

УДК 621.316.7

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС НАВИГАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Труханович А.Л., Кучинский П.В.

Институт прикладных физических проблем им. А.Н. Севченко Белорусского государственного университета
г. Минск, Республика Беларусь

Представлена структурная схема и алгоритм функционирования разработанного аппаратно-программного комплекса для точного земледелия. Изготовлен экспериментальный образец аппаратно-программного комплекса. (E-mail: kuchynski@bsu.by)

Ключевые слова: точное земледелие, навигационное оборудование, система позиционирования.

Введение

В настоящее время в мире наблюдаются тенденции развития качественного и точного ведения земледельческих работ с получением максимального результата. Сложные условия видимости земельного участка для человека (туман, пыль, дождь, темное время суток) и невозможность корректной дозировки удобрения с учетом качества того или иного участка земли ухудшают эффективность проведения сельскохозяйственных работ. Для более интенсивного прироста урожая и корректной обработки почвы засевание земельных площадей требует точности, чтобы избежать повторного внесения семян и достижения максимально выгодного расстояния между каждой агрокультурой (плотность внесения семян). Использование спутниковой навигации в совокупности с современными информационно-вычислительными системами позволяет решить эти проблемы и сделать труд работника сельскохозяйственной отрасли не только качественным, но и экономически эффективным.

Приборы ведения точного земледелия дают возможность улучшить ориентирование на территории земельного участка, увеличить скорость работы посредством автоматизации оборудования и корректировки движения системы обработки, уменьшить затраты на излишнее или неправильное возделывание земельного участка.

Американские фирмы Trimble и Teejet являются лидерами навигационного оборудования для сельского хозяйства. Изготавливаемое

ими оборудование позволяет обеспечить точность позиционирования до 5 см. Среди европейских фирм можно отметить фирму Muller-electronic, разрабатывающую и производящую навигационное оборудование для сельского хозяйства. При получении поправок с метеоспутников точность позиционирования достигает 20 см. При использовании других видов поправок, таких как OmniStar сервис и установки дополнительной базовой станции, можно добиваться точности порядка 5 см. Такая высокая точность позиционирования и сильная связь разрабатываемого программного обеспечения с конкретным видом сельскохозяйственных машин делает такое оборудование очень дорогостоящим.

Цель данной работы состояла в разработке аппаратно-программного комплекса (АПК) для ведения точного земледелия с обеспечением точности позиционирования близкой к вышеуказанной, но менее дорогостоящим.

Структурная схема аппаратно-программного комплекса для точного земледелия

Структурная схема АПК представлена на рисунке 1. Основой комплекса является блок функционирования, который отвечает за координацию действий всех модулей и блоков, получает сигналы, обрабатывает их и с учетом программного алгоритма формирует запросы от блока к блоку, корректирует режим работы АПК.

GPS-модуль принимает сигналы со спутниковой системы, вычисляет координаты и отправляет информацию о местоположении и

движении автотранспортного средства блоку функционирования АПК. От блока функционирования GPS-модуль имеет возможность получать информацию о нужной конфигурации модуля, способе принятия поправок и режиме работы модуля.

GSM-модуль позволяет в режиме реального времени поддерживать соединение с удаленным сервером для передачи данных о местоположении и состоянии АПК и автотранспортного средства.

BT-модуль реализует алгоритмы функционирования Bluetooth канала. Этот модуль может использоваться для передачи данных на небольшие расстояния и принимать данные от беспроводных устройств управления, таких как удаленная клавиатура.

Блок хранения информации отвечает за хранение информации обработки земельного участка, трека следования средства обработки участка, основных настроек АПК.

Блок отображения информации осуществляет отображение текущего состояния АПК и помогает механизатору визуально восприни-

мать информацию о его передвижении по местности или о его состоянии.

Блок звукового оповещения информирует механизатора о появлении какого-либо события при помощи звукового сигнала (установка соединения со спутниками, нажатие на клавишу, отклонение от маршрута обработки).

Блок управления позволяет механизатору при помощи вторичной или удаленной клавиатуры, через блок функционирования, задавать разные режимы работы и осуществлять настройку оборудования.

Блок сопряжения с внешними устройствами включает в себя наиболее распространенные внешние интерфейсы. Структурная схема его представлена на рисунке 2.

USB интерфейс используется для сопряжения АПК и ПК с целью обновления программного обеспечения оборудования или выгрузки данных о функционировании устройства.

CAN интерфейс используется для сопряжения АПК с механизмами управления оборудованием, такими как дозаторы, распыриватели, расходомеры.

