

Кувшинов Алексей Николаевич, к.т.н., доцент кафедры «Мобильные энергетические средства и сельскохозяйственные машины имени профессора А.И. Лещанкина» Института механики и энергетики ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарева»

e-mail: mesmgu@mail.ru

Фирсова Надежда Михайловна, студент Института механики и энергетики ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарева»

Лысенков Владислав Олегович, студент Института механики и энергетики ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарева»

ОБЗОР СИСТЕМ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ВОЖДЕНИЯ В ТОЧНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

Аннотация: В статье представлен обзор систем параллельного вождения. Данные системы относятся к точному земледелию и широко распространены. Проведен анализ наиболее популярных систем, определены их особенности и ограничения. Дана сравнительная характеристика таких систем.

Ключевые слова: точное земледелие, глобальные навигационные спутниковые системы, система параллельного вождения, GPS, GLONASS, дисплей, внешняя антенна, точность.

Abstract: The article presents an overview of parallel driving systems. These systems belong to precision farming and are widespread. The analysis of the most popular systems was carried out, their features and limitations were determined. A comparative characteristic of such systems is given.

Keywords: precision farming, global navigation satellite systems, parallel steering system, GPS, GLONASS, display, external antenna, accuracy.

Главной задачей любого сельскохозяйственного предприятия является получение максимальной прибыли при минимальных затратах. Эффективность складывается из множества факторов и параметров, главными из которых является правильное использование техники и ресурсов. Наиболее популярные технологии в настоящее время связаны с цифровизацией сельского хозяйства, называемые точным земледелием (ТЗ) или Precision Farming [6; 9]. В настоящее время не существует единого определения, характеризующими данную технологию на уровне стандарта или норматива. Анализ литературных источников показал, что существует свыше 120 определений, в которых рассматриваются экономические, управленческие, технические, экологические, производственные и другие аспекты. Мы будем рассматривать этот термин как современные технологии использования техники и материальных ресурсов, позволяющий свободно передавать цифровые данные между собой, или так называемые сквозные технологии. Наиболее представленные элементы включают в себя [3; 6]:

- 1) глобальные системы позиционирования ГСП (GNSS);
- 2) географические информационные системы ГИС (GIS);
- 3) технологии оценки урожайности (YMT);
- 4) технологии переменного нормирования (VRT);
- 5) технологии дистанционного зондирования ДЗЗ (RSD);
- 6) системы параллельного и автоматического вождения (Autotrac/auto steer);
- 7) интернет вещей (IoT);
- 8) мобильные приложения (app/mobile) и др.

Наиболее используемые в РФ технологии ТЗ является использование систем параллельного вождения [3; 7]. Это связано с доказанной эффективностью таких решений и быстрой окупаемостью. Также играют значительную роль, что большинство производителей мобильных и технологических машин в сельском хозяйстве уже оснащают с завода технику встроенными системами параллельного и автоматического вождения. Система

параллельного вождения предназначена для движения по полю по прямым или базовым линиям. Прямолинейное движение высокопроизводительных агрегатов затруднено для механизатора, так как такие машины широкозахватные и зачастую не видно обработанный край участка. Особенно это актуально для опрыскивателей и разбрасывателей, так как там очень трудно различить обработанный и необработанный участки. Для таких случаев механизаторам приходилось использовать не всю ширину захвата орудия, а двигаться с перекрытием. Средняя величина «недоиспользования» ширины захвата для разных орудий, квалификации механизатора, конфигурации поля и других условий составляет около 0,5 м. При этом движение с меньшим перекрытием в течение рабочей смены, например, для комбайнера, вызывает излишнее перенапряжение и усталость, что опять в конце дня может привести к ошибкам и огрехам.

По разным источникам системы параллельного вождения позволяют повысить производительность, снизить затраты ГСМ и удобрений и значительно облегчить условия труда механизатора. При этом эффективность применения таких технических средств уже начинается с 500 га площади поля, для которой экономия минеральных удобрений (при норме внесения 150 кг/га) составляет до 2,6 т, а увеличение производительности до 20%, экономии топлива до 70 л [8, с. 8]. Стоит отметить, что данные цифры будут меняться как от культуры, площади поля, проводимых работ, при этом, чем производительней машинно-тракторный агрегат, тем больше увеличение производительности [2; 4].

