



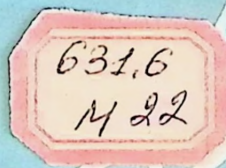
МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ НАУКИ И ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ ИНФОРМАЦИИ
И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИИ
АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Г.Г. МАМАЕВА

БОРЬБА С ЭРОЗИЕЙ ПОЧВ В США



631.6
1422

МОСКВА

УДК 631.6.02 (73)

Мамасва Г.Г. Борьба с эрозией почв в США: Обзорная информ. / ВНИИТЭИагропром. М., 1992. 32 с.

Аналитический обзор посвящен опыту США в решении важной проблемы — борьбы с водной и ветровой эрозией.

Приведены данные по размеру ущерба от эрозии и ассигнованиям на борьбу с ней, рассмотрены история государственной политики, начиная с 30-х годов, почвоохранное законодательство последних лет, программы по борьбе с эрозией. Описаны привилегии для фермеров, осуществляющих программы противоэрозионных мероприятий, и санкции за их несоблюдение.

Основное внимание уделено новым технологиям прогнозирования развития и размеров эрозии и моделирования длительного влияния эрозии на плодородие почвы в различных почвенно-климатических и агротехнических условиях.

Mamasva G.G. Soil erosion control in the USA: Review inform. / VNIITEIagroprom. M., 1992. 32 p.

The analytical review has been devoted to US experience in solving this important problem as wind and water soil erosion control.

The data on the scope of damage caused by erosion and investments for its control have been given, history of state policy, starting from 30th years, programs of measures implementing the observance have been

for prognostication
modelling of durable
conditions of climate, soils

Иагропром, 1992 г.

79742

M

031.6.02

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ НАУКИ И ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА

Всероссийский научно-исследовательский институт информации
и технико-экономических исследований
агропромышленного комплекса

Г. Г. МАМАЕВА

БОРЬБА С ЭРОЗИЕЙ ПОЧВ В США

Обзорная информация

Москва 1992

ВВЕДЕНИЕ

Эрозия почв в США с давних пор прѳнана серьезной угрозой почвенному плодородию. После катастрофических пыльных бурь на Великих Равнинах в 1934-35 гг. ущерб от эрозии был столь очевиден, что борьба с эрозией стала первоочередной национальной проблемой.

За период с 30-х по 80-е годы федеральное правительство истра-тило около 21 млрд дол. на программы по борьбе с эрозией, кроме того, около 22 млрд дол. составили расходы штатов, округов и фер-меров, часто с участием правительства [1].

Однако масштабы эрозии в стране все еще значительны. Так, по данным национальной инвентаризации 1987 г., ежегодные потери почв от водной и ветровой эрозии с пахотных угодий составляют около 3 млн т [21].

В значительной мере усиление эрозии связано с вовлечением в пашню новых земель. Площадь пашни за период с 1972 до 1981 г. увеличилась примерно на 24 млн га, причем эрозия на новых пахот-ных землях проявлялась особенно сильно, поскольку половина их была отведена под пропашные культуры, к тому же в пахотное использование вовлекалось много эрозийноопасных земель, напри-мер, из 4,4 млн га освоенных в 1979-1981 гг. новых пахотных земель 0,8-0,9 млн га — сильно эрозийноопасные земли. Почвозащитные мероприятия не применялись на 74% новых пахотных земель, тогда как для всей пашни этот показатель составлял 64% [29, 59].

сельскохозяйственная библиотека

№

349941

САО НАСХИД

В последние десятилетия обеспокоенность вызывает не столько потеря почвенного плодородия в результате эрозии, сколько гораздо больший ущерб, наносимый эрозией окружающей среде. Так, годовой ущерб от загрязнения окружающей среды в результате эрозии в США оценивали в 1980 г. от 3,2 до 13 млрд дол., а годовой общий ущерб от загрязнения окружающей среды и потери продуктивности почвы в результате эрозии, по данным ряда исследований, выполненных в 80-е годы, оценивают в национальном масштабе от 16 до 43,5 млрд дол. [61]. Поэтому борьба с эрозией на ближайшее десятилетие (1988-1997 гг.) в США по-прежнему остается первоочередной и неотложной задачей.

2. ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОЛИТИКА И ФЕДЕРАЛЬНЫЕ ОРГАНИЗАЦИИ В БОРЬБЕ С ЭРОЗИЕЙ ПОЧВ

Наиболее важным национальным законом, благодаря которому были образованы основные федеральные организации, занимающиеся проблемой борьбы с эрозией, был закон об охране почв 1935 г., в котором эрозия почв была названа угрозой благосостоянию нации. Ответственность за воплощение закона была возложена на Министерство сельского хозяйства, в ведение которого была передана существовавшая с 1933 г. Служба эрозии почв, которая была затем преобразована в Службу охраны почв [37].

Министерство сельского хозяйства с середины 30-х годов играет ведущую роль в борьбе с эрозией почв. В настоящее время прямо или косвенно вопросами охраны почв и водных ресурсов заняты восемь организаций Министерства сельского хозяйства США: Служба охраны почв (SCS), Служба стабилизации сельского хозяйства и охраны сельскохозяйственных ресурсов (ASCS), Служба сельскохозяйственных исследований (ARS), Администрации по делам фермеров (FHA), Кооперативная штатная служба научных исследований (CSRS), Служба лесного хозяйства (FS), Служба пропаганды с.-х. знаний и внедрения достижений (ES) и Служба экономических исследований (ERS).

Основные государственные организации, которые должны просвещать фермеров в вопросах борьбы с эрозией — Служба пропаганды сельскохозяйственных знаний и внедрения достижений и Служба охраны почв. Однако задачи Службы пропаганды сельскохозяйственных знаний и внедрения достижений столь разнообразны, что для решения вопросов охраны почв ее усилий недостаточно.

Служба охраны почв была специально создана для преодоления этих ограничений. Эта организация вносит огромный вклад в про-

свещение фермеров относительно борьбы с эрозией. Кроме того, Служба охраны почв оказывает фермерам техническую помощь, которая выражается в основном в консультациях по рациональному использованию земель, выбору противоэрозионных мероприятий и сооружений, осуществлению и размещению их на основе почвенной карты [57].

Наибольшие ассигнования на почво- и водоохранные мероприятия Министерство сельского хозяйства выделяет Службе охраны почв. Так, в 1984 г. доля Службы охраны почв в общих ассигнованиях на эти цели составляла 59% [5].

Ассигнования на борьбу с эрозией занимают главенствующее положение среди других статей расхода Министерства сельского хозяйства: так, в 1970 г. доля затрат на борьбу с эрозией составляла 30%, в 1984 г. — 42 [5], а в 1988 и 1989 гг. — соответственно 76 и 83% от общих ассигнований на охрану природных ресурсов (более 2,2 и 2,4 млрд дол.) [2].

2.1. Служба охраны почв

Ведущая роль в осуществлении государственной политики по борьбе с эрозией принадлежит Службе охраны почв (SCS), образованной еще в 1935 г. Она организует и контролирует выполнение программ и мероприятий по борьбе с эрозией на территории всей страны с помощью сети многочисленных (около 3 тыс.) районных отделений (conservation districts), которые являются местными органами управления и обычно входят в состав правительства штата или округа. Действия районных отделений Службы охраны почв исходят из предпосылки, что местные проблемы никто не знает лучше местных жителей. Следовательно, национальные программы по охране почв и водных ресурсов в значительной мере находятся под местным контролем.

В соответствии с законами штатов районные отделения SCS ответственны за проведение почвозащитных мероприятий на своей территории. Территориально районные отделения SCS обычно соответствуют административным границам округа, но некоторые из них включают только его часть, а некоторые — два или более округов.

Руководство районным отделением SCS избирается или назначается из местных землевладельцев, а специалист по охране почв и необходимый штат районного отделения назначается Службой охраны почв.

Основная деятельность специалистов SCS — непосредственная работа с фермерами и владельцами ранчо, оказание им технической

помощи в проектировании почвоводоохранных мероприятий, отвечающих как интересам фермеров, так и задачам предотвращения ущерба от эрозии окружающей среде.

Кроме того, Служба охраны почв информирует фермеров об альтернативных системах земледелия и новых противоэрозионных способах обработки почв, о влагосберегающих технологиях обработки почв и уменьшении ущерба от наводнений. Предоставляется техническая помощь в проектировании, строительстве плотин, террас и других гидротехнических сооружений и контроле за их состоянием, помощь в осуществлении залужения или облесения участков и в решении проблем, возникающих при землепользовании на пахотных землях, пастбищах, лесных угодьях, местообитаниях диких животных и других землях.

Среди других видов технической помощи, оказываемой SCS фермерам, — информация о том, какие сельскохозяйственные культуры наиболее подходят для возделывания на каждой почвенной разновидности, помощь в рекультивации нарушенных земель, контроле за источниками загрязнения воды, предоставление информации, сопровождающейся необходимой интерпретацией, официальным властям городов, округов, инженерам, проектировщикам, строителям и др. о потенциале и ограничивающих факторах при различном использовании почв.

Служба охраны почв также помогает в планировании и осуществлении программ по охране природных ресурсов в отдельных районах и разработке общесоборазовательных программ и проектов по охране природы [6].

Другой важной функцией Службы охраны почв, выполняемой совместно с другими организациями, являются систематические инвентаризации почв и водных ресурсов. Первое национальное обследование по оценке эрозии было проведено в 1934 г. после катастрофических пыльных бурь, охвативших Великие равнины. Однако первая обстоятельная национальная инвентаризация земель была проведена лишь в 1977 г. Ее необходимость была осознана в начале 70-х годов, когда, несмотря на расходы федерального правительства, проблема борьбы с эрозией продолжала оставаться актуальной. Как было отмечено в отчете Центрального финансово-контрольного управления США, без статистически достоверной информации о размерах эрозии в национальном масштабе невозможен анализ и оценка тенденций как в развитии эрозионных процессов, так и в разработке и внедрении противоэрозионных мероприятий [60].

