

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН КАК НАПРАВЛЕНИЕ СНИЖЕНИЯ ЗАТРАТ НА УБОРКУ

А. М. Минченко

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научные руководители: В. Б. Попов, И. Н. Ридецкая

Управление большим хозяйством – это сложная задача, требующая серьезных затрат и умений. Значительный парк техники и огромное количество полей требует постоянного мониторинга, а также совершенствования автовождения сельскохозяйственных агрегатов.

Данная система управления позволяет машине двигаться более точно – по прямой, гнутым профилям или по кругу. Система автовождения держит машину и поддерживает агрегат на курсе, параллельном ориентиру. Интеллектуальное руководство весьма эффективный способ оптимизации процесса и прямых расходов на поле. Во время туманов, запыленности, после наступления темноты система позволяет не останавливаться и оставаться точно на треке.

Сложность автоматизации вождения сельскохозяйственных машин во многом обусловлена следующими особенностями работы сельскохозяйственного агрегата:

мобильностью средств производства, т. е. обрабатываемый материал (почва, возделываемые культуры) неподвижен, а перемещаются средства производства переменчивостью внешних условий, зависящих от погоды, времени года и т. д.; неоднородностью почвы, которая является главным обрабатываемым материалом; сложностью рельефа обрабатываемых полей; состоянием базовых линий-борозд, маркерных следов, междурядий и др.

Вождение сельскохозяйственных машин можно автоматизировать, используя космические навигационные системы. После установки на технику приемника, постоянно получающего сигналы о местоположении навигационных спутников и расстояниях до них. Приемные устройства, обеспечивающие связь со спутниками и определяющие координаты, называются GPS-приемниками (Global Positioning System – система глобального позиционирования).

Весь процесс управления автоматизирован. Механизатору нужно следить за препятствиями на пути и брать управление на себя в конце ряда, когда нужно развернуться.

Чтобы повысить точность, необходимо использовать дифференциальный сервис. Сигнал передается по каналам геостационарных телекоммуникационных спутников и позволяет достигать 15–30-сантиметровой точности прокладки параллельных рядов. Его сигнал может принимать простой GPS-приемник. Система включает в себя мобильный процессор, дисплей и приемник сигнала, и для полностью автоматической работы требуется создать карту-ключ.

Встроенный приемник сигналов GPS позволяет выводить информацию о текущем местоположении по протоколу NMEA для вывода во внешние устройства. Внешний GPS-приемник AgGPS 252 позволяет увеличить точность вождения до 2,5 см.

AgGPS EZ-Guide Plus – это навигационный прибор точного управления техникой (прибор параллельного вождения), использует сигналы навигационных спутников системы GPS для точного определения текущего положения агрегата. Система обеспечивает 30-сантиметровую точность параллельного вождения, поддерживает прямые, изогнутые и круговые шаблоны движения.

Система автоматического управления AgGPS EZ-Steer использует данные, поступающие от системы точного вождения AgGPS EZ-Guide Plus, для управления специальным электрическим мотором, соединенным с помощью фрикционного ролика с рулевым колесом транспортного средства. Программное обеспечение AgGPS EZ-Mark добавляет возможность записывать и визуализировать данные. Полевой компьютер AgGPS 170 превращает систему AgGPS EZ-Guide Plus в полноценный инструмент для сбора и использования полевых данных. Система AgGPS Autopilot DGPS добавляет системе AgGPS EZ-Guide Plus функцию автоматического вождения.

Дооснащение EZ-Guide Plus полевым компьютером AgGPS 170 превращает его в прибор, позволяющий принимать обоснованные управленческие решения в процессе механизированных работ и значительно расширяет возможности записи и хранения информации, картирования поля, процесса контроля, мониторинга, нормирования, взятия пробы почвы. Использование AgGPS 170 дает дополнительные возможности:

- расширения свойств вождения, такие как отслеживание движения;
- использования высокоточного GPS RTK для записи топографической информации, которая пригодна для просмотра и анализа в прикладных программных пакетах ГИС;
- поддержки различных приложений по контролю над выполнением нормы, запись информации по которому осуществляется в различные сопутствующие приложения;

- импортирования карты, границы полей;
- экономии времени вследствие использования ордеров на выполнение операций, которые позволяют операторам тракторов просто выбирать уже спланированные заранее операции;
- использования встроенных портов для подключения периферийных устройств и сенсоров.

