1985 г. в США реализуется программа сохранения и консервации земель, охватывающая 46 штатов. В результате ее осуществления 18,2 млн га сильноэродированных пахотных земель (из общей их площади 47 млн га) в течение пяти лет должно быть переведено под постоянное залужение (90 %), под лес (6 %), под угодия для дикой фауны, под противоэрозионное строительство [11]. Количество используемых пестицидов будет уменьшено до 60 млн т в год. В течение десяти лет фермеры, не занимая эти земли даже травами, смогут получать компенсацию от государства в среднем по 200 дол. за 1 га в год. Предусматривается, что эти денежные средства фермеры используют для повышения плодородия оставшихся земель. В 1988 г. расходы Министерства сельского хозяйства на эту программу составили 70 % всех ассигнований на противоэрозионные программы [12].

Альтернативное земледелие, объединяющее несколько систем (биодинамическая, биологическая, органическая, органо-биологическая и др.), в США, Канаде, ряде стран Европы основано на полном или частичном отказе от современных средств химизации. Урожайи при этом, как правило, ниже, чем при традиционных системах земледелия. Так, при использовании альтернативного земледелия в Кукурузном поясе США общая продуктивность пашни снизится на 20 %. Чтобы не сократить валовые сборы, потребуются увеличить посевные площади, причем не на 20, а на 30 %, так как придется вводить и малопригодные (в том числе эродированные) земли [13]. Вероятно, альтернативное земледелие необходимо развивать на небольших площадях в целях получения «чистой» продукции (для детского, лечебного питания и т. п.), но в ближайшей перспективе на основной части землепользований должны быть созданы агроэкосистемы, где разумно сочеталось бы применение минеральных удобрений и пестицидов с новациями альтернативных систем.

В настоящее время получили развитие принципиально новые исследования, направленные на более эффективное использование биологического потенциала почвы, достижение экологического баланса в агроландшафте. Клеточная и генная инженерия позволяют получать сорта растений, устойчивые к засухе, заморозкам, пестицидам. В биотехнологических исследованиях приоритетным признано выведение азотфиксирующих сортов зерновых.

Помимо традиционного универсального уравнения почвенной эрозии, последние версии которого применяются для составления крупномасштабных прогнозных карт (масштаб 1:20 000), разработаны вычислительные модели рельефа и гидрологических процессов. Скрытые процессы оврагообразования обнаруживают, применяя самолетное лазерное зондирование. Новый метод оценки интенсивности

смыва почвы связан с изучением горизонтальной миграции радиоактивного цезия (^{137}Cs). Исследованиями в Канаде установлено, что потери почвы, прогнозируемые по универсальному уравнению, в 2—9 раз меньше, чем по цезию. Этот метод показал также, что эродированные частицы в основном остаются на полях, а в реки с больших водосборов поступает лишь от 1 до 30 % общего объема продуктов эрозии. Поэтому стратегия борьбы с эрозией, основанная на конечных потерях, часто неэффективна, что определяет необходимость разработки альтернативных противоэрозионных мероприятий.

Признано, что США миновали революцию в сельском хозяйстве, теперь стоит задача его компьютеризации. Служба охраны почв, опираясь на данные правительственной информационной системы и трех тысяч полевых подразделений, ежегодно обслуживает около миллиона пользователей. Получить представление о свойствах почв на уровне штатов страны помогают компьютерные данные почвенной географической службы. Их использование имеет ряд преимуществ по сравнению с почвенными картами. В настоящее время Службой охраны испытываются банки данных по охране почв и созданию ветрозащитных лесополос. Для обеспечения эффективных противоэрозионных мер данные дополняются результатами почвенно-ландшафтных исследований, отражающих трехмерность ландшафтов.

Компьютерная и космическая техника, дистанционные методы используются для создания географических информационных систем (ГИС), позволяющих принимать эколого-экономические рекомендации. В решении прикладных задач по использованию почв и водных ресурсов эффективно сочетание ГИС и интеллектуальных экспертных систем. Так, в штате Виргиния отработка такой технологии позволила за 1—2 мин получить электронные карты эродированности почв, зон деградации структуры, растительного покрова и др. [14]. В 1988 г. под эгидой ФАО начала действовать система ARTEMIS, которая на основе мониторинга состояния почвенного и растительного покровов, результатов аэрокосмических исследований по метеорологии и картографии предлагает пользователям информацию о динамике эрозии и дефляции, дегумификации, соленакопления и т. п.