2.2. Почвоводоохранное законодательство последних лет

В 1972 г. Конгресс США санкционировал проведение систематических национальных инвентаризаций почв и водных ресурсов, а в 1977 г. принятием закона об охране почв и водных ресурсов (RCA) — расширение их масштабов и учредил регулярное представление детальных отчетов Конгрессу, создав таким образом механизм оценки эффективности почвоводоохранной деятельности.

В соответствии с требованиями закона об охране почв и водных ресурсов была разработана первая Национальная программа по охране почв и водных ресурсов, которая должна определять деятельность Службы охраны почв. В качестве первоочередной задачи на период 1982-1987 гг. была названа борьба с эрозией [60]. На ближайшее десятилетие (1988-1997 гг.), борьба с эрозией и загрязнением поверхностных и грунтовых вод в новом варианте программы снова определена как неотложная задача [46].

Принятие закона об охране почв и водных ресурсов позволило значительно улучшить почвоводоохранную политику, которая приобрела национальный приоритет. Систематические национальные инвентаризации почв и водных ресурсов позволили получить статистически обоснованную информацию о размерах эрозии в масштабах страны, на основе которой формируется государственная почвоводоохранная политика и корректируются федеральные и региональные программы по борьбе с эрозией. Кроме того, в результате принятия закона были раздвинуты рамки почвоводоохранной деятельности, направленной ранее прежде всего на предотвращение ущерба от потери почвенного плодородия.

В 1985 г. Конгресс принял новый пакет почвоводоохранных положений в законе о гарантированном обеспечении продовольствием (Food Security Act), направленных в первую очередь на защиту сильноэродированных земель. С принятием этой почвоводоохранной статьи сфера деятельности Службы охраны почв еще более расширилась, так как на нее было возложено осуществление этих почвоводоохранных положений — выявление сильноэродированных земель и прогнозирование для каждого обрабатываемого участка к 1990 г. комплекса противоэрозионных мероприятий, чтобы потери почвы от эрозии не превышали допустимого уровня.

Понятие "допустимые потери почвы" появилось в стране в 30-е годы, когда перед специалистами по охране почв встал вопрос — разработать количественный стандарт для оценки эффективности противоэрозионных мероприятий.

Этот стандарт известен ныне как "уровень допустимых потерь почвы", или Т-критерий, и определяется как "максимальный уро-

вень эрозии почвы, позволяющий экономически обоснованно в течение неопределенного времени поддерживать высокую урожайность сельскохозяйственных культур" [28].

Законодательные акты и правительственные программы по борьбе с эрозией в США базируются на величинах допустимых потерь почвы от эрозии, от установления и соблюдения которых зависят как доходы фермеров и стоимость сельскохозяйственной продукции, так и потенциальное плодородие почвы и состояние окружающей среды.

Величины допустимых потерь почвы колеблются от 4,5 до 11,2 т/га в год в зависимости от мощности корнеобитаемого слоя почвы. Однако средние ежегодные потери почвы от эрозии с пахотных угодий, по данным последних национальных инвентаризаций 1982 и 1987 гг., все еще близки к максимально допустимому уровню (11,2 т/га); от водной эрозии — соответственно 10,5 и 9,2 т/га, от ветровой — 7,6 и 8,0 т/га [63].

3. ФЕДЕРАЛЬНЫЕ ПРОГРАММЫ БОРЬБЫ С ЭРОЗИЕЙ ПОЧВ

Борьба с эрозией почв в национальном масштабе ведется с помощью государственных программ. В настоящее время Министерство сельского хозяйства США осуществляет 27 различных программ, направленных на борьбу с эрозией и включающих самые разнообразные вопросы — от научных исследований и пропаганды сельскохозяйственных знаний до долевого участия в почвоводоохранных мероприятиях фермеров [40].

В большинстве случаев для достижения целей, поставленных в программах, используются методы просвещения и пропаганды, техническая помощь, доленое участие государства в противоэрозионных мероприятиях фермеров, привилегии в налогообложении за строительство противоэрозионных гидротехнических сооружений, лишение правительственных льгот и выплат в случае отсутствия плана противоэрозионных мероприятий, запреты на распашку эрозионноопасных земель или требование соответствующих противоэрозионных мероприятий на таких землях [57].

Участие фермеров во всех программах по борьбе с эрозией является добровольным, однако государство оказывает на фермера экономическое давление, стимулируя его участие в этих программах.

Но в то же время до принятия сельскохозяйственного закона 1985 г. не всегда удавалось направить федеральные ассигнования на защиту от эрозии именно тех почв, которые в этом наиболее нуждались, а также не было серьезных санкций, которые можно было бы

применить к землепользователю или землевладельцу, допустившему на своих землях сильную эрозию.

Тем не менее, эти программы не потеряли своего значения, так как через них фермеры получают техническую и финансовую помощь для осуществления противоэрозионных мероприятий.

3.1. Основные традиционные программы

к основным традиционным программам, реализация которых началась несколько десятилетий назад, относят программу технической помощи в охране природных ресурсов (Conservation Technical Assistance, 1935), программу охраны сельскохозяйственных угодий (Agricultural Conservation Program, 1936) и программу охраны почв Великих равнин (Great Plains Conservation Program, 1956). В 1983 г. расходы по этим программам составляли около 2/3 ассигнований Министерства сельского хозяйства на охрану природных ресурсов [5].

Программа технической помощи в охране природных ресурсов (СТА) была разработана во исполнение закона об охране почв, принятого в 1935 г.

Цель программы — борьба с эрозией почв и ее предупреждение. Программа осуществляется через Службу охраны почв и ее районные отделения. Основная форма помощи фермерам — техническая помощь в разработке и осуществлении долгосрочных почвозащитных мероприятий.

Программа охраны сельскохозяйственных угодий (АСР) принята в 1936 г. поправкой к закону об охране почв 1935 г. Законодательно утвержденные цели программы включали, кроме задач охраны почв и водных ресурсов, также повышение доходов фермеров за счет долевого участия государства в затратах на почвоводоохранные мероприятия и сохранение местообитаний диких животных.

В связи с разработкой Национальной программы охраны почв и водных ресурсов, появление которой вызвано принятием закона об охране почв и водных ресурсов 1977 г., в программу охраны сельскохозяйственных угодий внесен ряд новых направлений, среди которых, например, усиленная финансовая помощь из фондов программы, направляемая в районы с критическим состоянием природных ресурсов, которые определяются Национальной программой охраны природных ресурсов. В 1983-1984 гг. из фондов программы охраны сельскохозяйственных угодий на эти цели было выделено 10%. Кроме того, начиная с 1985 г., в ряде округов установлен на добровольных началах индивидуальный уровень долевого участия

фермеров в тех или иных почвоводоохранных мероприятиях в зависимости от снижения потерь почвы [5].

С целью повышения эффективности противоэрозионных мероприятий государство более не оказывает финансовую помощь фермерам через доленое участие в противоэрозионных мероприятиях на полях, где эрозия не превышает допустимый уровень [47].

Начиная с 1982 г., определенная часть фондов программы охраны сельскохозяйственных угодий используется для так называемых специальных проектов — демонстрации конкретных технических решений почвоводоохранных проблем на местах. В первых специальных проектах особое внимание было направлено на системы почвозащитной обработки, в последние годы они посвящены преимущественно созданию лесонасаждений на сильноэродированных пахотных угодьях. В 1984 г. из фондов программы было выделено 20 млн дол. для создания почвозащитного покрова из многолетних трав или древесных насаждений на сильноэродированных землях с долевым участием 90% [5]. Общее руководство программой охраны сельскохозяйственных угодий осуществляет Служба стабилизации сельского хозяйства и охраны сельскохозяйственных угодий (ASCS), которая финансирует противоэрозионные мероприятия с помощью долгосрочных и краткосрочных контрактов. Долевое участие государства составляет от 50 до 75% стоимости противоэрозионных мероприятий. Максимальные ежегодные выплаты фермеру составляют до 3,5 тыс. дол. при длительности контракта 3-5 лет. Местные комитеты, выбранные фермерами, дают рекомендации по распределению полученной финансовой помощи. Служба охраны почв обеспечивает техническую помощь в выборе противоэрозионных мероприятий [40].

Программа охраны почв Великих равнин (GPCR) была принята в 1956 г. поправкой к законам об охране почв 1935 г. и о регулировании сельского хозяйства 1938 г. Цель программы — обеспечить долгосрочную техническую помощь и доленое участие государства в мероприятиях против ветровой эрозии [5]. Программа осуществляется Службой охраны почв. Это единственная федеральная программа, в которой как техническую помощь, так и финансирование через доленое участие, осуществляет одна организация [40].

Чтобы государство приняло доленое участие в противоэрозионных мероприятиях, фермеры заключают со Службой охраны почв контракты на 3-10 лет. Если фермер не выполняет условия контракта, с него могут быть взысканы полученные им суммы. Максимальная сумма доленого участия государства по одному контракту — 35

тыс. дол., при этом выплаты по доленому участию не должны превышать 80% затрат на любое противоэрозионное мероприятие.

