

УДК 332.3.632

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ В АГРОМЕЛИОРАТИВНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

© 2016 г. С. Е. Щитов*, А. С. Чешев**

*Всероссийский научно-исследовательский институт экономики и нормативов,
г. Ростов-на-Дону

**Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону

Природные ресурсы в значительной степени изменяются и теряют свои качества под действием техногенных нагрузок, поэтому главным условием социально-экономического развития общества является стабильно благополучное состояние природной среды. Игнорирование экологических факторов в аграрном землепользовании на протяжении длительного периода, продолжающееся и в настоящее время, привело к созданию экономически неэффективной системы землепользования и экологически несбалансированных агроландшафтов. Планомерный переход на экологически безопасную, природоохранную и ресурсосберегающую систему земледелия — главное условие более продуктивного использования биоклиматического потенциала, роста урожайности и эффективности производства, преодоления процессов деградации почв и опустынивания территорий. Уменьшение глубины обрабатываемого слоя под зерновые культуры не всегда требует дополнительных затрат на защиту посевов от сорняков или повышенных норм минеральных удобрений.

Ключевые слова: аграрное землепользование; плодородие почв; почвозащитная обработка; ресурсосберегающее земледелие; эрозия почв; агромелиоративное земледелие; экология; мелиорация; технология.

Natural resources substantially change and lose the qualities under the influence of technogenic loadings therefore the main condition of social and economic development of society is steadily safe condition of environment. The ignoring of ecological factors in agrarian land use throughout the long period continuing and now, has led to creation of economically inefficient system of land use and ecologically unbalanced agrolandscapes. Systematic transition to ecologically safe, nature protection and resource-saving system of agriculture — the main condition of more productive use of bioclimatic potential, growth of productivity and production efficiency, overcoming of processes of degradation of soils and desertification of the territories. Reduction of depth of the processed layer under grain crops not always requires additional costs on protection of crops against weeds or the increased regulations of mineral fertilizers.

Key words: agrarian land use; fertility of soils; soil-protective handling; resource-saving agriculture; erosion of soils; agromeliorative agriculture; ecology; melioration; technology.

Природные ресурсы в значительной степени изменяются и теряют свои качества под действием техногенных нагрузок, поэтому главным условием социально-экономичес-

кого развития общества является стабильно благополучное состояние природной среды. В сфере аграрного производства это, прежде всего, выражается в необходимости разра-

ботки теории оптимизации землепользования с позиции экологии.

Игнорирование экологических факторов в аграрном землепользовании на протяжении длительного периода, продолжающееся и в настоящее время, привело к созданию экономически неэффективной системы землепользования и экологически несбалансированных агроландшафтов. К числу наиболее острых современных экологических и экономических проблем относится прогрессирующая деградация земель в результате снижения площадей наиболее ценных сельскохозяйственных угодий, резкого сокращения инвестиций в мелиорацию, химизацию, противоэрозионные мероприятия [3].

По мнению большинства ученых, в результате интенсивного сельскохозяйственного использования черноземов на фоне постоянного изменения интенсивных механических обработок произошли крупные изменения в агрохимических свойствах почв, которые приводят к ухудшению условий развития растений. Уменьшается содержание питательных элементов, снижается интенсивность гумусообразования и усиливается внутривершинное перераспределение гумусовых веществ.

Многолетние наблюдения ученых свидетельствуют о повсеместном значительном снижении потенциального плодородия гумуса. Запасы гумуса уменьшились в результате неблагоприятного антропогенного воздействия за последние годы на одну треть.

Планомерный переход на экологически безопасную, природоохранную и ресурсосберегающую систему земледелия — главное условие более продуктивного использования биоклиматического потенциала, роста урожайности и эффективности производства, преодоления процессов деградации почв и опустынивания территорий.

На дефляционно-опасных типах агроландшафтов принципиальной основой почвозащитных технологий обработки почвы является всемерное уменьшение механического воздействия на почву, сохранение пожнивных остатков на поверхности с применением плоскорезной обработки во всех полях зернопаровых и зернопаропропашных севооборотов с короткой ротацией. Многолетними исследованиями НПО «Дон» (Донского

ЗНИИСХ), ДонГАУ, ЮжГипрозема и других научных учреждений установлено, что в комплексе противоэрозионных мер ведущая роль принадлежит системе обработки почвы [2].