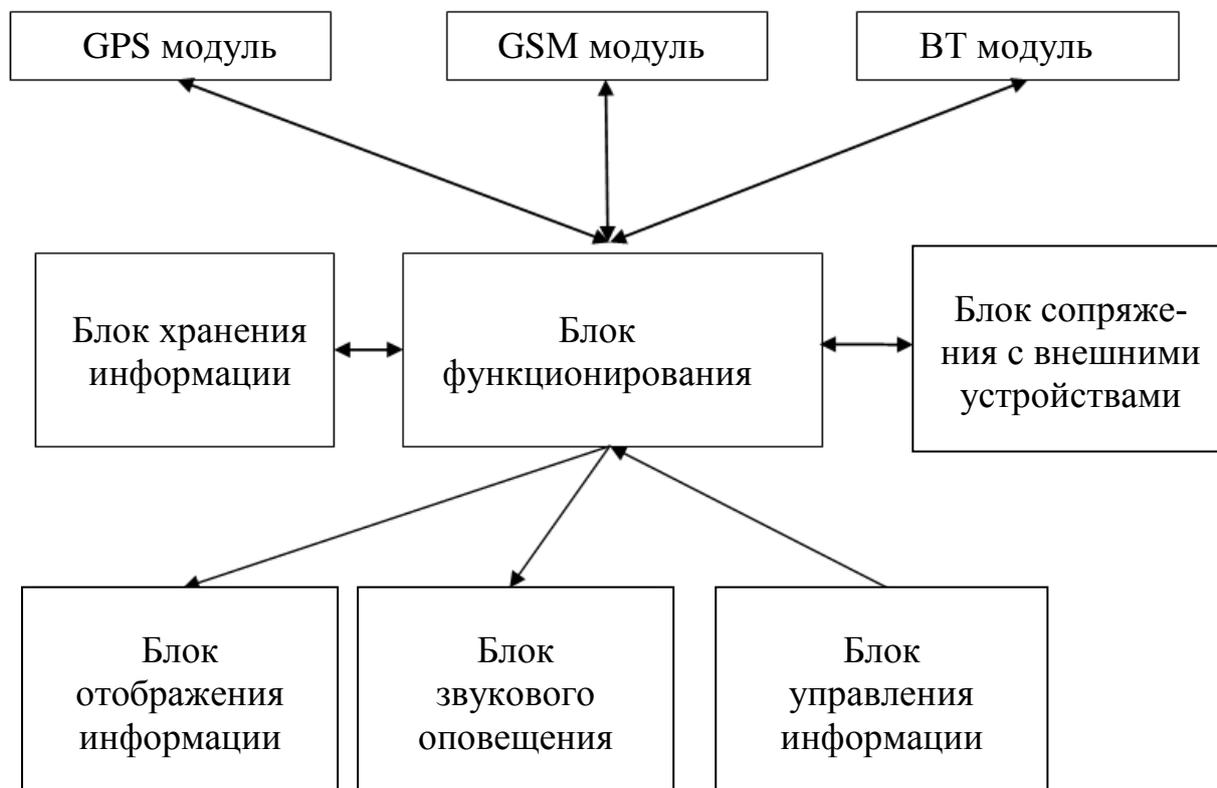


Рисунок 1 – Структурная схема навигационного оборудования



Рисунок 2 – Структурная схема блока сопряжения с внешними устройствами

Беспроводные интерфейсы используются для формирования запросов к функциональному блоку для сопряжения АПК с удаленными объектами, такими как удаленная клавиатура или удаленный сервер.

Аппаратно-программный комплекс имеет хорошую степень защиты; корпус влаго- и пылеустойчивый, так как работа на земле может проводиться как в запыленных местах, так и в местах с высокой влажностью. Аппаратно-программный комплекс реализован с использованием элементной базы, имеющей широкий температурный диапазон функционирования от -40 до $+80$ °С. АПК выдерживает динамические нагрузки, которые могут присутствовать в кабине транспортного средства. В движении нажатие на клавиатуру сложно осуществить четко и точно, поэтому разработана выносная клавиатура со звуковым оповещением. Ширина экрана выбрана из оптимальных параметров видимости обрабатываемого участка и не затрудняет обзора из кабины для механизатора.

Так как АПК используется в автотракторной технике, которая имеет мощный источник электропитания, то становится неактуальной задача экономии электроэнергии. Главная проблема в схемотехнической части по электропитанию – это скачки напряжения при использовании электрогенератора транспортного средства. Разработанное устройство стабильно работает при высоких пиковых скачках до 50 В, при коротких провалах до 3 В и выдерживает перебой с питанием до 1 с.

Алгоритм функционирования АПК

После включения питания АПК производит быстрое самотестирование, проверяет на работоспособность все важные узлы комплекса. Во время проверки, которая занимает время от 20 с до 1 мин, GPS модуль устанавливает соединение со спутниками и получает точность вычисления координат с погрешностью не более 5 м. В обычном режиме работы АПК

обрабатывает поправки с метеоспутников и получает точность определения координат до 15 см.