Большая часть фондов предназначена на создание растительного покрова [40]. В 1987 г. 90% фондов доленого участия в программе было израсходовано на охрану сильно- и среднеподверженных эрозии почв. По данным Министерства сельского хозяйства, на 13,3 млн га в целом предотвращена потеря от эрозии 111 млн т почвы, или ежегодно 6,5 т/га с пастбищ, 24,6 т/га — с неорошаемой пашни и 36,6 т/га с залуженной пашни [25].

По оценке Службы экономических исследований (1984 г.), экономический эффект, полученный при осуществлении этих трех программ, от предотвращения потерь плодородия почв в результате смыва составил в целом 99 млн дол. от предотвращения "внешнего" ущерба, наносимого окружающей среде за пределами ферм, — от 104 до 258 млн дол. (при предполагаемой наиболее вероятной оценке — 174 млн дол.) [5, 54].

3.2. Новые программы

Ущерб, наносимый эрозией окружающей среде, значительно превышает ущерб от потери почвенного плодородия. Однако фермеры не имеют стимулов, побуждающих их снижать "внешний" ущерб от эрозии за пределами их ферм, так как, например, водоемы, которым наносится ущерб в результате эрозии почв, не находятся в частной собственности, и возмещения убытков по каналам рынка собственности потребовать с фермера нельзя. Единственным способом воздействия на фермеров является проведение соответствующей сельскохозяйственной политики [14].

Поскольку предпринимаемые в национальных программах меры борьбы с эрозией недостаточно соответствовали заинтересованности фермеров в ее предотвращении, это явилось основной причиной вмешательства со стороны общества.

Благодаря совместным действиям коалиции общественных организаций по защите окружающей среды и специалистов по охране почв, Конгресс США в 1985 г. принял сельскохозяйственный закон (Закон о гарантированном обеспечении продовольствием, FSA), который явился новым этапом в почвоводоохранной политике государства. Этот закон включал почвоводоохранные положения, ранее не входившие в сельскохозяйственные программы, учреждаемые так называемыми сельскохозяйственными законами. Все ранее принятые сельскохозяйственные законы являлись по существу поправками к первому сельскохозяйственному закону 1933 г., учредившему сельскохозяйственную программу, направленную на поддержание

уровня цен, получаемых фермерами за сельскохозяйственную продукцию.

До принятия закона 1985 г. фермер мог не участвовать в федеральных программах по борьбе с эрозией, но получать финансовую поддержку по другим программам Министерства сельского хозяйства. Согласно почвоводоохранным положениям сельскохозяйственного закона 1985 г., фермер не получит финансовой поддержки ни по одной из программ Министерства сельского хозяйства (например, поддержание уровня цен и доходов, страхование урожая и др.), если он не будет иметь одобренных Службой охраны почв планов противоэрозионных мероприятий и осуществлять их на своих сильноэродированных землях [40].

Закон направлен также на предотвращение распашки сильноэродированных земель, не находящихся в сельскохозяйственном использовании, предотвращение осушения заболоченных угодий и вовлечения их в пашню и предусматривает изъятие из пашни 16-18 млн га сильноэродированных земель с целью создания на них постоянного почвозащитного покрова (залужение и облесение) [61]. Законом, однако, не предусмотрено обязательное осуществление почвоводоохранных мероприятий. Фермеры могут отказаться осуществлять противоэрозионные мероприятия или сохранять заболоченные угодья, но тогда они будут лишены финансовой помощи по другим программам Министерства сельского хозяйства [40].

Считают, что принятие Закона о гарантированном обеспечении продовольствием 1985 г. с его почвоводоохранной статьей является для США одним из наиболее важных решений в охране природных ресурсов.

Закон направлен преимущественно на охрану сильноэродированных земель, составляющих сравнительно небольшую часть пахотных угодий страны. Так, на трети пахотных угодий потери почвы от эрозии составляют более 11,2 т/га в год [35].

Особенно масштабной является предусмотренная законом 1985 г. программа охраны сильноэродированных земель (Conservation Reserve Program), направленная на временное выведение (10 лет) из сельскохозяйственного оборота в 1986-1990 гг. 16-18 млн га сильноэродированных земель с последующим их залужением или облесением. Эта программа превосходит все действующие национальные программы, направленные на борьбу с эрозией, по площадям, размерам снижения эрозии и федеральным ассигнованиям. Так, в 1988 г. расходы Министерства сельского хозяйства США на новую программу составили 1,2 млрд дол., или 70% от ассигнований на все остальные программы по защите почв от эрозии [2].

Задачи программы охраны сильноэродированных земель (CRP) многообразны: снижение водной и ветровой эрозии почв и вызываемого ею отложения наносов, сохранение долгосрочного потенциала производства сырья и продовольствия, улучшение качества воды и местообитаний диких животных, обеспечение необходимой экономической поддержки фермерам и др. [17].

Программой предусмотрены ежегодные компенсации фермерам за поддержание постоянного почвозащитного растительного покрова на изъятых из оборота землях (не более 50 тыс. дол. на человека), техническая помощь и долевое участие Министерства сельского хозяйства (до 50%) в работах по восстановлению и поддержанию растительного покрова на отчужденных землях [18, 26].

Общее количество отчужденных земель без специального разрешения не должно превышать 25% от площади пахотных угодий округа. Законом предусмотрено, чтобы 12,5% от отчуждаемых земель были облесены [40].

Соглашения об участии фермеров в программе CRP подписывались в несколько этапов, при этом на каждом из этапов происходили корректировки требований к отчуждаемым землям, необходимые для регулирования хода отчуждения в отдельных регионах.

Так, в 1986 г. сильноэродированными землями, отвечающими требованиям к отчуждению, считали пахотные угодья II-V классов производительной способности почв (по классификации Службы охраны почв) с прогнозируемыми потерями от эрозии, в 3 раза и более превосходящими допустимый уровень (Т), или относящиеся к VI-VIII классам производительной способности почв. Согласно данным инвентаризации национальных ресурсов 1982 г., 2,1 млн га земель соответствовали требованиям, предъявляемым к отчуждению их из сельскохозяйственного оборота.

В 1987 г. определение сильноэродированных земель было скорректировано и включало пахотные угодья II-V классов с прогнозируемыми потерями от эрозии, в 2 раза и более превышающими допустимый уровень, при опасности линейной эрозии. К сильноэродированным относили также почвы с индексом эродированности (EI) равным или более 8 (как для водной, так и ветровой эрозии). При таком определении сильноэродированных земель, на основе данных инвентаризации национальных ресурсов 1982 г., требованиям, предъявляемым к отчуждаемым землям, соответствовали 4,1 млн га [62].

В феврале 1988 г., на 6-м этапе подписания фермерами соглашения об участии в программе CRP, были предприняты меры по увеличению площади, отчуждаемой под лесонасаждения: снижены

требования к уровню прогнозируемых потерь почвы от эрозии на подлежащих отчуждению землях с трехкратного (и более) до двукратного (и более) по отношению к допустимому, а также уменьшена (до 1/3) доля сильноэродированных земель на площади, занимаемой лесом, что позволило довести долю земель, отчуждаемых под облесение, до 12%.

Чтобы поощрить участие в программе CRP фермеров Кукурузного пояса, где масштабы эрозии особенно велики, для них были увеличены ежегодные компенсации за участие в программе.

Для того, чтобы в результате осуществления программы CRP дополнительно улучшить качество воды, к числу одобренных почвоводоохранных мероприятий было добавлено создание вдоль берегов рек и водосмов водоохраных полос из травянистой растительности шириной 20-30 м, причем отчуждаемые под них земли могут быть неэрозионноопасными. По оценкам, только отчужденные под водоохраные полосы пахотные угодья вдоль рек могут увеличить отчужденную площадь на 1,2 млн га [2]. Кроме того, предложено увеличить общую площадь отчуждаемых по программе CRP земель с 16 до 18 млн га [15].

Предполагают, что по истечении срока контракта большая часть земель, отчужденных для залужения и облесения, останутся нераспаханными, попадая под положение закона 1985 г. о предотвращении распахивания сильноэродированных земель.

Принятием положения об охране заболоченных угодий Конгресс признал их бесценным природным ресурсом, роль которого в течение долгого времени недооценивалась. Как обоснование необходимости их охраны и недопущения распахивания подчеркивалась важная роль заболоченных угодий в сохранении местообитаний диких животных, борьбе с паводками, поддержании необходимого уровня качества воды, восполнении запаса грунтовых вод, сохранении условий рекреации. Положение об охране заболоченных угодий предусматривает лишение льгот фермеров, превративших их в пашню, во всех случаях, кроме тех, где будет установлено, что нанесенный ущерб минимален [26]. По оценкам, благодаря этому положению, будет предотвращено вовлечение в пашню примерно 2 млн га заболоченных угодий [46].

Законом 1985 г. впервые была установлена обязательность планов почвоводоохранных мероприятий на фермах и намечены твердые сроки их подготовки (31.12.89) и осуществления (31.12.94) [39].

Ранее помощь фермерам в разработке и осуществлении таких планов оказывалась на добровольных началах. Хотя почвоводоохранные планы, предусмотренные Законом о продовольствии 1985 г.,

направлены преимущественно на сильноэродированные земли, цель Службы охраны почв остается прежней — разработка в будущем таких планов для всех сельскохозяйственных угодий.

К концу 1989 г. были разработаны и одобрены Службой охраны почв планы противоэрозионных мероприятий для всей запланированной площади (около 55 млн га), при этом на трети этой площади мероприятия были осуществлены [11].

Если вначале на первом плане была борьба с эрозией, а затем экономические интересы фермеров, то в 1987 г., чтобы обеспечить широкое вовлечение фермеров в применение на практике почвоводоохранной статьи закона о продовольствии, не ущемляя их экономических интересов, Министерство сельского хозяйства приняло решение не требовать для одобрения почвоводоохранного плана, чтобы при его осуществлении потери почвы от эрозии были обязательно «свыше стандарта» — допустимого уровня потерь почвы (Т).

