

УДК 338.43

## ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ COGNITIVE AGRO PILOT ПРИ РАБОТЕ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

**Козюков Артем Викторович**

аспирант

**Михеев Николай Владимирович**

кандидат технических наук, профессор

[mikheyev@mgau.ru](mailto:mikheyev@mgau.ru)

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

**Аннотация.** Представлены основные проблемы процесса уборки зерновых культур. Принцип действия и технология работы системы точного земледелия COGNITIVE AGRO PILOT. Обоснованы результаты эффективности применения системы в реальных производственных условиях уборки зерновых культур на примере внедрения системы на комбайны CLAAS TUCANO 580 и TORUM 750.

**Ключевые слова:** Потеря урожая, комбайн, COGNITIVE AGRO PILOT, беспилотные комбайны.

Уборка зерновых культур сложный процесс и результат успешной уборочной компании зависит от очень многих факторов. Озимая и яровая пшеницы созревают равномерно, осыпание зерна начинается при перестое на корню; озимая рожь и ячмень созревают дружно, с наступлением полной спелости озимая рожь склонна к осыпанию, а у ячменя колос поникает и становится ломким; овес созревает неравномерно, при перестое осыпаются крупные зерна [1, 2].

Зерновые культуры убирают двумя способами: однофазным (прямое комбайнирование) и двухфазным (раздельная уборка).

Способ уборки зависит от климатических условий, состояния стеблестоя и засоренности.

Однофазный способ уборки применяется для низкорослых, изреженных хлебов, находящихся в фазе полной спелости, а также в районах с повышенной влажностью в период уборки. Высота среза устанавливается в пределах 10-15 см.

Двухфазная уборка применяется для высокостебельных, неравномерно созревающих посевов и при их значительной засоренности. Применение двухфазного способа уборки дает возможность начать уборочные работы на 4-5 дней раньше и получить сухое зерно. Скашивание начинают в фазе восковой спелости при влажности зерна 36-40%, высота среза устанавливается в пределах 15-25 см, с тем, чтобы образовавшийся валок прочно держался на стерне и хорошо продувался [3, 4].

Для увеличения производительности и эффективности работы комбайна в современном сельском хозяйстве происходит внедрение умного земледелия. Повысить эффективность работы комбайна можно следующим образом: повысить выработку комбайна за смену, уменьшить холостые проходы. Для этого разработана система автоматического управления комбайном COGNITIVE AGRO PILOT.

Во время уборки комбайн передвигается самостоятельно с помощью системы определения объектов, однако комбайнёр всё-таки находится в кабине.

Его задача — не рулить комбайном, а настраивать параметры процесса уборки урожая. В их число входит угол наклона жатки, настройка процесса обмолота зерна и его очистки. Использование таких беспилотных комбайнов позволит сократить потери урожая при уборке на 30-40% [2].

Комбайн управляется системой Cognitive Agro Pilot, которая состоит из бортовой видеокамеры, вычислительного блока и системы Agrodroid — модифицированная под задачи сельского хозяйства нейронная сеть. Эта система обеспечивает автономное управление сельскохозяйственной техникой со скоростью до 15 км/ч. Робота можно использовать не только при уборке урожая, но и в работе тракторов, опрыскивателей и другой техники [3].

Система состоит: из видеокамеры, устанавливаемой на кронштейн зеркала (рис.1); интерфейса оператора в виде дисплея в кабине (рис.2), через который осуществляются настройки системы; блока управления системой NVIDIA Jetson TX2 (рис.3) установленный под кабиной; датчика угла поворота колес (рис.4) и насоса дозатора для автоматического управления машиной (рис.5).

Основной работы системы является анализ изображений, поступающих с бортовых видеокамер, с помощью алгоритмов машинного обучения.



Рисунок 1 – Место установки видеокамеры



*Рисунок 2 – Дисплей оператора для контроля и настройки системы*

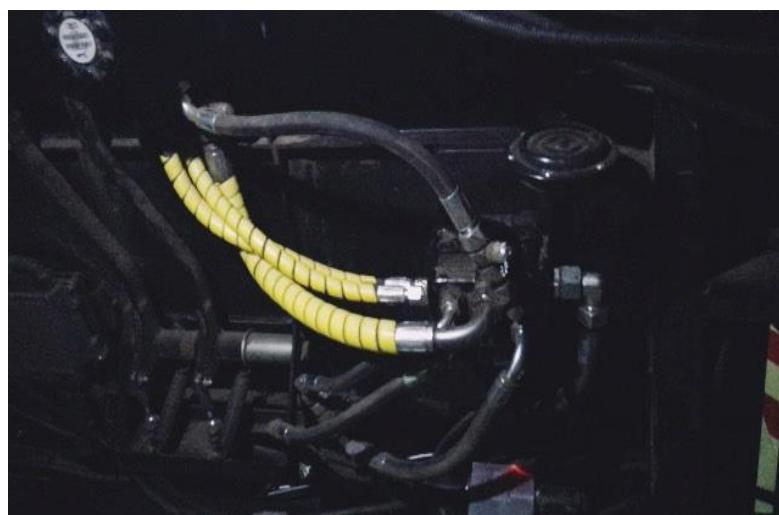
Система способна «понимать» типы и положения объектов на пути, строить траектории и подавать команды для необходимых маневров. Она обеспечивает контроль движения транспортного средства по краю (ряд культуры, граница обрабатываемой земли), управляет движением по ряду или валкам; разворачивает транспортное средство после прохождения края убранного урожая или обрабатываемой площади [4, 5].