В зимний период на почвах, обработанных плоскорезами, в 1,5–2 раза больше накапливается снега, что особенно важно для восточных и северо-восточных малоснежных районов Ростовской области. В засушливый послеуборочный период качественной разделки почвы можно достичь мелкой (поверхностной) обработкой только дисковыми орудиями или дисковыми орудиями в сочетании с плоскорезами.

На каштановых и черноземных почвах основой почвозащитных технологий является плоскорезная минимальная обработка почвы, которая в севооборотах рационально (1–2 раза в ротацию) сочетается со вспашкой. Вспашка необходима при обработке удобренного пара, применяется с целью заделки удобрений, борьбы с сорняками и улучшения пищевого режима почв.

Уменьшение глубины обрабатываемого слоя под зерновые культуры не всегда требует дополнительных затрат на защиту посевов от сорняков или повышенных норм минеральных удобрений. Использование для обработки почвы плоскореза в агрегате с тяжелой дисковой бороной и щелевателем позволяет правильно решать вопросы обработки на всех полях севооборота с учетом защиты почв от водной и ветровой эрозии и повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Тяжелая дисковая борона обеспечивает заделку в почву органических и минеральных удобрений, измельчение грубых пожнивных остатков кукурузы, подсолнечника, сорго.

Результаты исследований показали, что смыв и выдувание мелкозема в целом за ротацию 9-польного севооборота составили: при традиционной обработке почвы — 51,8 м³/га; отвально-безотвальной — 24,9 м³/га; безотвальной разноглубинной — 23,4 м³/га; безотвальной мелкой — 30,9 м³/га.

Потери вносимых минеральных удобрений от эрозионных процессов достигают, по данным ученых, от 10–20% до 30–40%. Основные потери питательных веществ из почвы от стока талых вод приходятся на смытую почву. Так, потери питательных

веществ на склоне крутизной 2–3° могут составлять в кг/га: азота — 0,2–0,85; фосфора — 0,72–1,12; калия — 0,41–3,32. Наибольшие потери питательных веществ отмечены на посевах озимой пшеницы. Это происходит вследствие увеличения с уплотненной пашни стока талых вод в 1,5–3 раза по сравнению со стоком с зяби [4].

Исследования, проведенные на стационаре ВНИИЗПЭ (Курской области), показали: несмотря на то, что при бесплужных обработках в почву просочилось значительно больше воды (на 12–42%), чем при отвальной вспашке, коэффициент стока при бесплужных обработках был на 11–41% выше. Однако твердый сток (смыв почвы) уменьшился: при поверхностной обработке почвы незначительно, при глубокой плоскорезной — в 2,7 раза. Также уменьшился смыв нитратов на 36–43%, а смыв кальция — на 12–22%. Часто размеры растворимого стока в значительной степени превышают допустимые пределы, как при отвальной, так и при бесплужной обработке, что вызывает загрязнение рек, водоемов.

В модельном опыте К.М. Яловицкого и И.С. Константинова соломенная сечка в норме 2 т/га снижала сток осадков при крутизне склона 2° в 18,8 раза, 5° — в 6 раз, 7° — в 4,8 раза, а смыв почвы соответственно в 80, 120 и 200 раз. Наиболее эффективной в задержании влаги была мелкая плоскорезная обработка со щелеванием: воды в почву впитывалось 68 мм против 34 мм на вспашке. Роль щелевания в данном случае заключалась в повышении инфильтрационной способности и увеличении мощности слоя почвы, хорошо усваивающего влагу.

Непрерывное поступление углекислого газа из почвы в приземный слой воздуха имеет большое значение в углеродном питании растений. Поэтому важны приемы обработки, увеличивающие дыхание почвы и, следовательно, ее биопродуктивность. В начальные периоды вегетации количество углекислого газа, продуцируемого слоем почвы 0–20 см, снижается при вспашке на 35–37 см на 17,1%. По плоскорезной обработке увеличивается на 15% в сравнении с обычной вспашкой.