Была разработана концепция так называемых альтернативных почвозащитных систем, т.е. экономически выгодных для фермера систем почвозащитных мероприятий, которые существенно снижают эрозию почвы (до уровня, приемлемого для целей закона о продовольствии), хотя и не обязательно так же эффективно, как базовые почвозащитные системы [4, 39, 68].

Они дают возможность фермеру получать продукцию с сильноэродированных земель, существенно снизив на них эрозию.

Около 80% фермеров, производящих сельскохозяйственную продукцию на сильноэродированных землях, участвуют в настоящее время в программах Министерства сельского хозяйства и хотели бы сохранить право пользования льготами [42].

Альтернативные почвозащитные системы, обеспечивающие максимально возможное для конкретных условий снижение эрозии, дают фермерам более широкую возможность выбора комплекса различных почвозащитных мероприятий (почвозащитные севообороты, кулисные или полосные посевы, использование послепосевных остатков, почвозащитные обработки, соблюдение оптимальных сроков обработки почвы и посева культур и др.), не лишая их прав на пользование льготами федеральных программ [34, 42].

Альтернативные почвозащитные системы разрабатываются Службой охраны почв для каждого штата с учетом конкретных условий.

Сильноэродированные земли в США ежегодно теряют в результате эрозии 1,6 млрд т почвы, что составляет около 60% общих ежегодных потерь почвы с пашни. По расчетам, предусмотренные законом 1985 г. противоэрозионные мероприятия на этих землях позволяют

уменьшить ежегодные потери почвы с пахотных угодий примерно на 540 млн т, или на 20% [41, 42].

Создание почвозащитного покрова на 18 млн га сильноэродированных земель к 1991 г. в соответствии с программой CRP может уменьшить средние ежегодные потери почвы от эрозии на 720 млн т, а за 15-летний срок действия программы (1986-2000 гг.) суммарные предотвращенные потери почвы могут превысить 7 млрд т [2, 69].

Потери почвы от эрозии в настоящее время вызывают ежегодную потерю доходов американских фермеров около 600 млн дол. [55]. Прогнозирование с помощью модели EPIC показало, что в следующем столетии потенциал урожайности сельскохозяйственных культур будет постоянно снижаться на 2-4%, если эрозия сохранится на уровне 1982 г. [9]. Эти потери невосполнимы даже при ежегодных затратах федерального правительства на программы по борьбе с эрозией более 1 млрд дол. и аналогичных затратах фермеров [55].

Целью программы CRP является охрана наиболее подверженных эрозии земель, которые, как считают, при обработке более всего теряют свое плодородие. Выведение таких земель из с.-х. оборота сохранит их потенциальное плодородие для будущего.

По оценкам, экономическая эффективность программы CRP за период 1986-1999 гг. должна составить 0,8-2,4 млрд дол. за счет сохранения почвенного плодородия (наиболее вероятная оценка — 1,6 млрд дол.), или около 89 дол. на 1 га пашни. Наиболее выиграют от сохранения почвенного плодородия штаты Кукурузного пояса и Озерные штаты, имеющие наиболее плодородные почвы.

Однако наиболее значительна экономическая эффективность от предотвращения ущерба от эрозии окружающей среде, которую оценивают в 3,6 млрд дол. (1,9-5,3). Программа CRP является одной из первых федеральных программ, среди целей которой — улучшение качества воды за счет предотвращения смыва почв, в т.ч. химикатов, навоза, пестицидов. Первым шагом к достижению этой цели явилось дополнительное включение в программу водоохраных полос из травянистой растительности вдоль рек и водоемов за счет отчуждения этих земель [55, 69, 70].

В целом экономическую эффективность за счет сохранения природных ресурсов в результате осуществления программы CRP оценивают в 10 млрд дол. При оценке эффективности программы принято допущение, что если бы не была осуществлена CRP, другие сельскохозяйственные программы остались бы без изменений. Расчеты показали, что наибольшая экономическая эффективность будет достигнута за счет улучшения природных местообитаний диких животных (40%), при этом исходили из предполагаемого роста ко-

личества мелкой дичи на изъятых из сельскохозяйственного оборота залуженных участках, увеличения числа охотников и стоимости дня охоты.

Высокая экономическая эффективность программы CRP в улучшении качества поверхностных вод (37%) получена на основе учета затрат на очистку или предотвращение загрязнения поверхностных вод.

Экономическая эффективность от снижения ветровой эрозии в результате осуществления программы CRP оценивают в 0,5 млрд дол. (0,4-1,1 млрд). Наиболее выигрывают от этого южные районы Великих равнин, особенно Техас (50%), тогда как 90% этой суммы приходится на штаты Техас, Колорадо, Канзас, Нью-Мексико и Оклахома. Наибольшие снижения потерь почвы от выдувания наблюдаются в других регионах Запада США, но экономическая эффективность программы CRP в этих регионах низкая, так как плотность населения там невелика [70].

Оценки "внешнего" ущерба от ветровой эрозии гораздо более приближительны, чем от водной, и немногочисленны ввиду трудности определения.

Относительно невелика в сравнении с влиянием на окружающую среду экономическая эффективность программы CRP в отношении плодородия изъятых из сельскохозяйственного оборота сильноэродированных почв (расчеты на основе экономии затрат на удобрения, прогнозирование снижения урожайности) [55, 69, 70].

Считают, что осуществление почвоводоохранной статьи сельскохозяйственного закона 1985 г. позволит уменьшить потери почвы от эрозии на 45-50% [41], т.е. достигнуть более значительных результатов в борьбе с эрозией, чем за предшествующие 50 лет.

В новом сельскохозяйственном законе пакет почвоводоохранных положений увеличен за счет включения положения о предотвращении загрязнения грунтовых вод путем изъятия из сельскохозяйственного оборота опасных в этом отношении земель [22].

Все программы Министерства сельского хозяйства являются составными частями общей системы управления природными ресурсами. Их систематически совершенствуют и корректируют, чтобы обеспечить тесное взаимодействие и успешное решение первоочередных задач.

Так, в разработанной в 1988 г. Министерством сельского хозяйства Национальной программе по охране почв и водных ресурсов на период 1988-1997 гг. основными задачами на ближайшее десятилетие являются снижение ущерба от эрозии почв сельскохозяйственными угодьями и другим сельским землям и предотвращение

загрязнения поверхностных и грунтовых вод неточечными источниками загрязнения.

Программа также ставит задачу содействовать выполнению почвоводоохранных положений закона о гарантированном обеспечении продовольствием [46, 66].

В последние годы Информационный центр почвозащитных технологий (СТИС), организованный в 1983 г., принял на себя обязанность сбора и распространения информации по некоторым дополнительным проблемам в области земледелия и рационального использования почв и воды. К ним относятся вопросы регулирования уровня нитратов и пестицидов, управления качеством воды, влияния на окружающую среду новых почвоводоохранных программ, учрежденных законом 1985 г. [32].

4. ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВО И ПРОТИВОЭРОЗИОННЫЕ ПРОГРАММЫ В ШТАТАХ И ОКРУГАХ

Начиная с 70-х годов, многие штаты начали разрабатывать свои программы и законы, дополняющие федеральные и направленные на решение специфических местных проблем.

Регулирование борьбы с эрозией ведется как властями штатов, так и округов. В некоторых штатах (Южная Дакота, Айова) приняты определенные почвоводоохранные стандарты, соответствующие конкретному курсу почвоводоохранной политики этих штатов и власти штатов требуют их соблюдения от районных отделений Службы охраны почв.

Законодательство многих штатов дает право окружным и районным властям вводить свои программы по борьбе с эрозией. Однако в большинстве случаев эти регулирующие эрозию меры предпринимались, когда эрозия достигала очень больших размеров [10].

В последние годы, когда в стране широкомасштабно осуществляются противоэрозионные мероприятия на сильноэродированных землях в связи с сельскохозяйственным законом 1985 г., программы штатов и округов получают широкую поддержку фермеров, так как контроль за осуществлением противоэрозионных мероприятий все более сосредоточивается на местах.

Штат Миннесота осуществляет свою программу по изъятию из сельскохозяйственного оборота малопродуктивных земель под естественные местообитания животных (Reinwest in Minnesota, RIM) [64].

Эта программа, как и федеральная программа охраны сильноэродированных земель (CRP), направлена на предотвращение эрозии и улучшение качества воды [30, 38].

За период осуществления программы RIM (1986-1989 гг.) выведено из сельскохозяйственного оборота более 12 тыс. га малопродуктивных земель на длительный срок (20 лет) или навсегда.

Некоторые штаты осуществляют свои программы по снижению уровня потерь почвы от эрозии до допустимого к 2000 г. (Иллинойс, Индиана) [13, 16, 31].

В шт. Иллинойс применяется новый подход к охране эродированных почв: программы по борьбе с эрозией разрабатывают в целом для водораздела, где сосредоточены пахотные угодья нескольких фермеров [31, 43]. Это позволяет более успешно контролировать "внешний" ущерб от эрозии за пределами фермы.

Участие штатов и округов в разработке законов и программ по борьбе с эрозией позволяет более полно учитывать местные условия.

5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ В ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОЧВОВОДООХРАННОЙ ПОЛИТИКЕ

Эрозия почв — постепенный процесс, проявление которого характеризуется большой неоднородностью даже в пределах одного поля. Поэтому нерационально определять размеры эрозии в стране, регионе или на отдельном поле путем ее прямого учета на многочисленных участках. К тому же ввиду непостоянства погодного фактора для получения достоверных среднегодовых величин потерь почвы необходимы многолетние данные. Поэтому для оценки эрозии обычно используют методы прогнозирования.