*Рисунок 3 – Системный блок управления NVIDIA TX2/*



*Рисунок 4 – Датчик поворота колёс*



*Рисунок 5 – Насос-дозатор*

Система также способна объехать препятствие и включить аварийную остановку в случае столкновения с другим оборудованием или людьми. Работа беспилотника начинается с обнаружения и распознавания типов объектов. Валки, ряды, края, препятствия, другие машины и люди, столбы, обработанная и необработанная часть поля — всё это распознаётся и выделяется как отдельные объекты. Далее вокруг машины строится подробная карта препятствий и границ, после чего система строит траекторию движения машины с учётом её размеров, расположения препятствий и в соответствии с критерием максимальной безопасности людей и другой техники [4, 6, 7].



Одно из основных преимуществ использования подобного беспилотника — его способность работать в любую погоду и при любом освещении, даже ночью [8, 9]. Система компьютерного зрения также позволяет определять и мелкие препятствия, возникающие на пути транспортного средства, — мелких животных, металлические предметы, камни — что невозможно при использовании GPS-навигации или на территориях со слабым спутниковым сигналом [5, 10, 11].

Перед началом уборки зерновых культур в одном из подразделений ГК РУСАГРО Тамбовской области на двух комбайнах TUCANO 580 и TORUM 750 фирмы CLAAS были установлены системы COGNITIVE AGRO PILOT. На практике машины, оснащенные этой системой, показали хорошие результаты.

1. Увеличение выработки за смену до 30 %
2. Уменьшение нагрузки на оператора на 20%
3. Увеличение качества работы за счёт концентрации оператора на основных параметрах и регулировках комбайна.

Однако эти показатели должны быть уточнены в следующем уборочном сезоне в связи с тем, что операторы проходили обучение работе с элементами этой системы, а характеристики были сняты при управлении комбайнами операторами специалистами.

#### **Список литературы:**

1. <https://cognitivepilot.com/products/cognitive-agro-pilot/>
2. Новая технология возделывания и уборки сахарной свеклы в условиях северо-востока Центрального Черноземья / В.И. Горшенин, С.В. Соловьёв, А.Г. Абросимов, О.А. Ашуркова // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. - 2016. - № 3. - С. 165-171.
3. <https://habr.com/ru/company/cognitivepilot/blog/514678/>
4. Аникьев, А.А. Оценка морфологических признаков плодовых растений методом компьютерной обработки изображений / А.А. Аникьев, С.В. Фролова, Э.Н. Аникьева // В сб.: Информационные технологии в стратегии

реиндустриализации АПК региона: материалы. Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова. – Пермь: ИПЦ Прокрость, 2018. – С. 12-16.

5. Башилов, А.М. Проект управления аграрным производством на основе систем видеомониторинга / А.М. Башилов // Техника и оборудование для села. 2010. № 10. С. 46-48.

6. <https://m2msolutions.ru/monitoring-apk/avtopiloty>

7. Башилов, А.М. Безграничные возможности инновационных технологий видеонаблюдения и видеоадминистрирования / А.М. Башилов // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ им В.П. Горячкина. 2007. № 2(22). С. 12-16.

8. Unmanned aerial vehicles for estimation of vegetation quality / A.Yu. Astarov, K.A. Prishutov, I.P. Krivolapov, S.Yu. Astarov, A.A. Korotkov // Amazonia Investiga. - 2019. - Т. 8. - № 23. - С. 27-36.

9. Хатунцев, В.В. Перспективы использования цифровизации при формировании профессиональных компетенций обучающихся технических направлений аграрного высшего образования / В.В. Хатунцев, К.А. Манаенков, И.П. Криволапов // Наука и Образование. – 2020. – Т. 3. – № 1. – С. 41.

10. Подготовка инженерных кадров в области техносферной безопасности в разрезе аграрного университета / И.П. Криволапов, С.Ю. Щербаков, К.А. Манаенков [и др.]// В сб: Техносферная безопасность как комплексная научная и образовательная проблема. – Санкт-Петербург: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», 2018. – С. 177-181

11. Коротков, А.А. Автоматизированные системы контроля в сельском хозяйстве в контексте реализации концепта IOTAGRO / А.А. Коротков, И.П. Криволапов // Наука и Образование. – 2019. – Т. 2. – № 2. – С. 25.

**UDC 338.43**

**APPLICATION OF THE COGNITIVE AGRO PILOT SYSTEM IN THE  
OPERATION OF COMBINE HARVESTERS**

**Kozyukov Artem Viktorovich**

graduate student

**Mikheev Nikolay Vladimirovich**

Candidate of Technical Sciences, Professor

[mikheyev@mgau.ru](mailto:mikheyev@mgau.ru)

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

**Annotation.** The main problems of the grain harvesting process are presented. The principle of operation and technology of the COGNITIVE AGRO PILOT precision farming system. The results of effective application of the system in real production conditions of grain harvesting are substantiated by the example of the system implementation on CLAAS TUCANO 580 and TORUM 750 combines..

**Key words:** the loss of the harvest, harvester, COGNITIVE AGRO PILOT, unmanned harvesters.