Процесс минерализации органического вещества при воздействии на почву обрабатывающими орудиями (отвальная или

плоскорезная обработка) в большей степени выражен при вспашке. В то же время систематическое применение только минимальной обработки приводит к ухудшению агрофизических показателей почвы. Положительные изменения в содержании гумуса по сравнению с исходным отмечались в вариантах, где вносили органические и минеральные удобрения (табл. 1).

Повышение содержания гумуса отмечалось в основном пахотном слое и составило на фоне вспашки 0,05–0,20%, а при плоскорезной обработке 0,15–0,25%.

Почвозащитная бесплужная система земледелия приводит к изменению содержания питательных веществ в различных почвенных слоях. На фоне без минеральных удобрений возникает слабая тенденция к увеличению нитратов при плоскорезной обработке в слое 0–5 см и уменьшению их в слое 25–40 см. На удобренном фоне выражена тенденция к снижению содержания нитратов в слоях 15–25 и 25–40 см.

Дерновый процесс почвообразования, модель которого обеспечивается бесплужной обработкой, приводит в начальный период к консервации питательных элементов в органическом веществе почвы, которое со временем отдает его в почву в виде подвижных форм.

При оставлении на поверхности почвы стерни и пожнивных остатков не образуется почвенной корки, благодаря чему улучшаются водопроницаемость, воздухообмен, накапливается больше влаги и почва разуплотняется, увеличивается содержание органического вещества в верхнем слое.

Исследования показывают, что при отвальной вспашке менее выраженная плотность сложения в сравнении с бесплужной обработкой бывает только непосредственно после вспашки или рыхления. В остальные периоды года слой почвы 5–20 см уплотнен на 10–20% сильнее, чем при бесплужной обработке. Исключением явилась почва на поле под многолетними травами. Амплитуда колебаний плотности сложения при отвальной вспашке очень большая — от 0,98 до 1,50 г/см³, при бесплужной обработке она значительно меньше — от 1,16 до 1,49 г/см³ [5].

Бесплужная обработка улучшает влагообеспеченность растений даже в зонах доста-

точного и избыточного увлажнения. Особенно это важно в период посева озимых культур. Растительная мульча и более мощный снеговой покров при бесплужной обработке утепляюще действуют на почву. В связи с этим она промерзает на меньшую глубину и раньше оттаивает в весенний период благодаря внутреннему теплу земли. Улучшение структуры, повышение водопроницаемости, уменьшение плотности сложения свидетельствуют об улучшении условий аэрации, об увеличении количества пор. Внесение в поверхностный слой минеральных удобрений и растительных остатков оказывает положительное влияние на питательный режим и гумусное состояние почвы, а также на культурный почвообразовательный процесс.

Для предотвращения ветровой эрозии решающее значение имеет снижение скорости ветра у поверхности почвы, увеличение почвенных агрегатов до размеров, препятствующих скачкообразному перемещению частиц, перехват их и поддержание верхнего слоя почвы во влажном состоянии. Этим условиям наилучшим образом отвечает плоскорезная обработка почвы с оставлением пожнивных остатков на поверхности.

Скорость ветра в слое 0–10 см над поверхностью почвы во время пыльных бурь была равна 6,8 м/с; на почве, обработанной плоскорезами, — 3,5 м/с. В связи с этим за десять дней ветровой эрозии расход влаги на непродуктивное испарение из слоя почвы 0–30 см составил на вспаханной и выровненной зяби 9,4 мм, на поле, обработанном плоскорезами, — 3,4 мм. Образование наносов мелкозема происходило за лесополосами как плотной, так и продуваемой конструкции. Таким образом, решающим приемом в борьбе с ветровой эрозией в зоне ежегодного ее проявления являются не лесные полосы, а плоскорезная обработка.

При выдувании сантиметрового слоя темно-каштановой почвы гумуса теряется 3,3 т/га. Исследованиями установлено, что выдувание слоя почвы 5–50 см равносильно общей потере гумуса 16,5–165 т/га. Бесплужная обработка при заделке стерни в верхний (0–8 см) слой почвы также хорошо противостоит как ветровой, так и водной эрозии.

