

5. Lv, Y. Asymmetric cyclical hashing for large scale image retrieval / Y. Lv [et al.] // IEEE Transactions on Multimedia. – 2015. – Vol. 17, No. 8. – P. 1225–1235.

6. Zheng, L. Packing and padding: Coupled multi-index for accurate image retrieval / L. Zheng [et al.] // Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. – 2014. – P. 1939–1946.

УДК 631.331

*Чиж М. А.*

*Научный руководитель: ст. преподаватель Николаюк-Ртищева М. В.*

## РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ЗЕРНОВОЙ СЕЯЛКИ

Интеграция цифровых технологий в процессы автоматизации сельскохозяйственного оборудования представляет собой одно из значимых направлений повышения эффективности аграрного сектора. Такое внедрение позволяет усовершенствовать традиционные методы ведения современного сельского хозяйства. Цифровые технологии помогают повысить производительность, качество, эффективность и безопасность сельскохозяйственной продукции, а также снизить экологическую нагрузку и затраты. Цифровые технологии также способствуют развитию сельских территорий, созданию новых рабочих мест, повышению доходов и благосостояния сельских жителей.

Самым распространённым видом сельскохозяйственной техники является сеялка – агрегат, присоединяемый к трактору, который используется для посева зерновых культур и выполняющий роль дозирующего отбора семян и различных удобрений при посеве. Пример зерновой сеялки представлен на рисунке 1. За процессом высева следит оператор. Он выставляет и контролирует норму высева, отслеживает всю информацию, которая поступает с оборудования. Все эти действия отнимают много времени и не дают оператору сосредоточиться на непосредственном управлении машиной. Поэтому возникла потребность в разработке модуля, который будет настраивать норму высева, корректировать ее во время движения, собирать данные, отслеживать географическое положение и позволит оператору избежать необходимости постоянного внимания к процессу.

Таким образом, разработка системы мониторинга и управления зерновой сеялкой является актуальной задачей и приведет к повышению производительности, оптимизации ресурсов и улучшению методов ведения сельского хозяйства.



*Рисунок 1 – Зерновая сеялка в разложенном состоянии*

Современные зерновые сеялки в составе имеют следующие компоненты:

- Бункер хранения, представляющий из себя, ёмкость, разделенную на отсек для размещения высеваемой крупы и отсек для вносимых удобрений.
- Систему дозирования, которая обеспечивает соблюдения нормы высева (количество зерна в килограммах, которым необходимо засеять участок земли площадью в один гектар).
- Сошники – элемент зерновой сеялки, служащий для образования в почве бороздки, направления в неё семян и засыпания их почвой.
- Семяпроводы, представляющие собой систему транспортировки семян от системы дозирования к сошникам при помощи вентилятора.
- Систему внесения удобрений, которая служит для управления нормой внесения удобрений в почву.
- Система контроля процессом, которая позволяет следить за состоянием различных элементов сеялки в момент её работы. В процессе высева необходимо знать уровень зерна в бункере, работает ли в данный момент вентилятор, в сложенном ли состоянии находится сеялка. Такой подробный мониторинг обусловлен вероятностью холостой работы сеялки.
- Клапаны технологической колеи. Технологическая колея – это две незасеянные маршрутные дорожки, по которым при уходе за посевами (опрыскивание, подкормка) будут проходить колеса трактора и сельскохозяйственной машины. Образование такой колеи обеспечивается перекрытием доставки семян к некоторым сошникам. Ширина колеи устанавливается индивидуально под каждую зерновую культуру и зависит от размеров техники, которая будет обрабатывать поле. Пример технологической колеи представлен на рисунке 2.



*Рисунок 2 – Трактор, передвигающийся по технологической колее*

Процесс работы сеялки может быть описан следующим алгоритмом. Крупа, находящаяся в бункере, поступает на катушку. Катушка позволяет разбить просыпаемое зерно на порции, что позволяет управлять нормой высева с большей точностью. Из-за отличия в размере между зерновыми культурами и отличия в норме высева существуют катушки с определенными размерами ячеек. Вращаясь, катушка должна контролировать количество просыпаемой крупы. Так как скорость движения трактора может меняться в процессе высева, скорость вращения должна изменяться пропорционально. Но в нынешних сеялках вращение

катушек приводится в действие механизмом, на точность которого сильно влияет тряска агрегата, а норма высева никак не зависит от скорости движения. Такой подход имеет большой процент погрешности. А от качества такой работы зависит урожайность сельскохозяйственных культур. Далее при помощи воздуходувки крупа высыпается в землю. Внесение удобрений проводится по такому же алгоритму. Весь процесс высева или внесения удобрений должен отображаться на терминалах водителя, что должно давать возможность контролировать появление ошибок и вовремя предпринимать необходимые действия по их устранению.