Дооснащение навигационного прибора EZ-Guide Plus автопилотом AgGPS позволяет осуществлять автоматическое вождение по прямым рядам и работать на большинстве тракторов и опрыскивателей.

Программно-стабилизирующие системы позволяют максимально приблизить действительную траекторию движения сельскохозяйственного агрегата к заданной.

Чувствительные элементы системы копируют заданную траекторию (предварительно проложенную борозду, проволоку, рядки растений и др.) и формируют ошибку рассогласования между ней и действительным направлением движения. На основании этой информации производится управляющее воздействие на агрегат. Такие системы могут использоваться при выполнении практически всех основных полевых работ.

При отклонении сельскохозяйственной машины от заданной траектории поворачивается щуп, прижимаемый пружиной к стенке борозды, и замыкает контакты контактной головки. Под действием включенного с помощью контактной головки электромагнита перемещается золотник, направляющий поток масла в ту или иную полость гидроцилиндра. Перемещение поршня через рейку, зубчатый сектор, поворотный вал и рулевую трапецию преобразуется в поворот направляющих колес. Одновременно с поворотом колес, при котором устраняется рассогласование между заданной и действительной траекториями движения, происходит поворот контактной головки в нейтральное положение. Это осуществляется благодаря рычагу и тяге обратной связи.

Для сельскохозяйственных агрегатов отклонение от траектории движения в большинстве случаев существенно ограничено. Так, при междурядной обработке по агротехническим требованиям не допускается отклонение рабочих органов сельскохозяйственных машин более чем на ± 5 см.

Если управление машиной происходит только по линейному отклонению, при появлении ошибки и подаче управляющего сигнала начнется процесс ее устранения. Когда агрегат достигнет заданной траектории, он будет иметь отклонение по курсу, причем отклонение направляющих колес в этот момент окажется максимальным. Поэтому начнется процесс перерегулирования. Когда линейное отклонение вновь достигнет определенного значения, начнется процесс ликвидации ошибки. При повторном достижении заданной траектории отклонение направляющих колес опять окажется в максимальной фазе, но с обратным знаком. Такой колебательный процесс может продолжаться бесконечно даже на малых скоростях движения.

Механизатор в процессе работы агрегата выполняет ряд функций: следит за состоянием механизмов, за качеством технологического процесса, направляет движение агрегата на гоне и поворотной полосе, опускает и поднимает рабочие органы и т. д.

Важнейшей частью любой САВ является копирующее устройство, во многом определяющее качество работы и надежность всей системы. Копирующие устройства могут быть механическими, электрическими, оптическими и др.; контактирующими с базовыми линиями и не контактирующими; с силовыми бессиловым взаимодействием с базовыми линиями (поверхностями). Необходимо применять сменные копирующие механические устройства, поскольку для выполнения сельскохозяйст-

венных процессов используются различные сельхозмашины и орудия. При этом сами процессы различаются по типу применяемых базовых линий.

Некоторые базовые линии (например, рядки растений при первой и второй междурядной культивации) не допускают даже незначительного силового их взаимодействия с копирующими устройствами, поэтому в качестве чувствительных элементов применяются емкостные, индукционные, фотооптические, лазерные, высокочастотные датчики.

В таблице приведены данные расчета экономической эффективности использования автоматического и ручного управления. За исходные данные брали поле площадью в 100 га, расход на защиту растений на 1 га составляет 400000 бел. р., расход на семенной материал на 1 га 150000 бел. р., длина гона 1 км, расход топлива на 1 га 21,69 л, стоимость топлива за 1 л 2500 бел. р., ширина захвата 8 м.

Наименование	Автоматическое управление	Ручное управление
Перекрытия на 1 гоне, м	0,05	0,9
Перекрытия со всего поля, м	62,5	1125
Дополнительные затраты при внесении удобрений, бел. р.	256000	4512000
Дополнительные затраты при внесении семенного материала, бел. р.	96000	1692000
Дополнительный расход топлива, л	13,88	239,7
Дополнительный расход топлива, бел. руб.	34704	599250
<i>Всего</i>	456112	8001750

Из таблицы видно, что при автоматическом вождении сельскохозяйственной машины перекрытия меньше, чем при ручном вождении. В результате уменьшения перекрытия экономия от уменьшения потерь урожая составляет 7545638 бел. р.