Природоохранная направленность, экологическая безопасность и пониженная энергоемкость в агроландшафтах реализуются путем создания надежного экологического

Таблица 1

**Величина фактора минерализации гумуса в слое 0–20 см
при различных способах обработки почвы**

Вариант опыта	Ежегодная минерализация гумуса по выносу азота урожаем	Фактическая динамика гумуса (+–)	Новообразование гумусовых веществ	Суммарная минерализация гумусовых веществ	Фактор минерализации
Безотвальное рыхление	377	–410	115	525	1,39
Дискование на 10 см	440	–200	256	456	1,04
Вспашка на 25 см	435	–410	145	555	1,28
Нулевая обработка	345	–100	256	356	1,03
		N180p240	K180		
Безотвальное рыхление на 30 см	605	–780	312	1092	1,8
Дискование на 10–12 см	545	–200	346	546	1
Вспашка на 25 см	427	–310	223	533	1,25
Нулевая обработка	425	–100	330	430	1,01

каркаса и дифференцированного применения ресурсосберегающих технологий.

Одним из перспективных направлений является принцип минимализации, включающий уменьшение глубины обработки и сокращение числа операций на основе внедрения комбинированных агрегатов, обеспечивающих за один проход трактора выполнение нескольких технологических операций.

В равнинных условиях землепользования (НИИСХ Юго-Востока) для подготовки почвы под озимую пшеницу и яровые зерновые культуры наряду с традиционными орудиями, с отвалами и без них, изучаются комбинированные почвообрабатывающие агрегаты: АКП-2,5 АГЖ-3, АПК-6. Эти орудия могут иметь большую перспективу, сочетая принцип плоскорезной и поверхностной обработки. Кроме того, применение АКП-2,5 позволяет почти в два раза сократить затраты труда и времени и в 1,6–1,8 раза производственные затраты в сравнении со вспашкой под озимые.

Снижению затрат при производстве зерна способствует прямочная технология внесения на поля измельченной соломы на удобрения или мульчу. При этом исключаются перевозки и погрузка соломы, сокращаются проходы машин по полю, снижается число машин в уборочном комплексе, уменьшаются затраты на производство зерна, а самое главное — происходит самовосстановление плодородия и структуры почвы.

При бесплужной обработке исчезает необходимость предпосевного внесения удобрений под озимые культуры, так как основное удобрение вносится в посевной слой и может сразу же использоваться растениями.

При переходе к ресурсосберегающим технологиям с минимальной и безотвальной обработками почвы становятся менее острыми экологические проблемы земледелия. Выброс в атмосферу газов отработанного топлива снижается на 30–35%, уменьшаются потери минерализованного азота, замедляются процессы развития эрозии, темпы разложения гумуса.

Главная задача системы защиты растений — освободиться от потенциальной засоренности верхнего (0–10 см) слоя почвы. Агротехнические меры борьбы с сорняками это: предпосевные культивации, довсходо-

вые и послеवсходные боронования, междурядные обработки. Правильно применяя весь спектр агротехнических приемов, можно обойтись без гербицидов. Ими при бесплужной обработке, как и при отвальной вспашке, можно облегчить борьбу с сорняками. Однако при нехватке гербицидов или их отсутствии система бесплужной обработки почвы позволяет освободиться от засоренности полей значительно легче, чем система отвальной вспашки.

При больших объемах применения химические средства борьбы с сорняками, их остатки или продукты метаболизма могут накапливаться в объектах окружающей среды, загрязняя продукты питания и питьевую воду. Кроме того, гербициды нарушают баланс минерализации и гумификации в худшую для почвообразовательного процесса сторону, а также увеличивают вероятность развития эрозии почвы, особенно на склоновых землях.

В плане экологизации земледелия перспектива совершенствования систем обработки почвы связана с адаптацией их применительно к местным почвенно-климатическим, геоморфологическим условиям с учетом агроэкологических требований сельскохозяйственных культур и с выраженным вектором минимализации обработок.

