MOTROL, 2006, 8, 198–203

АДАПТИВНЫЕ ЭКОФИЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАШИНЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ КАК ОСНОВА РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЯЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Igor Shevchenko

Tavria State Agrotechnical Academy of Melitopol, Ukraine

Аннотация. Представлена „агро-техно-информационно-экологическо-экономическую" модель функционирования сельскохозяйственного производства, которая базируется на систематизации, формализации и управлении информационными потоками, разработке и применении математических и регрессионных моделей с целью получения необходимой и достоверной информации для оперативного принятия оптимальных решений для конкретных технологических и технических задач сельскохозяйственного производства.

Ключевые слова: „агро-техно-информационно-экологическо-економическая" структура, адаптивные зональные технологии, обработка почвы.

ВВЕДЕНИЕ

Производство сельскохозяйственной продукции это сложная, живая, мобильная система с большим количеством вероятностных факторов растянутых во времени. Системный подход к данной проблеме требует, прежде всего, наличия функциональной схемы решения технологической задачи производства сельскохозяйственной продукции [Погорілий и др. 2003], которая, в свою очередь, служит основой для объединения различных технологических операций, в том числе и обработки почвы, в составе этой систем под комплексным критерием оптимизации – экономическая целесообразность.

Разработка и распространения в последние годы систем „точного земледелия", построенных на базе GPS-технологиях, развитие информационных технологий позволили нам впервые на их основании сформулировать концепцию управляемого адаптивного земледелия, то есть определить место и роль механизированных технологий или машин в производстве рентабельной продукции [Шевченко и Пашко 2000, Крыжачковский и др. 2000].

Исходя из этого, технологии и машины для сельскохозяйственного производства должны быть адаптивными или способными подстраиваться под конкретные сменные условия их функционирования. Риски при таком подходе в

сельском хозяйстве будут сведены к нулю, а рентабельность полученной продукции, независимо от погодных условий, будет положительной. При чем, адаптивные технологии должны быть экофильными – не нарушать экосистему жизнеобеспечения почвенной и окружающей сред.

Такая „агро-техно-информационно-экологическо-економическая" структура состоит из многих блоков [Крыжачковский и др. 2000] и может быть реализована только за счет гибких технологических систем [Погорелый 1999]. Чем большим будет количество этих блоков с обоснованными функциональными связями, как в блоке, так и между блоками, тем высшей будет степень достоверности структурной модели и границы ее применения.

Данный поход может быть полезен по многим направлениям: для инвесторов – это вложил деньги и получил гарантированный результат; для технологов и конструкторов сельскохозяйственной техники – это возможность на стадии проектирования машины или модернизации отдельных ее рабочих органов предусмотреть экономическую целесообразность технологического или технического новшества.

Таким образом, обработка почвы должна рассматриваться как элемент этой сложной системы с определением технологических задач, параметров почвенной среды, критериев оптимизации, показателей расчетных моделей, способных быть востребованными в последствии в структуре адаптивного управляемого земледелия.

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД ПРИ РЕШЕНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ
(на примере разработки технологий и технических средств для обработки почвы)

Технологии и машин для обработки почвы, исходя из вышеизложенного, необходимо объединить в единой системе „почвообрабатывающие машины с формализованными параметрами ↔ сельскохозяйственные растения ↔ почвенная среда ↔ технико-экономическая целесообразность" с дальнейшим расположением ее в оболочке информационных технологий [Шевченко 1997]. Иными словами, объединить в единое целое информационные базы данных, связанные, прежде всего, с систематизацией почв и их состоянием, и модели – механико-математические и регрессионные, связанные с взаимодействием рабочих органов с почвенной средой и ее влиянием на урожайность с.-г. культур (рис.1). Такой подход позволяет определять целесообразность принятия технологических и технических решений в зональном разрезе.

При таком подходе крайне важно ввести в модели «рабочий орган ↔ почвенная среда», хотя бы косвенно, показатель плодородия почв, который практически не учитывается при проектировании почвообрабатывающих машин.

Плодородие почв связано с жизнедеятельностью микрофлоры и микро фауны пахотного горизонта. С позиции механического воздействия на почвенную среду это означает сохранение водопрочных агрегатов. Другими словами – нежелательно распылять и не переуплотнять особо ценные фракции почвы размером 0.25…5 мм, благодаря которым и формируется почвенная биота.