Существуют несколько способов и технических средств для параллельного движения машинно-тракторных агрегатов (МТА), основанные на механическом принципе копирования, машинном зрении, спутниковой навигации.

Технические средства, основанные на глобальных навигационных спутниковых системах (GNSS), наиболее распространены и просты как в установке, так и использовании.

Такие системы состоят из следующих элементов:

- 1) дисплей или светодиодная лента;
- 2) блок управления;
- 3) антенна спутниковой связи GPS и GLONASS.

По функциональному признаку их можно подразделить на [8]:

1) курсоуказатели или пассивные системы, рисуют базовую линию на дисплее или показывают отклонение от нее в виде светодиодных индикаторов, механизатор сам управляет рулевым колесом по траектории;

2) подруливающие или активные системы параллельного вождения, управляют рулевым колесом или гидрораспределителем рулевого управления, водитель управляет или контролирует навесное оборудование.

3) автоматические системы или автопилоты, полностью управляют всеми процессами (технологическими, движения, выбора передач, скорости, управления, разворота и т.д.).

Подруливающие системы параллельного вождения с навигацией по глобальным навигационным спутниковым системам (GNSS), наиболее часто применяются в крупных хозяйствах и агрохолдингах. При этом они могут быть как встроенные с завода-изготовителя, так и устанавливаться как дополнительное оборудование на различную технику. Из большого перечня подобного типа оборудования наиболее представлены на российском рынке фирмы Trimble, Topcon, Tee Jet Technologies, John Deere, Raven Industries, ПАО «РОСТСЕЛЬМАШ», ООО «ЦТЗ Аэросоюз» и другие. Каждая из этих фирм предоставляет большой выбор моделей, с базовыми и расширяемыми функциями под различные задачи. Самые современные на данный момент модели Matrix Pro 570 GS от компании Tee Jet Technologies, GFX-750 с контроллером NAV-900 и подруливающим устройством EZ steer от компании Trimble, Агронавигатор 7 тип (с подруливающим устройством EMS2) от компании ООО «ЦТЗ Аэросоюз». У данных агронавигационных систем существуют множество функций и модулей, позволяющих расширять их возможности, но зачастую такая модульность затрудняет их выбор под конкретные задачи. Общим

является наличие электрического привода на рулевом управлении и внешнего навигационного приемника, способного принимать сигналы на различных частотах для увеличения точности работы. К общим можно отнести такие функции как:

- 1) наличие цветного сенсорного дисплея и светодиодного индикатора;
- 2) экспорт полей в нескольких форматах;
- 3) выбор различных систем измерения;
- 4) подключение внешних модулей;
- 5) компенсация рельефа;
- 6) подключение платных корректирующих сигналов для увеличения точности проходов;
- 7) наличие USB-порт для экспорта данных и обновления прошивки;
- 8) контроль текущих эксплуатационных показателей (скорости, отклонения от курса, выполненной работы, время работы, количества доступных спутников и т.д.).