Так, Служба охраны почв применяет методы прогнозирования эрозии при выборе противоэрозионных мероприятий в конкретной работе с фермерами, при систематических национальных инвентаризациях почв в оценке долгосрочного влияния эрозии на продуктивность почв в масштабах страны и оценке ущерба от эрозии.

5.1. Универсальное уравнение потерь почвы от эрозии (USLE)

В течение более 25 лет Служба охраны почв использует для прогнозирования потерь почвы от эрозии при возделывании сельскохозяйственных культур универсальное уравнение потерь почвы (Universal Soil Loss Equation, USLE), которое рассматривают как мировой стандарт и применяют с различными модификациями во многих странах. Республиканская научная

сельскохозяйственной биологии

№

34 9941

САО ВАСХНИЛ

Уравнение $E = RKLSCP$ включает самые важные параметры, определяющие эрозию (E , т/га в год) в результате дождевых осадков: эрозионные параметры дождя (R), рельефа (LS), почв (K), растительности (C), почвозащитных мероприятий (P) [44].

Подобное уравнение — SLEMSA (Soil Loss Estimator for Southern Africa) разработано для условий Южной Африки [24].

USLE — эмпирическое уравнение, базирующееся на выявлении статистически достоверных связей между параметрами, которые считают важными. Оно основано на большом объеме данных, полученных опытными станциями как путем изучения естественных процессов, так и в результате моделирования для различных почвенно-климатических условий США.

Уравнение отличается простотой, широкими возможностями применения, точностью. Для прогноза эрозии в конкретных условиях величина каждого параметра, входящего в уравнение, берется из специальных справочников (например, Agriculture Handbook 537, 1978). При выборе почвозащитных мероприятий величину эрозии (E) приравнивают к максимальным потерям почвы, которые считают допустимыми, и подбирают контролируемые переменные параметры (систему возделывания культур, способы обработки), чтобы уравновесить обе части уравнения.

5.2. Уравнение ветровой эрозии (WE)

Подобная методика использована для разработки уравнения ветровой эрозии: $WE = f(I, C, K, L, V)$, где WE — среднегодовые потери почвы от ветровой эрозии (т/га), I — параметр эродированности почв, определяющий возможные потери почвы от ветровой эрозии с единицы поверхности поля при стандартных условиях; C — энергия ветра, выраженная через климатический параметр, учитывающий в основном скорость ветра и влажность почвы; K — параметр шероховатости поверхности почвы; L — параметр длины поля в направлении господствующих ветров, V — параметр растительного покрова, учитывающий количество стоячих живых растений, стоячие и лежащие растительные остатки. Уравнение не позволяет учитывать взаимодействие между параметрами, поэтому потери почвы от эрозии не могут быть определены простым перемножением величин различных параметров, а только с использованием сложных номограмм или расчета по специально разработанным уравнениям [44].

Оба уравнения широко применяются Службой охраны почв как для оказания помощи фермерам в проектировании почвозащитных мероприятий, так и при национальных инвентаризациях почв и

водных ресурсов для установления интенсивности эрозионных процессов и их масштабов на территории страны.

Однако применение, например, универсального уравнения потерь почвы имеет ряд ограничений: при использовании его в новых ситуациях необходимо получать новые опытные данные. Кроме того, уравнение применимо в основном к пахотным угодьям, так как большая часть данных для его разработки получена на пашне.

Главный недостаток универсального уравнения в том, что оно слабо отражает механизм эрозии и не учитывает взаимодействия между параметрами.

5.3. Новые технологии прогноза эрозии

Необходимость разработки улучшенной технологии прогноза эрозии для замены универсального уравнения потерь почвы обсуждалась в США с момента принятия универсального уравнения потерь почвы в качестве официального метода. Служба сельскохозяйственных исследований (ARS) с 60-х годов проводила исследования, целью которых была разработка технологии прогноза эрозии, основанной на фундаментальных гидрологических и эрозионных процессах.

Быстрое распространение персональных компьютеров и компьютеризованных баз данных сделало возможным разработку динамических моделей прогноза эрозии, т.е. моделей процессов.

5.3.1. CREAMS

Одной из первых моделей процессов эрозии была разработанная в середине 70-х годов модель CREAMS (A field scale model for Chemicals, Runoff, and Erosion from Agricultural Management Systems), предназначенная для контроля качества воды. Среди блоков модели — гидрология, эрозия и транспорт химических веществ [24, 43].

Компьютерная версия этой модели CREAMS-2 широко используется в США для прогноза влияния противоэрозионных мероприятий и обработки, а также характера землепользования на содержание наносов и растворенных веществ в стоке [24, 58].

В основе модели — процессы движения водного потока в почвенном профиле и по поверхности почвы, кроме того, она включает процессы седиментационного переноса, круговорота питательных веществ, теплового потока в почве, роста сельскохозяйственных культур и разложения растительных остатков.

Модель позволяет имитировать разнообразные способы землепользования, системы орошения и обработки почв (все способы

обработки, орошение, внесение удобрений, пастьбу скота, применение пестицидов, дренаж, создание прифермских прудов).

В отличие от USLE, использование которого позволяет выбрать противоэрозионные мероприятия непосредственно в поле с помощью электронного калькулятора, вычисления при применении CREAMS требуют компьютера. При этом параметры, характеризующие эродруемость почв и потенциальную эрозию, получают по данным почвенных съемок. Другие данные берут из специальных справочников по применению CREAMS [24]. С помощью модели CREAMS можно прогнозировать годовые потери почвы и растворенных веществ в твердом и жидком стоке, однако для этого требуется гораздо больше исходных данных, чем для USLE, что ограничивает возможности использования CREAMS для анализа потерь почвы от эрозии в национальном масштабе [56].

5.3.2. WEPP и WEPS

В последнее время в США возникла потребность в более точном прогнозировании эрозии. Это необходимо как федеральным и местным властям для формирования политики в области охраны почв и водных ресурсов, так и индивидуальным заказчикам для проектирования почвозащитных мероприятий. Для контроля состояния окружающей среды необходимо прогнозирование не только эрозии, но также и перемещения наносов и их отложения как на подвергающихся эрозии участках, так и за их пределами, например, в каналах и водосмах.

Поэтому в 1985 г. Министерство сельского хозяйства США организовало инициативные группы, состоящие из специалистов Службы сельскохозяйственных исследований, Службы охраны почв и Службы лесного хозяйства, для разработки новых технологий прогноза водной и ветровой эрозии. Теоретические разработки выполняет Служба сельскохозяйственных исследований. Служба охраны почв обеспечивает эти исследования информацией о почвах и помогает в сборе обширных массивов данных, необходимых для разработки моделей.

Новые модели — "проект прогноза водной эрозии" (WEPP) и "система прогноза ветровой эрозии" (WEPS) являются моделями нового поколения, при разработке которых использованы новейшие достижения науки, базы данных и компьютеры [3, 7, 23, 27, 36, 37, 53, 67]. Они предназначены для замены универсального уравнения потерь почвы и уравнения ветровой эрозии.

Так, модель WEPP базируется на фундаментальных эрозионных и гидрологических процессах (теория инфильтрации, гидродинами-

ка склонового стока, процессы плоскостной и ручейковой эрозии). С помощью новой технологии прогноза водной эрозии будет возможно оценить не только опасность эрозии, вызываемой дождевыми осадками, но также и талыми водами, а кроме того, опасность ирригационной эрозии при поливе и дождевании [23, 37].

Технология прогноза водной эрозии WEPP разрабатывается для плоскостной и ручейковой эрозии, а также для так называемой "эфемерной овражной", результатом которой являются струйчатые размывы на пашне, заделываемые при очередной обработке почвы. Классические формы линейной эрозии с образованием глубоких оврагов технологией WEPP не рассматриваются. Технология также позволяет определить объем и характеристику наносов, выносимых за пределы поля [23].

Если прогноз эрозии с помощью универсального уравнения потерь почвы был разработан преимущественно для пахотных почв, то технологию WEPP можно применять для пахотных и пастбищных угодий, а также для лесных почв, нарушенных лесоразработками.

Обе модели можно будет применять для любого региона на территории США. В экспериментах с дождеванием, являющихся частью программы по разработке технологии WEPP, определяются параметры эродруемости для 83 почв США (36 пахотных, 19 пастбищных, 28 лесных) под влиянием плоскостной и ручейковой эрозии с использованием методов фотограмметрии, химических, физических и минералогических анализов [35, 67].

При выборе почв учитывали разнообразие их свойств, определяемых различными почвообразующими факторами.

Кроме того, Служба сельскохозяйственных исследований подготовила список, включающий 60 почв, для которых наиболее важно провести исследования по механизму эрозии, 45 наиболее важных пахотных почв, 10 почв с совместным проявлением водной и ветровой эрозии, а Служба охраны почв — список почв, на которых без противоэрозионных мероприятий будет развиваться сильная эрозия [3].

В отдельных районах проводятся также исследования, цель которых — выявить влияние на эрозию климата и характера землепользования.

В районах проявления ветровой эрозии осуществляются проверка адекватности новой модели прогноза ветровой эрозии: отбирают пробы наносов в пылеуловители, установленные в центрах опытных участков на различных высотах от поверхности. При этом автоматические метеостанции фиксируют скорость и направление ветра, температуру воздуха и почвы, относительную влажность, солнечную

радиацию и осадки. На других участках изучают, какие сочетания способов обработки и других факторов влияют на подверженность почв ветровой эрозии [7].