На данное время потери содержимого гумуса в почве, который есть показателем плодородия, приобрели значительных размеров. Так, за 50 лет интенсивного использования почв на юге Украины этот показатель, в среднем,

уменьшился с 7% до 2.5-3%, а на некоторых почвах – до 1…1,5%. Если мы даже сейчас на этих почвах начнем создавать идеальные условия для возобновления плодородия, то для южной Степи лет так через 20-25, сможем поднять содержание гумуса, в лучшем случае, только на 1%. Кроме того, техногенная нагрузка на почвы ведет к развитию водной и ветровой эрозиям. Поэтому адаптивные технологии и машины для обработки почвы должны не нарушать экосистему жизнеобеспечения почвенной среды иначе процессы деградации примут необратимую форму.

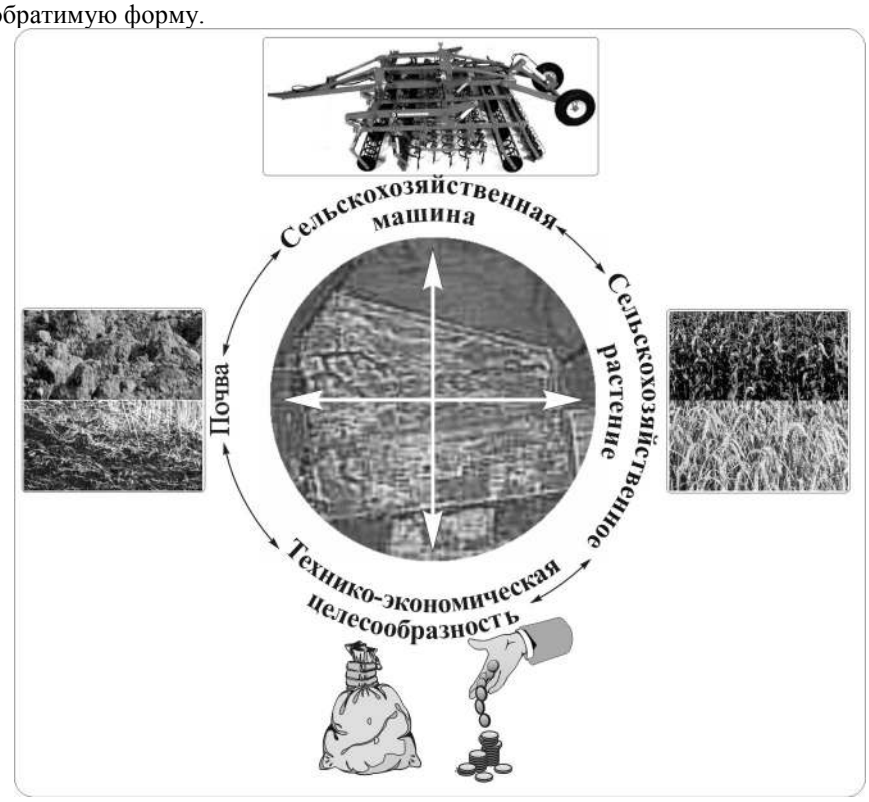

Рис.1. Схема адаптивного экофильного управляемого земледелия (блок – обработка почвы)
Fig. 1. A diagram of adaptive, ecological ground cultivation

Предложенный подход, реализованный в работе [Шевченко 2003], можно рассмотреть на примере следующей схемы:

Модель состояния почвенной среды → рациональное зональное агро-механическое строение пахотного горизонта в соответствии с требованиями с.-х. культур

Адаптивные зональные технологии и рабочие органы для обработки почвы → управление составом и строением почвенной среды в зависимости от реальных условий (рис. 2)

Систематизация основных групп почвообрабатывающих рабочих органов за технологическими задачами → **измельчающие, рыхлительные, сепарирующие, уплотняющие** (рис. 3)

Особенности технологического процесса → параметры оптимизации (являются универсальными для каждого из типовых рабочих органов) ↔ ограничения относительно техногенного влияния на почвенную среду → формализация теоретических задач таким образом, чтобы они могла быть непосредственно проверены экспериментальным путем