По завершению инициализации на экране отображается информация о наличии спутников и точности вычисления координат. После того как АПК вычислил свои координаты с заданной погрешностью, он переходит в рабочий режим. Настройки сконфигурированного АПК запоминаются во флеш-памяти. Если нужно изменить конфигурацию оборудования или АПК, необходимо войти в основное меню и выбрать пункт с настройками, которые подлежат изменению.

В аппаратно-программном комплексе присутствует конфигурационное меню. При помощи этого меню имеется возможность настраивать в АПК следующие параметры:

- яркость подсветки;
- конфигурация используемого оборудования;
- режим работы;
- обновление программного обеспечения.

В рабочем режиме отображается местоположение системы точного земледелия и параметры функционирования АПК. Если механизм вошел в режим «работа» и выбрал пункт «удобрение», то при движении будет отображаться шлейф обработанного поля. При захвате шлейфом ранее пройденного участка, механизатору подается сигнал, чтобы он подкорректировал движение транспортного средства с целью эффективной и экономичной обработки участка территории. Так же, если при обработке произошло смещение в сторону от уже пройденного участка, снова подается сигнал для корректировки движения. В это же время рассчитывается обработанная площадь. Другой способ расчета площади – объехать земельный участок по контуру. Сравнив полученные результаты, специалист получает представление об уровне внесения удобрения на участок, что позволит в дальнейшем внести корректировки в ведение работ.

АПК может одновременно отображать результаты настоящего движения транспортного средства и ранее сохраненные треки на заднем плане экрана. Графическое изображение предыдущей и текущей деятельности позволит сделать последующую обработку более равномерной. Исследовав несколько вариантов, специалист может сделать выводы о правильности выполняемых работ и скорректировать последующие этапы внесения удобрений.

Аппаратно-программный комплекс реализует следующие рабочие режимы:

- измерение пути;
- измерение площади;
- обработка земельного участка;
- повторная обработка земельного участка.

Для сопряжения АПК с другим оборудованием используются распространенные проводные или беспроводные интерфейсы передачи данных.

Для сопряжения с персональным компьютером наиболее скоростной и практичный – USB интерфейс. При его помощи можно осуществить перенос информации об обработанном поле (время обработки, трек движения транспорта, скорость движения и др.).

Целесообразно использовать беспроводной интерфейс передачи данных, например Bluetooth, посредством которого можно передавать информацию на отдаленный ПК или подключать удаленные механизмы управления, такие как дистанционная клавиатура.

Для передачи информации на дальние расстояния используется радиомодуль или GSM-модуль. При помощи таких модулей имеется возможность удаленно производить наблюдение за обработкой поля в режиме реального времени с последующим сохранением данных по обработке земельного участка.

Применение промышленного интерфейса передачи данных CAN позволяет осуществлять управление оборудованием транспортного средства. При использовании этого протокола формируется запрос на контроллер, находящийся непосредственно на оборудовании, и относительно этого запроса осуществляется управление оборудованием. Например, нужно открыть заслонку разбрызгивателя на определенную позицию. Для этого формируется запрос с адресом нужного оборудования, который отправляется в линию связи АПК с оборудованием. Контроллер на оборудовании воспринимает этот запрос, обрабатывает его и дает команду электродвигателю совершить действие, содержащееся в запросе. Обработав действие двигателя, контроллер формирует ответ для комплекса и передает его в линию. АПК, обработав ответ, пришедший по CAN интерфейсу, отображает информацию о состоянии оборудования, от которого пришли данные, на экране комплекса. В случае успешного выполнения функции на экран выводятся параметры совершенного действия, а если невозможно

выполнение функции (открытие заслонки) – отображается информация о наиболее вероятной ошибке.

Заключение

С использованием распространённых интерфейсов передачи данных для сопряжения с внешними объектами (внешние источники хранения информации, удаленные сервера, ПК) разработан и изготовлен экспериментальный образец аппаратно-программного комплекса точного земледелия со следующими функциональными возможностями:

- отображение положения транспортного средства на земельном участке;
- запись треков движения в режиме реального времени и корректировка движения транспортного средства в зависимости от режима работы;
- расчет площади обработанного участка;
- хранение информации об обработанном земельном участке;
- передача информации об обработанном участке на внешнее устройство, внешний сервер;
- управление внешним оборудованием (дозаторы, разбрызгиватели, плуги и др.) с использованием промышленного протокола передачи данных.

Trukhanovich A.L., Kuchynski P.V.

Hardware-software complex of navigation system for precision farming

The article presents a block diagram and operation of the algorithm of a hardware-software system developed for precision farming. An experimental model of hardware and software system is produced. (E-mail: kuchynski@bsu.by)

Key words: precision agriculture, navigation equipment, positioning.

Поступила в редакцию 04.09.2012.