В технологии прогноза как водной, так и ветровой эрозии учитываются влияние на эрозию основных факторов — климата, почв, рельефа, характера землепользования.

Блоки моделей могут заменяться по мере развития улучшенной технологии. В составе компонентов модели WEPP — снегонакопление, инфильтрация, сток, температура почвы, эрозия, влажность почвы, рост сельскохозяйственных культур, растительные остатки, обработки и др. [23].

Модель WEPS включает блоки: генератор погоды, почва, гидрология, рост растений, разложение растительных остатков, обработки, эрозия.

С помощью генератора погоды в модели WEPS моделируют различные метеорологические условия, в соответствии с которыми прогнозируют эродируемость почвы с помощью других блоков (субмоделей). Блок "эрозия" обеспечивает расчет критических скоростей ветра, вызывающих перемещение почвенного материала, с учетом влияния рельефа, ветроломных барьеров, характера растительного покрова, шероховатости поверхности почвы, свойств почвы. Условия почвенной поверхности периодически корректируются в соответствии с выносом или отложением эродируемого материала [27].

Модели прогнозирования эрозии главным образом будут использоваться районными отделениями Службы охраны почв, в первую очередь, для проектирования почвозащитных мероприятий (WEPP с 1992 г., WEPS с 1993 г.) [7].

Для облегчения массового использования моделей разрабатываются компьютерные программы на персональных компьютерах. Большую часть входных данных для моделей можно будет получить из компьютеризированных баз данных по климату, почвам и системам обработки [35].

В 1991 г. обе модели предполагается использовать при очередной национальной инвентаризации почв и водных ресурсов для определения масштабов эрозии и седиментации на всех нефедеральных землях США. На основе полученной информации формируют региональную и национальную политику. Это пример ближайшего применения технологии на центральном уровне с использованием данных, собранных различными способами, включая как дистанционное зондирование и полевые обследования, так и информацию, полученную из существующих баз данных, например, Службы охраны почв [23].

5.3. Моделирование длительного влияния эрозии на продуктивность почв (EPIC, PI)

В последнее время в связи с осуществлением государственной почвоводоохранной политики в соответствии с законом по охране почв и водных ресурсов (RCA, 1977) в США возникла настоятельная потребность долгосрочного прогнозирования влияния эрозии на продуктивность почв.

Одной из неотложных задач, возникших при разработке первой программы охраны и улучшения природных ресурсов, санкционированных RCA, явилась разработка математической модели для оценки влияния эрозии на продуктивность почвы.

Специально для анализа данных национальной инвентаризации почв в отчете 1985 г. был разработан комплекс независимых, но взаимосвязанных моделей и информационных систем, с помощью которых было намечено дать оценку влияния альтернативных и почвоводоохранных систем земледелия на продуктивность почв в ближайшее столетие, оценить изменения стоимости продукции анализируемых систем, оценить экологическую эффективность борьбы с эрозией [49]. Основой этой системы является модель EPIC (Erosion-Productivity Impact Calculator), разработка которой завершена в 1982 г.

Модель включает физические компоненты для моделирования эрозии, роста растений и связанных с этим процессов и экономические компоненты для оценки ущерба от эрозии, выявления наиболее оптимальных почвозащитных стратегий и др. [19].

Изменения продуктивности почв, даже вследствие сильной эрозии, столь постепенны, что практически их невозможно измерить за один год. Поэтому модель EPIC предназначена для оценки влияния потерь почвы от эрозии в течение продолжительного срока, обеспечивая адекватную выборку погодных условий и статистически достоверную оценку влияния среднегодовых величин эрозии на продуктивность почвы.

Модель позволяет прогнозировать эрозию и урожайность сельскохозяйственных культур, давать обоснование решениям по регулированию агротехнических и противозерозионных приемов в соответствии с изменением продуктивности почв.

Общая модель EPIC состоит из частных моделей (субмоделей), позволяющих вести расчеты по компонентам (блокам), в состав которых входят погода, гидрология, водная и ветровая эрозия, круговорот питательных веществ, рост и развитие растений, свойства почвы, обработка почвы, среда обитания растений [49, 51].

В блоке "погода" с помощью генератора погоды моделируют осадки, температуру воздуха, солнечную радиацию, ветер.

С помощью блока "гидрология" моделируют объем и максимальный расход поверхностного стока по данным о суточных осадках, снеготаянии и (или) орошении.

Для оценки водной эрозии используют модифицированную форму универсального уравнения потерь почвы (USLE), отличающуюся способом расчета эрозионного параметра дождевых осадков (R).

Для оценки ветровой эрозии используют модифицированную форму уравнения ветровой эрозии.

Блок роста растений моделирует поглощение энергии, ее преобразование в биомассу, потребление воды и питательных веществ. Параметры доступны для большинства сельскохозяйственных культур, а при необходимости могут быть добавлены дополнительные параметры.

Почвенный блок имитирует изменения свойств почвы под влиянием эрозии.

Блок обработки почвы моделирует смешивание питательных веществ и растительных остатков, изменения объемной плотности, высоты гребней, ширины междурядий после каждой обработки, соотношение стоячей и лежащей стерни, оседание почвы и выравнивание поверхности почвы в периоды между обработками.

Блок контроля среды местообитания моделирует дренаж, орошение, внесение удобрений, известки, пестицидов [49, 51].

Для обработки и анализа данных, получаемых с использованием EPIC, разработана вторая модель — EPIS (Erosion-Productivity Index Simulator), которая обеспечивает связь между EPIC и информационной системой, созданной в соответствии с RCA и являющейся общей базой для моделирования и достижения согласованности анализов [1, 51].

С помощью модели EPIS выходные данные, полученные с использованием EPIC, переводят в автоматизированные запоминающие системы, организуют завершенную национальную базу данных, оценивают относительную продуктивность почв в зависимости от групп земельных ресурсов, систем обработки почвы и вида культур, прогнозируют влияние различных систем земледелия и противоэрозионных мероприятий на продуктивность почвы и потребность в удобрениях в будущем, хранят эту информацию для последующих оценок ресурсов в соответствии с RCA и для анализа других программ и решений [50].

В соответствии с требованиями RCA специалистами Службы экономических исследований на основе моделирования дан прогноз

снижения продуктивности почвы и увеличения потребности в удобрениях к 2080 г.

По прогнозу на ближайшее столетие, эрозия в США не окажет существенного влияния на снижение продуктивности почвы. Так, по оценкам, полученным с помощью модели EPIC, при допущении, что в течение 100 лет эрозия, системы полеводства, земледелия и почвозащитные обработки сохраняются на уровне 1982 г., ежегодные потери почвы от эрозии превысят допустимый уровень (11,2 т/га) примерно на 78 млн га пашни (на 52 и 26 млн га от водной и ветровой эрозии соответственно). Вследствие этих потерь продуктивность пашни через 100 лет снизится на 2,3%, что примерно эквивалентно изъятию из сельскохозяйственного оборота 3,6 млн га [49].

Урожайность кукурузы, сои и хлопчатника, культур, при возделывании которых почва наиболее подвержена эрозии, снизится в среднем только на 4,6, 3,5 и 4,5% соответственно, а средняя урожайность пшеницы уменьшится на 1,6% [9].

Потребность в азотных и фосфорных удобрениях и известки на 1 га пашни для возмещения потерь питательных веществ вследствие эрозии и поддержания необходимого уровня pH в конце этого периода увеличится не намного: на 1,5, 4,4 и 7,4% соответственно [65].

Национальный ущерб от потери продуктивности почв в результате эрозии в течение 100 лет составит, по уровню существующих цен, около 22 млрд дол. [49].

Близкие оценки снижения продуктивности почв от многолетнего влияния эрозии получены также с использованием других моделей.

Так, в университете шт. Миннесота разработана модель PI (Productivity Index), в которой влияние эрозии оценивается по изменению среды местообитания корней в верхней метровой толще. Модель PI основана на параметрах полезной полевой влагоемкости, плотности и pH [1, 48].

Прогнозирование влияния эрозии на урожайность кукурузы с помощью модели PI показало, что в Кукурузном поясе при сохранении эрозии на уровне 1977 г. к концу 50-летнего периода урожай снизится на 2%, через 100 лет — на 4% [65], в то время как перспективная оценка снижения продуктивности почв в этом регионе к 2030 г., полученная с использованием модели EPIC, — 4,2% [9].

Несмотря на то, что по прогнозу общие потери продуктивности почв от эрозии в расчете на площадь всей пашни относительно невелики, считают, что игнорировать их нельзя, потому что сильной эрозии подвержена относительно небольшая часть пахотных угодий. Так, среднегодовые потери почвы превышают допустимый уровень (11,2 т/га) на 44% пахотных угодий, при этом на 14% пахотных

угодий эрозия втрое превышает допустимый уровень [21]. Основное снижение урожайности сельскохозяйственных культур от эрозии ожидается в перспективе на таких землях, в то время как примерно на 2/3 пахотных угодий США при сохранении противоэрозионных мероприятий на уровне 1982 г. снижения урожайности культур, по-видимому, не произойдет [79].

Так, моделирование с помощью EPIC и PI показало, что в Кукурузном поясе возможно снижение урожаев в результате эрозии за период 50 лет на землях II класса производительной способности (пригодных для возделывания при обычных приемах, снижающих эрозию) на 2,7 и 2% соответственно, а на землях IV класса, где необходимы интенсивные противоэрозионные мероприятия при возделывании сельскохозяйственных культур, — на 6,6 и 4,4% соответственно [65].