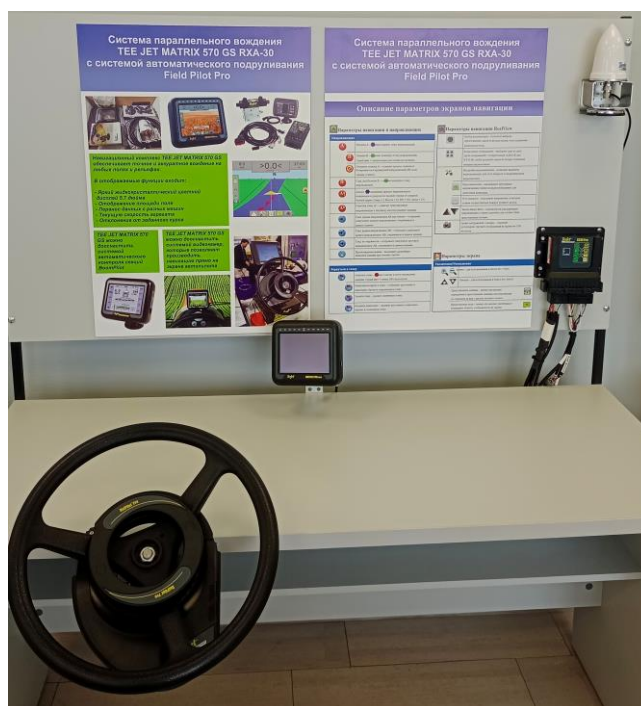


Рисунок 1 – Агронавигатор Matrix Pro 570 GS

Для модели Matrix Pro 570 GS от компании Teejet, характерны следующие

особенности, что кроме подруливающего устройства (рисунок 1), могут подключаться видео-камеры [5], позволяющие синхронно накладывать схему навигации на реальную картинку рельефа местности.

При этом камеры могут оснащаться инфракрасной подсветкой и их количество может достигать 8. Оператор сам выбирает режим навигации, либо в виде стандартной схемы движения, либо в режиме реального видео RealView, когда навигационная информация и реальное видеоизображение поля одновременно отображаются на экране.

Дополнительно подключаемые модули: управление секциями опрыскивателя, коррекция наклона, внешний GPS-приемник или улучшенная антенна.

Система параллельного вождения с дисплеем GFX-750, контроллером NAV-900 и подруливающим устройством EZ-Pilot [10] от компании Trimble представлена на рисунке 2.

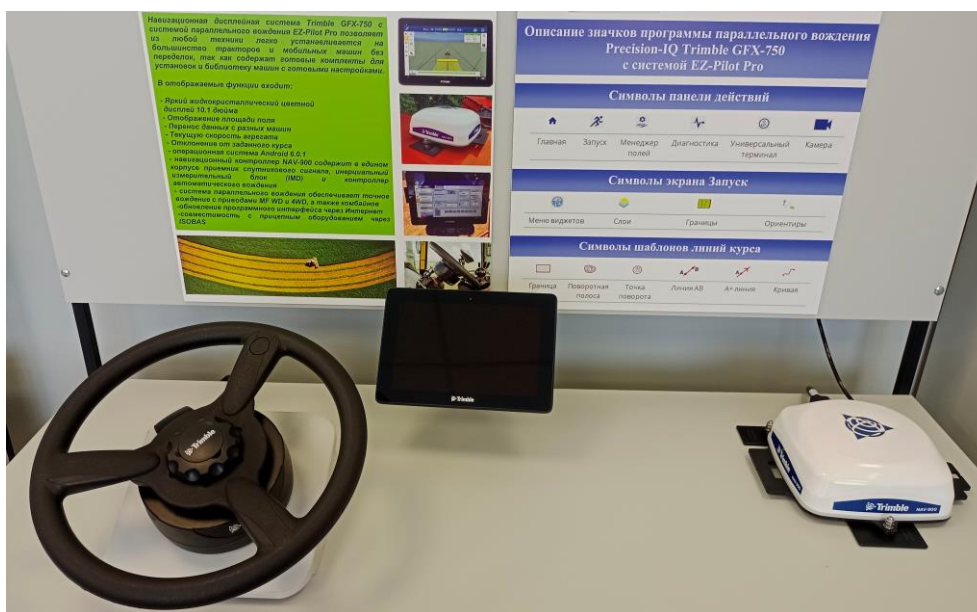


Рисунок 2 – Система параллельного вождения от компании Trimble

Кроме базовых функций системы параллельного вождения от компании Trimble стоит отнести, что главным модулем выступает контроллер NAV-900, который совмещает в себе функции модуля спутниковой связи и управления

исполнительными механизмами. Широкий ряд дисплеев позволяет без труда подобрать нужную модель с диагональю от 7 до 10 дюймов. К особенностям дисплейной системы стоит отметить, что она работает на операционной системе Android 6.0.1, что позволяет быстро адаптироваться в привычных настройках программного интерфейса. Также данный дисплей имеет все функции стандартного планшета (набор стандартных программ), связь Wi-Fi и Bluetooth, что расширяет функциональные возможности системы.