↕

Теоретические исследования

1. Построение механико-технологических моделей взаимодействия типовых рабочих органов с почвенной средой при выполнении заданного технологического процесса с постановкой решения на ЭВМ.
2. Формализация за теоретическими исследованиями основных конструктивно-технологических параметров типовых рабочих органов.
3. Выбор диапазона варьирования параметров типовых рабочих органов

↕

Экспериментальные исследования

1. Синтез рабочих „органов-анализаторов” для каждого типа рабочего органа в соответствии с технологическими задачами и их конструктивно-технологическими особенностями.
2. Изготовления универсальные для всех почвенно-климатических зон рабочих „органов-анализаторов” для основных типов почвообрабатывающих рабочих органов.
3. Получение уравнений регрессии:

– „состояние почвенной среды ↔ влажность и плотность почвы” → систематизация почв;

– определение условий работы почвообрабатывающих рабочих органов на момент выполнения технологических операций;
– „рабочие органы ↔ технологическая задача” → технологические и энергетические показатели работы.
– „рабочие органы ↔ почвенная среда” → качественные показатели работы;
– „почвенная среда ↔ урожайность с.-х. культур” → эффективность обработки почвы.

Создания информационных баз данных для дальнейшего использования результатов экспериментальных исследований. Оценка работы почвообрабатывающих машин по полученным зависимостям без полевых испытаний.

↕

Оптимизация параметров рабочих органов на основе полученных моделей:

Регрессионных → „состояние почвенной среды ↔ влажность и плотность почвы”;
Механико-технологических → взаимодействие рабочих органов с почвенной средой;
Регрессионных → „рабочие органы ↔ технологическая задача”;
Регрессионных → „рабочие органы ↔ почвенная среда”;
Регрессионных → „почвенная среда ↔ урожайность с.-х. культур”.

⇓

Методики. Базы данных. Программы на ЭВМ. Параметры базовых рабочих органов

⇓

Зональные адаптивные рабочие органы

⇓

Адаптированные к реальным условиям и технологическим задачам почвообрабатывающие машины

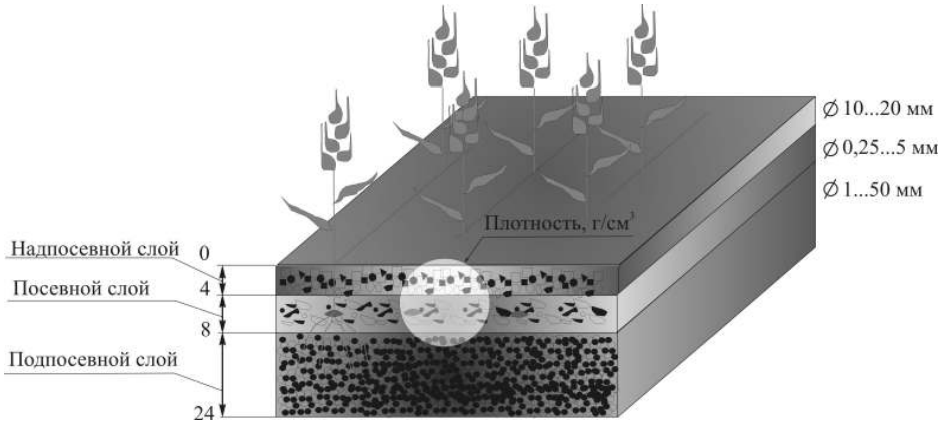

Рис. 2. Формирование дифференцированного по глубине агрегатного строения пахотного горизонта

