**Автоматизированные системы управления сельскохозяйственной техникой как инструмент развития точного земледелия**

***Якушев А. А.***

*студент*

Научный руководитель: Григорев Николай Николаевич, старший преподаватель

*Новосибирский государственный аграрный университет, инженерный институт, Новосибирск, Россия*

*E–mail: cany3323@yandex.ru*

В основе любого бизнеса лежит основное правило – это непрерывное снижение себестоимости продукции и повышении производительности относительно затраченных ресурсов на одну единицу.

Точное земледелие – это стратегия управления, которая использует информационные технологии для извлечения данных из множества источников с целью принятия правильных решений по управлению сельскохозяйственной организацией. [1] Спектр развития данного направления потенциально велик. К примеру, на основе компьютерных, спутниковых технологий, а также лабораторных данных возможно составление точных карт полей с указанием особенностей отдельных участков. В совокупности это позволяет повысить продуктивность полей, на которых раньше был недостаток питательных веществ и перерасход удельных энергозатрат, что в свою очередь позволяет добиться оптимальных показателей.

Согласно данным аналитического центра Министерства сельского хозяйства, внедрение цифровой экономики позволит снизить затраты более чем на 23% и обеспечить получение положительного экономического эффекта при внедрении комплексного подхода. [4]

При несбалансированном подходе использования машинно-тракторного парка, семенного потенциала, средств защиты растений, утрачивается порядка 40% урожая.

Исходя из статистики Росстата, за 2021 год, внедряя цифровую технологию появляется возможность получения общего прироста продукции сельского хозяйства более 350 млрд рублей.

Но точное земледелие не ограничивается набором строго определённых технических средств и методик, правильнее будет сказать, что оно является концепцией, которая включает в себя использование технологий спутникового позиционирования (GPS), геоинформационных систем точного картографирования полей (GIS) и др. [3] К примеру, основываясь на статистических данных по внедрению системы автоматизированного управления компании РОССЕЛЬМАШ в зерноуборочных комбайнах TORUM 785 с адаптером 9 м, возможно получить увеличение производительности не менее чем на 30%

Сегодня, основными инструментами для развития автоматизированных систем контроля являются разработки в основу которых входят карты-задания и искусственный интеллект.

Наглядным примером служит компания «РОСТСЕЛЬМАШ», которая начала использовать гибридную технологию машинного зрения, ГНСС и RTK сигналы в системе автоуправления «РСМ Агротроник Пилот 2.0». Все это привело к снижению трудоемкости, пропусков и перекрытий при проведении полевых работ, увеличению производительности, экономии трудозатрат и горюче-смазочных материалов, а также непрерывной работе в темное время суток и условиях плохой видимости. Помимо всего вышеперечисленного за счет использования датчиков позиционирования (датчик рядка) имеется возможность обеспечивать заданную траектория движения сельскохозяйственных агрегатов. Это особо актуально для уборки пропашных культур и кормозаготовке. [5]

Применение машинного зрения способствовало множеству нововведений, таких как: распознавание препятствий и автоматическая остановка комбайна (трактора), движение техники в автоматизированном режиме как по кромке поля, так и по валку.

Данное направление применимо к большому разнообразию сельскохозяйственных машин, начиная от тракторов, заканчивая комбайнами, благодаря такому разнообразию возможно охватить множество областей использования, тем самым улучшить условия труда.

Основной принцип действия данной системы базируется на построении карт-заданий. Алгоритм, оценивая основные характеристики поля и машины, выстраивает оптимальный маршрут движения техники. При этом, если производится уборка сельскохозяйственных культур, минимизируется время простоя, путем заблаговременного информирования о месте выгрузки.

В комплект оснащения такой системы входит базовая станция RTK, камера, контроллер, приемник, пылевлагозащищенный дисплей, управляющий механизм и датчик рядка. Прием информации осуществляется через базовую станцию RTK после чего полученные данные перенаправляются на контроллер. Камера используется для распознавания препятствия во время работы техники, а также при нестабильном соединении со станцией служит зрительным рабочим органом движения. Контроллер отвечает за обработку полученных данных с приемника и камер, корректировку действий с дисплея и перенаправляет конкретные задачи на рабочие органы машины. Связующим элементом между механизатором и сельскохозяйственной машиной является дисплей, который отвечает за внесение корректировок, вывод основной информации о работоспособности агрегата и положении машины в пространстве. Функцией управляющего механизма является получение данных с контроллера и выполнение поворота колес техники. При соприкосновении датчика рядка и стеблестоя сигнал передается в контроллер, после чего происходит обработка и передача команды на управляющее устройство. [5]