Система параллельного вождения Агронавигатор 7 тип (с подруливающим устройством EMS2) от компании ООО «ЦТЗ Аэросоюз» представлена на рисунке 3.



Рисунок 3 – Система параллельного вождения Агронавигатор 7 тип от компании ООО «ЦТЗ Аэросоюз»

К особенностям системы можно отнести, что в качестве контроллера управления выступает сам дисплей навигатора, в котором идет управление не только подключаемым электрически приводом рулевого управления, но и дополнительными силовыми каналами, которые можно запрограммировать отдельно для дополнительных устройств. Сенсорный экран дублируется

джойстиком и кнопками управления, что позволяет настраивать прибор в перчатках. Имеются дополнительные интерфейсы (k-line), токовая петля, входы импульсного расходомера.

Выводы. Эффективность сельскохозяйственного производства связана с правильным использованием современной техники. Наиболее динамично развивающимся направлением являются технологии, связанные с цифровизацией или точным земледелием. Это набор технологий, позволяющий эффективно управлять техникой, материалами и другими ресурсами. Из всех технологий наиболее широко представлены системы параллельного вождения, которые позволяют увеличить производительность, снизить затраты на удобрения и топливо, при этом значительно облегчают условия труда на высокопроизводительной технике.

Библиографический список:

1. Агронавигатор 7 тип [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.aerounion.ru/catalog/25> (дата обращения: 12.03.2023).

2. Григорьев Н. С. Оценка экономической эффективности систем параллельного вождения в растениеводстве / Н. С. Григорьев // Структурные изменения в экономике России в условиях торгово-экономических санкций и политики импортозамещения: сборник научных трудов по итогам Всероссийской научно-практической конференции, Саратов, 28 февраля 2017 года. – Саратов: Саратовский социально-экономический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова", 2017. – С. 30-31.

3. Завьялова А. Г. Ставка на точное земледелие / А. Г. Завьялова, О. Е. Комарова // АПК News. – 2019. – № 13. – С. 71-73.

4. Клинк Г. В. Оптимизация управления машинно-тракторным агрегатом с помощью современных систем навигации и параллельного вождения / Г. В. Клинк, А. Н. Котомчин // Вестник Приднестровского университета. Серия:

Физико-математические и технические науки. Экономика и управление. – 2011. – № 3(39). – С. 93-97.

5. Навигация и автоподруливание [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.teejet.com/ru-ru/точное-земледелие/навигация-и-автоподруливание> (дата обращения: 12.03.2023).

6. Разработка практических рекомендаций для создания электронных карт полей с помощью программ на базе операционной системы ANDROID / А. Н. Кувшинов, В. Ф. Купряшкин, А. П. Иншаков, И. И. Курбаков // Нива Поволжья. – 2020. – № 4(57). – С. 109-115. – DOI 10.36461/NP.2020.57.4.007.

7. Сравнительная оценка систем параллельного вождения / Д. А. Петухов, М. Е. Чаплыгин, С. А. Свиридова, В. Воронков // АГРОСНАБФОРУМ. – 2016. – № 1(140). – С. 18-21.

8. Техничко-технологическое оснащение АПК: проблемы и решения Системы параллельного вождения нового поколения - экономия и точность до сантиметра // Техника и оборудование для села. – 2017. – № 2. – С. 8-9.

9. Харитонов В. И. Инструменты формирования цифрового сельского хозяйства в контексте развития системы управления продовольственным обеспечением / В. И. Харитонов // E-Scio. – 2021. – № 9(60). – С. 262-268.

10. Trimble. Agriculture. EZ-Pilot assisted steering system [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://agriculture.trimble.com/en/products/hardware/steering-systems/ez-pilot-assisted-steering> (дата обращения: 12.03.2023).