

УДК 631.31

**РАЗВИТИЕ И ОБОСНОВАННОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ
ВОЖДЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**

Захаров¹ А.В., к.т.н., доцент, **Юрин² А.Н.**, к.т.н., доцент, **Захарова³ И.О.**

¹Белорусский национальный технический университет,

²НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства,

³Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск

Комплексные технологии производства сельскохозяйственной продукции, получившие название «точное земледелие» (Precision Farming), стали активно развиваться за рубежом еще в конце 1990-х годов и признаны мировой сельскохозяйственной наукой как весьма эффективные передовые технологии, переводящие агробизнес на более высокий качественный уровень. Неотъемлемым инструментом «точного земледелия» являются системы вождения сельскохозяйственной техники.

Системы вождения сельскохозяйственной техники можно разделить на следующие категории: - ручное параллельное движение (система показывает величину отклонения); - автоматическое управление с параллельным движением; - автоматическое управление с параллельным движением и базовой станцией; - оптическое управление; - автоматическое управление с параллельным движением + оптическое управление; - GPS-пилот на тракторах и комбайнах.

При параллельном вождении прибор рассчитывает каждый следующий проход по полю так, чтобы он был параллелен предыдущему. С помощью такого вождения можно делать параллельные прямые и кривые, а также круговые и спиральные ряды. Если на поле есть препятствие (например, островок с деревьями), то прибор приостановит параллельное вождение и объедет его, а затем продолжит делать ряд. Можно усложнить задачу, задав зону разворота по краям полей. Тогда прибор рассчитает поворот и будет ориентировать, когда и как поворачивать. При установке такой системы на трактор механизатор наблюдает за показаниями прибора внутри кабины и следит только за тем, чтобы на поле не встречались камни и другие крупные препятствия.

Автопилоты бывают двух уровней: полностью автоматическая система, когда вмешательство механизатора не требуется, и система вспомогательного управления (подруливающее устройство). При работе с подруливающим устройством механизатору нужно следить за препятствиями на пути и брать управление на себя в конце ряда, когда нужно развернуться.

Система вспомогательного управления дешевле автопилота. Подруливающее устройство стоит в пределах от 2,5 до 6 тыс. евро, подходит к любому трактору и легко комплектуется с системой параллельного вождения. Полный автопилот подключается только к импортным тракторам и часто поставляется в качестве дополнительной опции. Например, фирма «John Deere» оснащает свои трактора системой точного вождения GreenStar в комплекте с системой AutoTrac Universal (рис.) [1].

В GPS антенну StarFire 3000 встроен модуль коррекции положения с учетом рельефа, который автоматически корректирует все расчеты положения, базирующиеся на сигналах спутников, учитывая неровности почвы и склоны. Приемник StarFire совместим со всеми тремя сигналами спутников, используемых в настоящее время. Дисплей «John Deere» третьего поколения GreenStar 2630 имеет предустановленный виртуальный терминал ISOBUS, систему параллельного вождения Parallel Tracking и программное обеспечение для документирования данных. Стоимость такой системы – порядка 10 тыс. евро. Есть и универсальные комплекты от независимых компаний (Trimble, Agroscom, AutoFarm, Auto-Guide, LH Agro, «TeeJet Technologies»), которые подходят ко всем моделям тракторов.

Секция 1: Технологии и техническое обеспечение сельскохозяйственного производства

В комплект системы могут входить видеокamеры для установки на прицепном орудии и на корпусе трактора в местах с ограниченной обзорностью. Изображение с камер может быть выведено на экран терминала в «оконном» режиме или на весь экран. Существует возможность наложения графического отображения трактора и маршрутов движения на действительное изображение, получаемое с видеокamер.

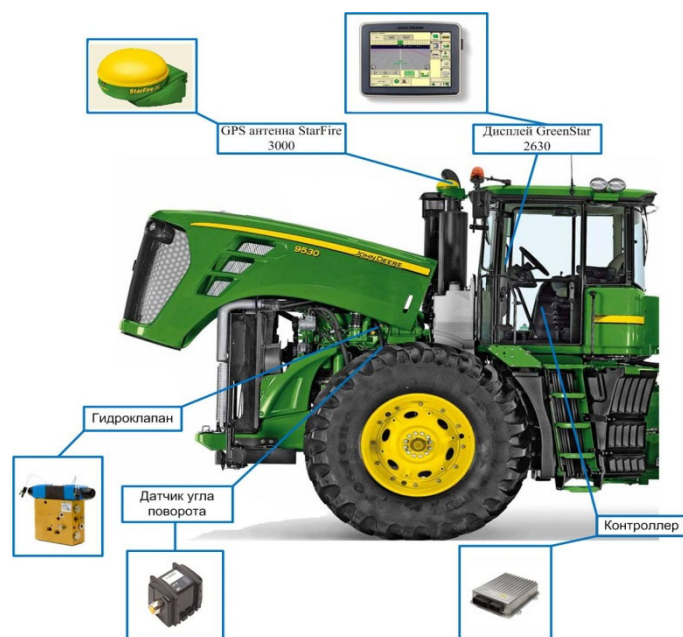


Рисунок – Система AutoTrac Universal на тракторе «John Deere»

Использование автопилотов имеет еще одну особенность участие тракториста требуется каждые несколько минут в конце загонки, чтобы повернуть руль. В табл. приведена точность системы вождения различной категории и примерная стоимость.