Информационные службы преимущественно обеспечивают сельскохозяйственный маркетинг, но и производство продукции на фермах США компьютеризовано на 12—13 %. Достаточно широко используют ЭВМ при капельном и подпочвенном орошении, микропроцессоры регулируют точность проведения таких производственных операций, как вспашка, сев и т. п. При большой пестроте почвенного покрова для дифференцированного внесения удобрений и гербицидов разработано устройство, которое в комплексе с компьютером устанавливается в кабине водителя агрегата и проводит дозировку, следуя фоточувствительной карте поля. Карту получают по фотографии поверхности поля ранней весной в инфракрасной области спектра [15].

Объем финансирования работ по борьбе с эрозией почв и проведению ирригации, осуществляемых Службой охраны почв в США, составил со времени ее создания (1935 г.) по 1985 г. 9 млрд дол. В 80-е годы на противоэрозионные мероприятия дополнительно было выделено 47 млн дол. Почво- и водоохраным научным исследованиям обеспечивается стабильное финансирование. По оценкам экспертов, на науку следует расходовать не менее 2 % общей стоимости сельскохозяйственной продукции. Создана хорошая основа для отражения результатов научных исследований (вопросы изучения почв, к примеру, обсуждаются в шести журналах). В бюджетных ассигнованиях департамента сельского хозяйства 80-х годов ежегодные расходы на агропропаганду превышали финансирование новых направлений научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок на 50—60 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Seitz W., Taylor C., Spitze R. et al. Economic Impact of soil erosion. — *Land Economics*, 1979, v. 55, N° 1, p. 28—42.
2. Gallaher R. N., Ferrer M. B. Effect of no-tillage vs conventional tillage on soil organic matter and nitrogen content. — *Communications in soil science plant analysis*, 1987, v. 18, N° 9, p. 1061—1076.
3. Soil erosion: dramatic in places, but not a serious threat to productivity. — *Agr. Outlook*, 1987, N° 129, p. 28—33.
4. Jacobson P. Terrace planning criteria for runoff control for deep loess soil. — *Transactions of the ASAE*, 1981, v. 24, N° 3, p. 699—704.
5. George G. Agricultural best management practices and quality demonstration and evaluation project. — *Oregon Agr. Stat. Special Report*, 1982, N° 646, p. 1—16.
6. English B. C., Heady E. O. An analysis of short- and long-term impacts of several soil-loss control measures. — *J. environ. qual.*, 1982, v. 11, N° 3, p. 333—340.
7. Elkins D. et al. Living mulch for no-till corn and soybeans. — *J. soil and water conserv.*, 1983, v. 38, N° 5, p. 431—433.
8. Grass K. Bodenbearbeitung im Winter. — *Deutsche Zuckerrüben Zeitung Worms*, 1984, v. 20, N° 6, p. 6.
9. Dolozal L. Strip-inter-cropping corn and soybean. — *Grops and soils magazine*, 1983, v. 36, N° 2, p. 18—20.
10. Schweiger P. Welche Düngungsstrategie in Wasserschutzgebieten? — *DLG-Mitteilungen*, 1988, H. 103, N° 2, s. 56—58.
11. Stierna J. H. The conservation reserve: how is it performing. — *Paper-Amer. soc. of agr. engineers*, 1987, p. 12.
12. Cropland water and conservation situation and outlook report. — *Econ. Res. Serv., Washington*, 1988, p. 47.
13. Jukes T. H. et al. Critique of 'Organic farming in the Corn Belt'. — *World Food, Population and Development*, 1985, p. 172—178.
14. Heatwole C. Conservation planning using expert systems and geographic information systems. — *ASAE. Paper N° 87—5011*, 1987, p. 1—8.
15. Schitt M. A., Walker W. G., Fairchild D. Computerized fertilizer application by soil type. — *Proceedings*, 1986, p. 1—5.