

2. Организационно-технологические нормативы возделывания кормовых и технических культур : сборник отраслевых регламентов / НАН Беларуси, НПЦ НАН Беларуси по земледелию ; рук. разраб. : Ф. И. Привалов [и др.]. – Минск : Беларуская навука, 2012. – 288 с.

УДК 631.3.072

## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

**Т.А. Непарко, канд. техн. наук, доцент,**  
**Е.А. Городецкая, канд. техн. наук, доцент,**  
**О.В. Жаврид, магистрант**

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь,  
[mta\\_mtp@bsatu.by](mailto:mta_mtp@bsatu.by)*

*Аннотация:* В статье проанализированы интеллектуальные системы точного управления движением агрегатов по полю.

*Summary:* The article analyzes intelligent systems for precise control of the movement of aggregates across the field.

*Ключевые слова:* точное земледелие, система, параллельное вождение, навигация, автопилотирование.

*Key words:* precision farming, system, parallel driving, navigation, autopilot.

**Введение.** Точное земледелие – это комплексная система сельскохозяйственного менеджмента, которая заключается в использовании компьютерных и спутниковых технологий для управления продуктивностью почвы. В частности, в точном земледелии используются такие технологии, как спутниковая система навигации GPS, «интернет вещей» (IoT), географические информационные системы (GIS), технологии оценки урожайности (Yield Monitor Technologies) и другие. Эти технологии коренным образом меняют традиционные подходы к сельскохозяйственным работам. Применение точного земледелия позволяет повысить эффективность и производительность на каждом этапе сельскохозяйственных работ, оптимизировать количество вносимых материалов, снизить затраты и увеличить урожайность [1-4].

**Основная часть.** В настоящее время в мире все ведущие предприятия и фирмы по производству сельскохозяйственной техники создают свою продукцию с учетом требований точного земледелия. В их число входят производители сельскохозяйственной техники –

John Deere, Kubota, Claas Group, Deutz Fahr, Case IH, New Holland. Каждая компания отличается своими инновационными разработками в данной технологии, обеспечивая эффективность в применении производимой ими техники. При этом большое внимание уделяется интеллектуальным системам точного управления движением агрегатов по полю. С момента проникновения спутниковой техники GPS в сельское хозяйство все больше предприятий используют ее преимущества. Они оснащают ею сельхозтехнику и ежедневно извлекают выгоду от высокоточного параллельного вождения.

В сельском хозяйстве получили широкое распространение и доказали свою эффективность три класса приборов для управления движением тракторов и комбайнов, использующих GPS-приемники: системы параллельного вождения и подруливающие устройства для автопилотирования. Использование космических навигационных систем становится возможным после установки на транспортное средство специального приемника, постоянно получающего сигналы о местоположении навигационных спутников и расстояниях до них. В зависимости от требуемой точности управление такой техникой осуществляется механизатором вручную по показаниям метки на экране дисплея, либо с использованием подруливающего устройства или автопилотирования.

Система параллельного вождения – это активное участие механизатора в управлении машиной по схеме «измерение текущих координат сельхозмашины – отображение отклонений от заданного маршрута на табло в кабине – вращение механизатором рулевого колеса для удержания агрегата на заданном маршруте».

Автопилотирование отличается от параллельного вождения тем, что отклонения от заданной траектории, вырабатываемые GPS-приемником и навигационным контроллером, через специальные устройства (управляющий клапан) вводятся непосредственно в гидравлическую систему управления ходовой частью трактора, исключая инертность и люфт рулевого управления. В дополнение на трактор устанавливается специальный датчик угла поворота колес. Такая система обеспечивает максимальную точность (отклонение  $\pm 2$  см) движения по маршруту без вмешательства механизатора.

Основное преимущество использования систем параллельного вождения – уменьшение ошибок (сведение к минимуму человеческого фактора) при обработке полей. Практика показывает, что при

опрыскивании культур традиционным способом большинство операторов предпочитают проходить соседние ряды с перекрытием, чтобы избежать пропусков. В результате взаимное перекрытие рядов, даже с использованием пенных маркеров, составляет не менее 5 %. Применение указателей курса с подруливающими устройствами снижает перекрытие до 2–3 % и менее.