Таблица – Точность и примерная стоимость систем вождения различной категории

| Категории систем вождения сельскохозяйственной техники | Точность | Цена (€) |
|--|----------------|----------|
| Ручное параллельное движение | +/- 15...20 см | от 2500 |
| Автоматическое управление с параллельным движением | +/- 10...15 см | от 3500 |
| Автоматическое управление с параллельным движением и базовой станцией | +/- 10...15 см | от 5000 |
| Оптическое управление | +/- 3...5 см | от 5000 |
| Автоматическое управление с параллельным движением + оптическое управление | +/- 3...5 см | от 10000 |
| GPS-пилот на тракторах и комбайнах. | +/- 1...3 см | от 20000 |

Системы точного вождения – как управляемые человеком, так и автопилоты – делятся на классы по точности. Если работать с GPS-приемником в автономном режиме, то точность параллельного вождения будет невысока – 1...3 метра. Чтобы ее повысить, придется использовать дифференциальный сервис. Одними из вариантов такого сервиса – европейская система EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Services – система широкозонной дифференциальной навигации) и Omnistar обеспечивающая несколько уровней точности: VBS (15...20 см) и HP/XP (5...10 см) [2]. Сигнал передается по каналам геостационарных телекоммуникационных спутников и позволяет достигать 1...3 - сантиметровой точности прокладки параллельных рядов и этот сервис не бесплатный.

Применение той или иной категории системы вождения, на технике прежде всего должно быть экономически оправдано. По исследованиям профессора Bernard Loibl из университета Hohenheim использование систем вождения на различных операциях дает следующую экономию: - обработка почвы 0,56...1,47 €/га; - внесение удобрений 2,49...3,25 €/га; - кормозаготовка 1,40...2,65 €/га [3]. Из этих цифр видно, системы вождения рационально покупать при размерах возделываемых площадей от 2...3 тыс. га. Также встает вопрос о потребности обучения механизаторов и изменении их системы оплаты труда.

Литература

1. Полищук Ю.В., Лаптев Н.В., Комаров А.П. Применение систем автоматического и параллельного вождения в сельскохозяйственном производстве Республики Казахстан и эффективность их использования // Аграрный вестник Урала. 2020. №05 (196). - С.11-19.
2. Комаров А.П., Полищук Ю.В., Лаптев Н.В. Влияние систем точного земледелия на эффективность выполнения посевных работ // Вестник курганской ГСХА. 2020. №2.- С. 20-23.
3. Точное сельское хозяйство : учебник для ВО / Е.В. Труфляк, Н.Ю. Курченко, А.А. Тенеков, В. В. Якушев [и др.] ; под ред. Е.В. Труфляка. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 512 с.

УДК 665.76

ПОТРЕБЛЕНИЕ ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК В МОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ

Филипова Л.Г., Чикилевский Я.А., Жилинин Д.Л., Дербенев Р.О., студент

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

При эксплуатации двигателей и механизмов неизбежен износ, обусловленный процессами трения, абразивным воздействием среды и кавитацией.

Внешнее трение твердых тел представляет собой силу сопротивления их относительному перемещению под действием внешней силы, возникающую между телами в зонах их соприкосновения по касательной к ним. Различают трение движения и трение покоя, представляющее собой силу сопротивления относительному перемещению двух тел до начала перемещения одного тела относительно другого. Сила трения покоя, как правило, выше, чем сила трения движения. Сила трения направлена противоположно реальному либо возможному относительному движению тел.

Трение в значительной степени определяет энергетические потери при работе машин и механизмов, поглощая до 30–40 % всей вырабатываемой в мире энергии. В то же время работа ряда агрегатов современной техники основана на использовании явления трения (механические тормоза, фрикционные устройства, движители ряда мобильных машин), так же, сила трения используется в некоторых технологических процессах, например, при сварке трением.

Наиболее распространенным и доступным методом снижения потерь на трение в машинах и механизмах, увеличения их долговечности и надежности, является использование смазочных материалов. Смазочные материалы — это продукты органического или неорганического происхождения, которые наносят на поверхности трения (процесс смазки) для уменьшения силы трения и интенсивности изнашивания

Из-за неизбежно возникающих в процессе обработки волнистости и шероховатости поверхностей контактирующих деталей их механический контакт представляет собой совокупность точек контакта, через которые передается сила, прижимающая эти тела друг к другу. Иначе говоря, механический контакт реальных твердых тел осуществляется в результате соприкосновения вершин неровностей и волн, и сила трения является равнодействующей элементарных сил трения, возникающих на пятнах фактического контакта. Следует различать номинальную площадь контакта (геометрическую площадь