Более поздние исследования специалистов Службы охраны почв и Техасской сельскохозяйственной опытной станции показали, что хотя влияние эрозии на урожайность сельскохозяйственных культур может быть в течение длительного периода незначительным, сильная эрозия может очень сильно сократить срок жизни почвы (период до существенного уменьшения мощности верхнего слоя почвы, когда более невозможна его обработка) [8].

Модель EPIC, созданная с целью определения воздействия эрозии на продуктивность почв, кроме того, может быть применена для решения многих других проблем. Как инструмент регулирования сельскохозяйственного производства EPIC может быть применена в масштабах страны и региона для оценки уровня допустимых потерь почвы, влияния засухи на урожайность культур, оценки потенциального вымывания азота из профиля различных почв по климатическим регионам США. На уровне отдельных фермерских хозяйств модель позволяет регулировать применение дренажа, орошения, общий сток с водосбора, борьбу с эрозией, использование удобрений и извести, контроль внесения пестицидов, севообороты, даты посева, обработку почв и растительные остатки, формирование нанорельефа (прерывистое бороздование) [20].

Со времени выполнения в соответствии с RCA анализа модель EPIC была пересмотрена с целью упрощения пользования ею и улучшения некоторых ее компонентов.

Во многих исследованиях показано, что с помощью модели EPIC можно с большой точностью моделировать урожайность сельскохозяйственных культур [33, 52].

Успешное использование модели EPIC для различных сельскохозяйственных культур, климатических условий и систем земледелия

расширяет возможности ее применения и увеличивает потребность в EPIC, поэтому прилагаются усилия для упрощения пользования моделью. Разработаны интерфейсы для работы в диалоговом режиме с пользователем и приспособления с графическим представлением выходных данных. Пользователи обеспечиваются базами данных, включающих почвы, генерируемые погодные условия, обработки и параметры сельскохозяйственных культур. В распоряжении пользователей имеются инструкции для микрокомпьютеров. В 1988-1989 гг. были обучены более 250 пользователей этой модели [33].

5.5. Перспективы компьютеризации почвоводоохранной деятельности Службы охраны почв

Районные отделения Службы охраны почв к началу нового тысячелетия будут располагать широкими возможностями, чтобы удовлетворить нужды своих клиентов.

К 2001 г. каждое отделение Службы охраны почв будет снабжено оборудованием, сочетающим методы видео- и компьютерной техники в рамках единой автоматизированной системы. Будет создана сеть центров портативных компьютеров Службы охраны почв, что позволит осуществить автоматизированное проектирование почвоводоохранных мероприятий.

Автоматизированная система управления и планирования (CAMPSS), которая содержит блок проектирования почвоводоохранных мероприятий и связана с географической информационной системой (GIS); позволит осуществлять проектирование почвоводоохранных мероприятий с использованием системного подхода, искусственного интеллекта и сложного моделирования. Введенные в компьютер аналитические модели, такие как CREAMS, WEPP, EGEM (модель прогноза строчечатый размывов) и др., рассчитывают влияние различных почвоводоохранных мероприятий на эрозию, качество воды, урожай, доходы. Варианты решений будут представлены в трехмерном цветном изображении на дисплее компьютера. Для каждого альтернативного варианта можно будет оценить затраты, выгоду и степень риска. Одно из основных преимуществ автоматизированного почвоводоохранного проектирования — быстрое реагирование на изменения почвоводоохранной политики и технических стандартов.

Считают, что к началу будущего тысячелетия Служба охраны почв совместно с другими организациями (профессиональными, техническими и занимающимися охраной природы) разработают технические стандарты и порядок операций для инженерных систем [12].

6. ВЫВОДЫ

В США осуществляется единая общегосударственная политика по борьбе с эрозией почв. Борьба с эрозией рассматривается как национальная проблема. Ведущая роль в борьбе с эрозией принадлежит Министерству сельского хозяйства, которое располагает рядом специальных организаций.

Ассигнования на борьбу с эрозией занимают главенствующее положение среди других статей расхода на охрану природных ресурсов и направляются в федеральные программы по борьбе с эрозией. Министерство координирует эти программы, включающие широкий комплекс мер — от научных исследований до долевого участия государства в финансировании почвоводоохранных мероприятий фермеров.

Все национальные программы являются составными частями решения общей проблемы охраны природных ресурсов. Они систематически совершенствуются и корректируются, чтобы обеспечить тесное взаимодействие и успешное решение первоочередных задач.

Государство стимулирует участие фермеров в программах по борьбе с эрозией, оказывая на них экономическое давление.

Почвоводоохранные законы, принятые в последние годы, эффективно совмещают в себе как интересы сельского хозяйства, так и охраны окружающей среды и направлены, в первую очередь, на охрану сильноэродируемых земель. Широкомасштабное изъятие из сельскохозяйственного оборота сильноэродируемых земель с последующим их залужением и облесением, а также узаконенное внедрение на таких землях противоэрозионных мероприятий позволило предотвратить к 1991 г. около 700 млн т ежегодных потерь почвы от эрозии.

Начиная с 70-х годов в основу разработки государственной почвоводоохранной политики и национальных программ по борьбе с эрозией положена статистически достоверная информация о состоянии почв сельскохозяйственных угодий и размерах эрозии, получаемая в результате систематических национальных инвентаризаций природных ресурсов.

Развитие компьютерной техники за последнее десятилетие сделало возможным быстро и точно моделировать эрозионные процессы и их влияние на производство с.-х. продукции.

Методы прогнозирования, широко используемые для оценки эрозии и ущерба от нее, позволяют эффективно доводить до практического использования новейшие научные разработки и технологии.

Создана единая национальная база данных и информационная система для оценки природных ресурсов.

Служба охраны почв США применяет методы прогнозирования в конкретной работе с фермерами при оказании им помощи в выборе противоэрозионных мероприятий, прогнозировании влияния длительной эрозии на продуктивность почв в национальном масштабе.

На основе полученной информации формируют национальную и региональную политику в борьбе с эрозией почв.

7. ЛИТЕРАТУРА

1. Agriculture and the environment // National Center for Food and Agricultural Policy. Annual policy review. 1986. 298 p.
2. Agricultural resources. Cropland, water and conservation situation and outlook report. AR-12/USDA. EPS. Washington. 1988. 47 p.
3. Alberts E.E., Holzhey C.S., West L.T., Nordin J.O. Soil selection: USDA — Water Erosion Prediction Project (WEPP) // ASAE paper № 87-2542. 1987. 25 p.
4. Alternatives... // Soil and Water Conservation News. 1988. June. P. 3-13.
5. An economic analysis of USDA erosion control programs: a new perspective // Agricultural economic report № 560 / ERS. USDA. Washington. 1986. 68 p.
6. Assistance available from the soil conservation service/USDA. SCS. Program Aid № 1352. Rev. 1988. 31 p.
7. Barker P. Collecting data for WERM // Soil and Water Conservation News. 1989. Vol. 10. № 5. P. 5.
8. Benson V.W., O.W. Rice, P.T. Dyke et al. Conservation impacts on crop productivity for the life of a soil // Journal of Soil and Water Conservation. 1989. Vol. 44. № 6. P. 600-604.
9. Colacicco D., Osborn T., Ali K. Economic damage from soil erosion // Journal of Soil and Water Conservation. 1989. Vol. 44. № 1. P. 35-39.
10. Committee of the Wisconsin Chapter, SWCS. State regulation of soil erosion // Journal of Soil and Water Conservation. 1989. Vol. 44. № 3. P. 209-211.
11. 1989 Conservation highlights // Soil and Water Conservation News. 1990. Vol. 10. № 12. P. 7-14.
12. Conservation toolkit for the next century // Soil and Water Conservation News. 1989. Vol. 10. № 6. P. 5b.
13. Cooper D.T., Bollman R.V. Reaching for soil conservation ultimate goals in Indiana // Journal of Soil and Water Conservation. 1989. Vol. 44. № 5. P. 392-394.
14. Crosson P. US agriculture and the environment // Food Policy. 1983. Vol. 8. № 2. P. 99-110.
15. Crutchfield S.R. Federal farm policy and water quality // Journal of Soil and Water Conservation. 1989. Vol. 44. № 5. P. 376-378.
16. Darden R.A. What should government be doing? // Conservation tillage strategies for the future. 1984. P. 62-63.
17. Dicks M. More benefits with fewer acres please // Journal of Soil and Water Conservation. 1987. Vol. 42. № 2. P. 170-173.
18. Dicks M.R., Liacuna F., Linsenbiger M. The Conservation Reserve Program: implementation and accomplishments, 1986-1987 // USDA, ERS Statistical Bull. № 268. 1988. 11 p.