Так как точность вождения напрямую зависит от точности измерений GPS-приёмника, то очень важно знание механизаторами основных принципов работы приёмников. На точность определения местоположения влияет несколько основных факторов: временные рассогласования, количество одновременно наблюдаемых спутников, атмосферная интерференция, вариации орбит спутников, многолучевое распространение сигнала и др.

Системы параллельного вождения и автопилотирования помогают точно соблюдать расстояния между проходами машин при выполнении полевых работ. При их использовании технологические операции выполняются с минимальными перекрытиями, экономятся рабочее и машинное время, топливно-смазочные материалы, семена, удобрения и средства защиты растений. Навигация очень удобна для опрыскивания, которое лучше проводить ночью, когда ниже температура воздуха и отсутствует ветер. Таким образом, преимуществами систем параллельного вождения являются: точность движения агрегатов по междурядьям; снижение нагрузки на тракториста (машиниста); возможность работы в темное время суток и в условиях плохой видимости.

**Закключение.** С момента проникновения спутниковой техники GPS в сельское хозяйство все больше предприятий используют ее преимущества. Они оснащают ею сельхозтехнику и ежедневно извлекают выгоду от высокоточного параллельного вождения. Благодаря наличию интерфейса между системами можно легко экспортировать данные о загонках, опорных линиях и сведения о задаче на ПК с помощью USB-накопителя.

### **Список использованной литературы**

1. Непарко, Т.А. К проблеме использования технических средств в системе точного земледелия / Т.А. Непарко, Н.И. Болтянская, О.В. Жаврид // В сб.: Актуальные проблемы устойчивого развития сельских территорий и кадрового обеспечения АПК : материалы Международной науч.-практ. конф. – Минск, БГАТУ, 2022. – С. 169–172.
2. Непарко Т.А., Жданко Д.А. Аграрное инновационное образование. // Наука и образование. – 2021. – № 3 (217). – С. 31–33.

3. Непарко, Т.А. Пооперационное использование технических средств в системе точного земледелия / Т.А. Непарко, О.В. Жаврид // В сб.: Современные направления повышения эффективности использования транспортных систем и инженерных сооружений в АПК : материалы Международной студ. науч.-практ. конф. – ФГБОУ ВО РГАТУ.– Рязань, 2022.– С. 167–170.

4. Шило, И.Н. Интеллектуальные технологии в агропромышленном комплексе /И.Н. Шило, Н.К. Толочко, Н.Н. Романюк, С.О. Нукешев.– Минск : БГАТУ, 2016.– 336 с.

УДК 631.3(075.32)

## **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ В АПК**

**Т.А. Непарко, канд. техн. наук, доцент,  
П.С. Хмельницкий, магистрант**

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь,  
mta\_mtp@bsatu.by*

*Аннотация:* В статье проанализированы методы развития интеллектуального технического обслуживания и диагностики технических средств.

*Summary:* The article analyzes the methods for the development of intellectual maintenance and diagnostics of technical means.

*Ключевые слова:* автоматизация, данные, аналитическая обработка, управление, информация, сенсорный мониторинг.

*Key words:* automation, data, analytical processing, control, information, sensory monitoring.

**Введение.** Развитие интеллектуальных систем технического обслуживания (ТО) является следствием развития автоматизации управления техническим обслуживанием на основе широкого использования информационных технологий. Информационная система управления ТО включает три уровня – сбор данных, аналитическую обработку данных и управление информацией [1]. Интеллектуальные системы находят наибольшее применение в диагностическом обслуживании, которое осуществляется в сочетании с телематикой, основанной на использовании сенсоров, благодаря чему обеспечивается глубокое проникновение в особенности работы машин и, как следствие, оптимизация процедур обслуживания с целью повышения работоспособности машин.

**Основная часть.** Основой интеллектуального технического обслуживания является сбор и связывание данных с машин и энергетических средств. Технические инфраструктуры оснащены дат-