Один из путей снижения отрицательного воздействия человека на природу — биологизация земледелия, которая в сочетании с принципами адаптивно-ландшафтного подхода составляет концептуальную основу современных систем земледелия. В биологизированных системах разумно соединяются техногенные и биологические факторы, причем приоритет всегда у последних. Особо важным фактором воспроизводства плодородия почв и борьбы с засоренностью посевов остается севооборот.

Чередование культур в сочетании с разнотравными обработками почвы создаст неблагоприятные условия для сорняков. По степени подавления сорняков полевые культуры делятся на три группы: с высокой конкурентной способностью (озимые, рожь и пшеница, многолетние травы, конопля, гречиха), средней (ячмень, овес, подсолнечник, кукуруза, зернобобовые) и слабой (яровая пшеница, просо, лен, картофель, сахарная

свекла). Размещая культуры в севообороте с учетом этих особенностей, можно существенно снизить засоренность.

Большое значение в борьбе с сорняками имеют чистые пары. Причем положительное действие чистого пара на очищение посевов от сорняков проявляется в течение нескольких лет. После него в течение 2–3 лет можно не применять гербициды. Установлено, что в среднем за время проведения опытов в посевах озимой пшеницы, идущей по черному пару, перед уборкой количество сорняков было заметно ниже (127 шт./м²), чем после сидерального и занятого (160 и 166 шт./м²). Это свидетельствует о том, что черный пар, в первую очередь, служит эффективным средством борьбы с многолетними сорняками. Фактор засоренности посевов не является препятствием для применения такого эффективного приема биологизации земледелия, как сидеральный пар.

Необходимость биологизации земледелия вызвана загрязнением окружающей среды, деградацией и эрозией почвы в результате неумелого, в недалеком прошлом часто не ограниченного применения минеральных удобрений, гербицидов и других химических веществ, а в настоящее время дефицитом и дороговизной энергоресурсов, основных средств производства.

В результате применения методов регулирования численности нежелательных компонентов агрофитоценозов неизбежно появление резистентных особей и видов. Селекция новых устойчивых видов часто является результатом небрежного и неумелого использования пестицидов. Сорняки становятся невосприимчивы к гербицидам, вредители — к инсектицидам при регулярном применении препаратов с одинаковым механизмом действия, в заниженных дозах, с истекшим сроком годности и т.д., а также при нарушении сроков химических обработок.

Одни и те же гербициды не следует применять на одном поле несколько лет подряд. Результаты исследований НИИСХ ЦЧП им. В. В. Докучаева показали, что максимальное снижение численности и массы сорняков достигается при регулярном применении в севообороте системы разнотипных гербицидов: Прометрина — на горохе, 2,4-Д аминной соли — на озимой пшенице и ячмене,

Эптама — на сахарной свекле, Трефлана — на подсолнечнике.

Для снижения затрат и уменьшения гербицидной нагрузки на окружающую среду возможно применение гербицида с уменьшенной на 50% нормой расхода за счет их более эффективного использования в смеси с азотными удобрениями. С целью постепенного перехода к экологически безопасным системам земледелия заслуживают большего внимания биологические средства повышения плодородия почв в севооборотах — сидераты.

Принцип возврата в земледелии предполагает возвращение питательных веществ и органического вещества в виде навоза и минеральных удобрений. Необходимо также оставлять на поле пожнивные остатки, которые защищают почву от разрушающего действия дождевых капель, предотвращают возникновение и развитие ветровой эрозии, образование почвенной корки, значительно уменьшают смыв почвы. При размещении многолетних трав на склонах, подверженных эрозии, получается двойная польза: во-первых, за счет улучшения условий увлажнения почвы увеличивается продуктивность севооборота в целом, во-вторых, повышается потенциальное плодородие этих склонов. На поля, расположенные на водоразделах, необходимо увеличить внесение органических удобрений (за счет отказа от внесения на склоновые земли), а в севооборотах на склонах — расширить клин многолетних трав. Посевы многолетних трав по биофонам, благодаря лучшему росту и развитию, имеют сравнительно меньшую засоренность, лучший ботанический состав и более высокую продуктивность, после них в почве остается больше пожнивно-корневых остатков, выше содержание гумуса (3,67–3,93% против 3,61% по минеральному фону).