12. EPIC — Erosion Productivity Impact Calculator // USDA Tech. Bull. № 1768. 1 Model documentation. 1990. 235 p.
20. EPIC — Erosion Productivity Impact Calculator // USDA Tech. Bull. № 1768. 2. User Manual. 1990. 127 p.
21. 1989 Fact Book of Agriculture. 1063 (rev.). P. 79-101.
22. Farm bill debate reaches final stages // Journal of Soil and Water Conservation. 1990. Vol. 45. № 3. P. 386-387.
23. Foster G.R., Lane L.J., Schertz D.L. et al. User requirements: USDA — Water Erosion Prediction Project (WEPP) // ASAE paper № 87-2539. 1987. 6 p.
24. Foster G.R. Modeling soil erosion and sediment yields // Soil erosion research methods. 1988. P. 97-117.
25. Great Plains program meets objectives // Journal of Soil and Water Conservation. 1987. Vol. 42. № 3. P. 174-175.
26. Guither H.D. Developing policy for a resource conserving agriculture: The Food Security Act of 1985 in perspective // American Journal of Alternative Agriculture. 1986. Vol. 1. № 1. P. 39-42.
27. Hagen L.J. Wind erosion prediction system: an overview // ASAE paper № 88-2554. 1988. 14 p.
28. Hall G.F., Logan T.J., Young K.K. Criteria for determining tolerable erosion rates // Soil erosion and crop productivity. 1985. P. 481-503.
29. Heimlich R.E. Soil erosion on new cropland: a sobusting perspective // Journal of Soil and Water Conservation. 1985. Vol. 40. № 4. P. 322-326.
30. Heywood P., Cooper T. Enrollment in Minnesota's RIM reserve program // Journal of Soil and Water Conservation. 1989. Vol. 44. № 1. P. 60-64.
31. Holtsclaw L. Conservation planning by hydrologic units // Journal of Soil and Water Conservation. 1988. Vol. 43. № 1. P. 47-48.
32. Johansen J.M. Conservation title impacts on agribusiness // Journal of Soil and Water Conservation. 1988. Vol. 43. № 1. P. 72-73.
33. Jones C.A., Williams J.R., Kintz J.R. Simulation models of maize growth and development // Maize-90. Maize Breeding, Production and Marketing in Mediterranean countries. 1990. P. 309-322.
34. Joubert B. Local guidelines in New Mexico // Soil and Water Conservation News. 1988. June. P. 12013.
35. Kemper W.D. Farmers look to science for anti-erosion plan // Agricultural Research. 1988. Vol. 36. № 4. P. 7-11.
36. Laffen J.M., Thomas A.W., Welch R. Cropland experiments for the WEPP projekt // ASAE paper № 87-2544. 1987. 13 p.
37. Lane L.J., Foster G.R., Nicks A.D. Use of fundamental erosion mechanics in erosion prediction // ASAE paper № 87-2540. 1987. 10 p.
38. Larson G. Linking state and federal policy: the RIM initiative // Making soil and water conservation work: scientific and policy perspectives. 1987. P. 121-135.
39. Lewis S/L/ The changing nature of conservation planning // Journal of Soil and Water Conservation. 1988. Vol. 43. № 1. P. 40-43.
40. Malone L.A. The renewed concern over soil erosion: the current federal programs and proposals // Journal of Agricultural Taxation and Law. 1989. Vol. 10. № 4. P. 310-354.
41. Margheim G.A. The Food Security Act of 1985 // ASAE paper. № 87-2564. 1987. 16 p.
42. Merkel D. Deadlines firm, plans flexible // Soil and Water Conservation News, 1988. June. P. 5.

43. Moffitt D. Illinois takes new approach to resource planning // Soil and Water Conservation News. 1986. Vol. 7. № 8. P. 6-8.
44. Morgan R.P.C. Soil erosion and conservation. 1986. 298 p.
45. Myers P. Conservation at the crossroads // Journal of Soil and Water Conservation. 1988. Vol. 43. № 1. P. 10-13.
46. National conservation program released // Journal of Soil and Water Conservation. 1989. Vol. 44. № 2. P. 138.
47. Park W.M., Monteith S.E. Cost-effectiveness of the variable cost share option in the Agricultural Conservation Program // Journal of Soil and Water conservation. 1989. Vol. 44. № 2. P. 173-176.
48. Pierce F.J. Modeling soil productivity changes due to erosion // Trans. 13 Cong. Intern. Soc. Soil Sci. Hamburg, 1986. Vol. 5. P. 258-265.
49. Putman J.W., Dyke P.T. The erosion-productivity impact calculator as formulated for the Resource conservation Act appraisal // USDA ERS Staff Report. AGES 861204. 1987. 34 p.
50. Putman J.W., Dyke P.T., Wistrand G.L., Alt K.F. The erosion-productivity index simulator model // USDA ERS Staff Report. EGES 870602. 1987. 16 p.
51. Putman J., Williams J., Sawyer D. Using the erosion-productivity impact calculator (EPIC) model to estimate the impact of soil erosion for the 1985 RCA appraisal // Journal of Soil and Water Conservation. 1988. Vol. 43. № 4. P. 321-326.
52. Quinones H., Gabelguenne M. Use of EPIC to study cropping systems. II — Improved simulation of the water use, growth and harvest index in corn // Agricultura Mediterra. 1990. Vol. 120. № 3. P. 241-248.
53. Rawls W.J., Lane L.J., Nicks A.D. Hydrology components of WEPP // ASAE paper № 87-2571. 1987. 8 p.
54. Ribaud M.O., Colacicco D., Barbarica A., Young C.E. The economic efficiency of voluntary soil conservation programs // Journal of Soil and Water Conservation. 1989. Vol. 44. № 1. P. 40-43.
55. Ribaud M.O., Piper S., Schaible G.D. et al. CRP. What economic benefits? // Journal of Soil and Water Conservation. 1989. Vol. 44. № 5. P. 421-424.
56. Ribaud M.O., Young C.E. Estimating the water quality benefits from soil erosion control // Water Resource Bulletin. 1989. Vol. 25. № 1. P. 71-78.
57. Robinson K.L. Farm and food policies and their consequences // The evolution of farm and food policies in the United States. 1989. P. 10-47.
58. Rudra R.P., Dickinson W.T., Wall G.J. Evaluation of Land use effects on surface soil hydraulic properties using CREAMS // Transactions of the ASAE. 1989. Vol. 32. № 4. P. 1295-1302.
59. Soil erosion and soil conservation policy in the United States // A report prepared by an American Agricultural Economics Association Task Force. № 2. 1986. 65 p.
60. Steiner F. The evolution of federal agricultural land use policy in the United States // Journal of Rural Studies. 1988. Vol. 4. № 4. P. 349-363.
61. Steiner F. The Food Security Act of 1985. Land use planning implications for the United States // Land use policy. 1989. Vol. 6. № 2. P. 132-140.
62. Silerna J.H. The conservation reserve: how is it performing? // ASAE paper № 87-2565. St. Joseph. Michigan, 1987. 11 p.
63. Summary Report 1987 National Resources Inventory // SCS Statistical Bull. № 790. 1989. 37 p.
64. Taff S.J. Minnesota's RIM reserve. How does it stack up against CRP? // Journal of Soil and Water Conservation. 1988. Vol. 43. № 1. P. 82-84.

65. U.S. riculture in a global setting. An agenda for the future // National Center for Food and Agricultural Policy. Annual policy review. 1987/1988. 234 p.

66. USDA releases updated national program // Journal of Soil and Water Conservation. 1988. Vol. 43. № 4. P. 243.

67. West L.T., Alberts E.E., Holzhey C.S., Dunnigan L.P. Soil measurements: USDA-Water Erosion Prediction Project (WEPP) // ASAE paper № 87-2543. 1987. 10 p.

68. What are alternative conservation systems? // Soil and Water Conservation News. 1988. June. P. 3-4.

69. Young C.E., Osborn C.T. Costs and benefits of the Conservation Reserve Program // Journal of Soil and Water Conservation. 1990. Vol. 45. № 3. P. 370-373.

70. Young C.E., Osborn C.T. The Conservation Reserve Program. An Economic Assessment // USDA, ERS. Agricultural Economic Report. № 626. 1990. 32 p.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	1
2. Государственная политика и федеральные организации в борьбе с эрозией почв	2
2.1. Служба охраны почв	3
2.2. Почвоводоохранное законодательство последних лет	5
3. Федеральные программы борьбы с эрозией почв	6
3.1. Основные традиционные программы	7
3.2. Новые программы	9
4. Законодательство и противоэрозионные программы в штатах и округах	16
5. Использование моделирования в государственной почво-водоохранной политике	17
5.1. Универсальное уравнение потерь почвы от эрозии (USLE)	17
5.2. Уравнение ветровой эрозии (WE)	18
5.3. Новые технологии прогноза эрозии	19
5.3.1. CREAMS	19
5.3.2. WEPP и WEPS	20
5.3. Моделирование длительного влияния эрозии на продуктивность почв (EPIC, PI)	23
5.5. Перспективы компьютеризации почвоводоохранной деятельности Службы охраны почв	27
6. Выводы	28
7. Литература	29

3р.
Изд. № 14
Шифр 92—14

инв 2023

Редакционная коллегия:

Главный редактор — академик ВАСХНИЛ В.И. НАЗАРЕНКО

Заступители главного редактора:

канд. техн. наук А.Ф. КОНОНЕНКО, канд. биол. наук Ю.Е. РАЗМАХНИН

Члены редколлегии:

канд. биол. наук А.С. ЕГУРАЗДОВА, А.В. ЗЕЛЯТРОВ,

канд. с.-х. наук Н.А. МЕДВЕДЕВА,

канд. экон. наук А.Г. ПАПЦОВ,

канд. с.-х. наук Ф.Б. ПРИЖУКОВ, канд. биол. наук А.С. ТЕРЕНТЬЕВА

Обзорная информация:

Серия "Земледелие, агрохимия, сельскохозяйственная мелиорация"

Галина Геннадиевна Мамасва

БОРЬБА С ЭРОЗИЕЙ ПОЧВ В США

Редактор Е.Е. Заварзина

Технический редактор Г.А. Игнатова

Сдано в набор 12.02.92

Подп. в печ. 29.03.92

Формат 60×90¹/₁₆

Бумага типографская

Печать офсетная

Усл.печ.л. 2,0

Усл.кр.-отт. 2,38

Уч.-изд.л. 2,20

Тираж 600

Заказ 49

Адрес редакции:

107139 Москва, Орликов пер., д.3, корп. "А", ВНИИТЭИагропром

Тел. 204-49-13

Типография ВНИИТЭИагропрома 129343, Москва, проезд Нансена, 4 "Б"