Fig. 2. The differential shaping of a plough aggregate's depth

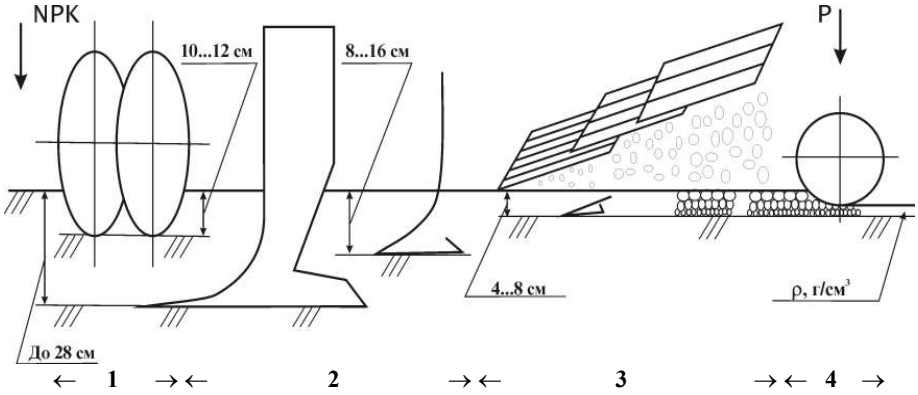

Рис. 3. Схема последовательного применения рабочих органов почвообрабатывающих машин в базовой технологии подготовки, почвы в условиях юга Украины: 1) измельчающая группа, дисковые и ротационные рабочие органы (в составе комбинированных агрегатов или автономно); 2) рыхлительная группа, – рыхлительные рабочие органы с жесткой или упругой стойкой; 3) сепарирующая группа – рабочие органы, способные формировать дифференцированный агрегатный состав пахотного горизонта, 4) уплотняющая группа – рабочие органы для создания оптимальной плотности почвы

Fig. 3. A diagram of the performed tasks order for a plough aggregate's parts

Реализация вышеизложенной методологии привело к появлению новой семейства рабочих органов – почвенных сепараторов [Грунтовий сепаратор: Патент 2001], способных формировать дифференцированный агрегатный состав пахотного горизонта в соответствии с требованиями, предъявляемыми растениями для получения максимально-возможной урожайности в конкретных почвенно-климатических условиях.

ВЫВОД

Таким образом, сформулированное новое направление в механизированном возделывании грунтов. То есть, механизированную обработку почвы следует понимать, как управления за счет типичных рабочих органов основными показателями почвенной среды – плотностью, влажностью, структурным составом с целью формирования адаптивной системы. Технологии возделывания грунта или механическое влияние рабочих органов на почвенную среду должны решать задачи формирования рационального строения пахотного горизонта в соответствии с зональными условиями.

ЛИТЕРАТУРА

Грунтовий сепаратор: Патент №41108А. Україна І.А. Шевченко, Р.М. Крижачківський, В.В.Трачов. – 15.08.2001. Бюл. 7, 4.

Крыжачковский Н.Л., Шевченко И.А., Дворников В.А. 2000: Адаптация средств механизации в земледелии. Техніка АПК, 8, 8–9.

Погорелый Л.В. 1999: Научно-методические принципы обоснования и прогнозирования направлений развития сельскохозяйственной техники нового поколения и гибких технологических систем. Науковий вісник НАУ. К., t.VI, 9–19.

Погорілий Л.В., Крижачківський М.Л., Шевченко І.А., Пашко А.О. 2003: Концепція створення гнучких технологічних систем і керованого екофільного землеробства. Техніка АПК, 8, 8–10.

Шевченко И.А. 1997: Разработка и совершенствование технологий и технических средств для обработки почв в аспекте их агрофизических показателей. Варшава: IBMER (Польща), 125 с.

Шевченко И.А., Пашко А.А. 2000: Применение информационных технологий в сельскохозяйственном производстве. Техніка АПК, 8, 18–19.

Шевченко І.А. 2003: Обґрунтування технологій та технічних засобів для обробітку ґрунтів на базі їх агрофізичних показників: Дис.докт. техн. наук: 05.05.11. Мелітополь, 403 с.

ADAPTIVE ECOLOGICAL TECHNOLOGIES AND MACHINES FOR SOIL CULTIVATION AS THE BASIS OF MANAGED FARMING SYSTEM DEVELOPMENT

Summary. The paper is devoted to working out methodological bases for a functional scheme of technological tasks decision in agricultural production. A particular task is considered on the basis of „agro-technical-information-ecological-economic" structure with flexible technological systems realization. The conclusion has been drawn that technologies and machines for agriculture are to be adaptive or readjustable under the given mixed conditions of the operation.

Key words: „agro-techno-informative-ecological-economic" structure, adaptive zonal technologies, ground cultivation.

Reviewer: Eugeniusz Krasowski, Prof. D. Sc.