Исследованиями сотрудников Донского ГАУ и Донского ЗНИИСХ установлено, что после заделки растительных остатков культур занятых паров в почву поступает 31–324 кг/га азота, 12–62 кг/га — фосфора, 17–154 кг/га — калия. С надземной массой донника, запаханной как сидеральное удобрение, в почву поступает более 300 кг/га азота, а бобово-мятликовой смеси — только 32 кг/га. Поэтому после уборки бобовых

культур и запашки их растительных остатков баланс питательных веществ в почве бывает положительный. Бобовые парозанимающие культуры, усваивая азот из воздуха, дают возможность сократить норму применяемых минеральных удобрений, улучшить микроклимат поля и экологическую чистоту агроландшафтов. При высокой культуре земледелия и очищении полей от сорняков занятые пары играют существенную роль в увеличении валовых сборов зерна.

Поверхностное компостирование соломы гороха под озимую пшеницу как с антидепрессирующими добавками, так и без них, позволило получить равную урожайность в разные по увлажнению и температуре годы. В среднем за три года урожайность по фону с внесением соломы составила 3,76 т/га, навоза — 3,65 т/га. Это еще раз подтверждает важную роль зернобобовых культур как предшественников озимой пшеницы, солому которых необходимо использовать для пополнения почвы органическим веществом.

Солому гречихи всегда сжигали на поле, нанося большой вред окружающей среде. Поверхностное компостирование ее (особенно с аммиачной селитрой) под кукурузу на зеленый корм позволило получить практически такую же урожайность зеленой массы (47,6 т/га), как и при внесении навоза (48,7 т/га) при снижении затрат невозобновляемой антропогенной энергии в 1,6 раза.

Приемы биологизации оказывают различное влияние на содержание гумуса в почве. В целом можно сказать, что при замене традиционных технологий на ресурсосберегающие плодородие почвы не ухудшается, что свидетельствует об устойчивом развитии агрономелиоративного земледелия.

Литература

1. Варламов А. А., Хабаров А. В. Экология землепользования и охрана природных ресурсов. — М.: Колос, 1999. — С. 75.
2. Кирюшин В. И. Проблемы экологизации земледелия в России (белгородская модель) // Достижения науки и техники АПК. — 2012. — №12. — С. 4.
3. Ревунов Р. В. Почвенно-земельные и рыбохозяйственные аспекты эколого-экономической деятельности Ростовской области // Экономический вестник Ростовского государственного университета. — 2008. — №1, ч. 3. — С. 195.
4. Ферару Г. С. Экологический менеджмент. — Ростов н/Д: Феникс, 2012. — С. 179.
5. Экологический вестник Дона «О состоянии окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области в 2013 году». — Ростов н/Д., 2014. — С. 114.

Поступила в редакцию

20 июля 2016 г.



Щитов Сергей Ефимович — кандидат экономических наук, докторант, доцент, заведующий отделом ФГБНУ Всероссийского НИИ экономики и нормативов.

Shchitov Sergey Efimovich — Candidate of Economic Sciences, the doctoral candidate, the associate professor, the head of department of FGBNU the All-Russian scientific research institute of economy and standard rates.

344006, г. Ростов-на-Дону, ул. Соколова, 52
52 Sokolov st., 344006, Rostov-on-Don, Russia
Тел.: +7 (928) 903-29-89; e-mail: stiffxl@ya.ru



Чешев Анатолий Степанович — доктор экономических наук, профессор кафедры «Экономика природопользования и кадастра» Донского государственного технического университета.

Cheshev Anatoly Stepanovich — Doctor of Economics, professor of «Economy of Environmental Management and Inventory» department of the Don state technical university.

344022, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162
162 Sotsialisticheskaya st., 344022, Rostov-on-Don, Russia
Тел.: +7 (863) 295-03-32; e-mail: kafkadastra@yandex.ru