В отличие от карт-заданий, принцип работы системы на основе искусственного интеллекта основан на применении технологий нейронных сетей и машинного зрения. Одним из передовых производителей данного направления в Российской федерации служит компания «Cognitive Agro Pilot». Это один из вариантов автономной работы сельскохозяйственных машин, который использует в своей основе искусственный интеллект, созданный с помощью методов глубокого обучения нейронных сетей на графическом процессоре Nvidia, в частности распознаванием объектов с помощью технологии свёрточной нейронной сети, которая с большей точностью распознает все классы объектов и позволяет системе выполнять автономную работу на полях, подруливать, совершать развороты, выполнять работу ночью и в условиях недостаточной видимости, автоматически производить разгрузку урожая в бункер или грузовик. [2]

Использование машинного зрения позволяет значительно сократит стоимость оборудования, при этом сохраняя аналогичный функционал с дорогостоящими сенсорами и стереокамерами. В комплект оснащения системы входит блок управления и курсового слежения, дисплей, система гидроуправления, датчик поворота колес и датчик рулевого колеса.

Блок управления представляет собой графический процессор NVIDIA TX2 и находится под кабиной с/х техники. В нем происходит основная обработка алгоритмов и формирование команд управления. Блок курсового слежения устанавливается на кронштейн зеркала, либо верхнюю часть агрегата и представляет собой цветную видеокамеру, производящую съемку в непрерывном режиме. Дисплей выполняет функции предупреждения и осуществляет настройки управления системой. Система гидроуправления состоит и блока управления гидроблоком и, непосредственно, самого гидроблока. Датчик поворота колес используется в том случае, когда с/х техника не имеет возможности передать исходные данные для одометрии (угол поворота колес, скорость движения). Датчик поворота рулевого колеса служит для передачи информации в блок управления об угле поворота рулевого колеса. [2]

Принцип работы данной системы состоит в следующем, с датчиков угла поворота рулевого колеса, колес с/х техники и блока курсового слежения поступает информация в блок управления, где программа производит обработку полученной информации и передает в CAN-шину команды на подруливание. Далее из CAN-шины команды управления поступают в систему гидроуправления, где и производится дальнейшее управление остальными системами. [2]

Не смотря на то, что вышеуказанные технологии недавно влились в сельское хозяйство и имеют относительно небольшой практический опыт применения с сопутствующими проблемами и недочетами их совершенствование и использование при производстве продукции растениеводства является неотъемлемой частью развития точного земледелия и цифровой трансформации АПК. Использование технического зрения позволяет решать задачи, касающиеся точной локализации линий посевов, картографирования навигационных маршрутов и их коррекции в режиме реального времени, а применение искусственного интеллекта совместно с различными системами контроля качества выполняемых технологических операций [7] позволит обеспечить комплексный подход к решению технических и технологических задач сельскохозяйственного производства.

**Список литературы**

1. Рудой Е. В. Научно-обоснованный прогноз развития точного земледелия в России / Е.В. Рудой, М.С. Петухова, С.В. Рюмкин, Е.В. Труфляк, Н.Ю. Курченко; Новосиб. гос. аграр. ун-т, Кубан. гос. аграр. ун-т им. И.Т. Трубилина – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2021. – 138 с.

2. Система авроматизированного управления сельскохозяйственной техникой COGNITIVE AGRO PILOT [Электронный ресурс]. 2022. URL: https://cognitivepilot.com/doc/manual\_broshura.pdf (дата обращения 25.03.2023).

3. Точное земледелие: принцип работы и перспективы [Электронный ресурс]. 2017. URL: <https://сельхозпортал.рф/articles/tochnoe-zemledelie/> (дата обращения 25.03.2023).

4. Туфляк. Е. В. Точное земледелие: состояние и перспективы / Е. В. Труфляк, Н. Ю. Курченко, А. С. Креймер. – Краснодар: КубГАУ, 2018. – 27 с.

5. Электронные системы РОССЕЛЬМАШ [Электронный ресурс]. 2022. URL: <https://rostselmash.com/upload/buklet_RSM_tochnie_system.pdf> (дата обращения 25.03.2023).

6. Real Time Kinematic [Электронный ресурс]. 2022. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Real_Time_Kinematic#Принцип_работы> (дата обращения 25.03.2023).

7. Педенко, А. В. Развитие систем контроля дозирования и распределения твердых минеральных удобрений / А. В. Педенко, Н. Н. Григорев // Повышение эффективности эксплуатации машин в АПК на основе современных технологий : Материалы внутривузовской научно-технической конференции, Новосибирск, 12 апреля 2022 года. – Новосибирск: Новосибирский государственный аграрный университет, Инженерный институт, 2022. – С. 34-39. – EDN WFWHCG.