Таким образом, система мониторинга и управления работой зерновой сеялки должна обеспечивать постоянный и бесперебойный сбор данных о наполненности бункера, оборотах высевающей катушки, положении агрегата и отправку их на терминал, в качестве которого выступает планшет.

Для выполнения функций управления работой сеялки должен быть реализован следующий функционал:

- Соблюдение нормы высева различных зерновых, зернобобовых культур, трав, мелкосемянных культур в зависимости от скорости движения сеялки, контроля рабочих параметров технологического процесса сеялки.

- Управление открытием и закрытием клапанов технологической колеи в соответствии с заданным тактом.

- Управление внесением удобрений с соблюдением необходимой дозировки и поддержание нормы в зависимости от скорости движения сеялки.

- Реализация модуля калибровки системы дозирования зерна. Калибровка должна проводиться перед началом высева для проверки соблюдения нормы.

- Считывание показаний системы для использования в алгоритмах работы сеялки и для отправки этих показателей на терминал управления.

Для выполнения функций мониторинга работы сеялки должен быть реализован следующий функционал:

- Выбор типа машины и агрегата. В начале работы оператор должен выбрать тип машины и агрегата. Машина представляет собой трактор разной модификации, отличающейся по таким параметрам, как высота антенны, расстояние от задней оси (центра) до антенны, смещение антенны влево/вправо, от задней оси (центра) до сцепного устройства и колёсная база. Агрегат представляет собой зерновую сеялку с такими параметрами, как ширина агрегата, ширина внесения, количество моторов, бункеров, наличие датчиков. От выбора машины и агрегата зависит начальная конфигурация приложения.

- Норма высева. Перед началом работы оператору нужно внести норму высева на гектар, тип культуры, тип катушки, чтобы модуль при высеве, отталкиваясь от скорости движения машины, самостоятельно настраивал норму высева на данном участке поля. Перед настройкой высева оператор должен выбрать тип катушки и поставить их на штатное место.

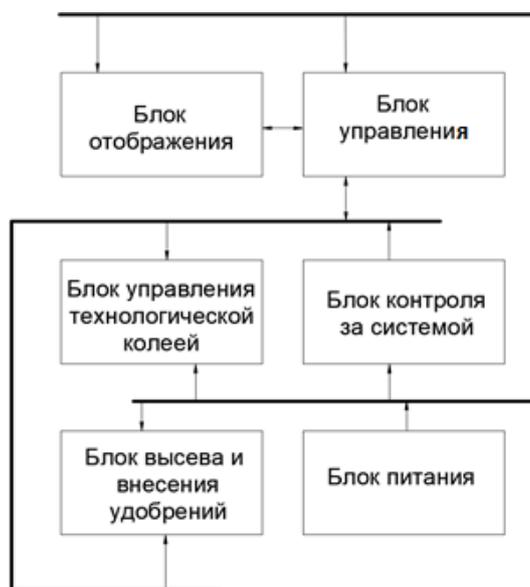
- Калибровка. Калибровка проводится после настройки нормы высева. Оператор будет настраивать скорость серводвигателей, норму высева и массу семян. Далее посредством кнопки оператор будет проводить высев в течение 10 секунд, взвешивать просеянные семена и вносить массу в модуль. Модуль должен будет рассчитать отклонение полученных результатов. Если отклонение

составляет не более 1 %, будет считаться, что модуль работает корректно. Калибровка будет проводиться на каждый серводвигатель отдельно. Количество серводвигателей зависит от выбора агрегата.

- Настройка технологической колеи. Необходимый ритм создания технологической колеи получается из расстояния между колеями и ширины захвата сеялки.

- Мониторинг данных. Оператор должен в реальном времени отслеживать такие данные, как заполненность бункера, норма высева, скорость трактора, положение агрегата, технологическая колея.

Структура системы, осуществляющая вышеописанные функции мониторинга и управления зерновой сеялкой, может быть описана схемой, представленной на рисунке 3.



*Рисунок 3 – Структура системы мониторинга и управления сеялкой*

Вся отслеживаемые параметры работы сеялки передаются на блок отображения, который представляет собой один планшет, устанавливаемый в кабине оператора сеялки, с помощью которого он сможет осуществлять управление агрегатом. На дисплее отображается различная информация, собираемая блоком контроля. К ней относятся:

- количество рассчитанных тактов технологической колеи (информация о шагах движения сеялки, которая помогает оптимизировать процесс высева);
- скорость вращения высевающих катушек (параметр показывает, с какой скоростью вращаются катушки, которые распределяют семена);
- оповещение об ошибках, возникающих во время высева (любые проблемы или неисправности, возникающие при работе сеялки, для оперативного реагирования водителем).

В целом единая система мониторинга и управления для зерновой сеялки позволит автоматизировать процессы, увеличить производительность, улучшить точность и качество посева, а также упростить управление сеялкой. Это поможет сельскохозяйственным предприятиям оптимизировать использование ресурсов и достичь лучших результатов в сельском хозяйстве.