

УДК: 621.3.087.44

**СТРУКТУРА СИСТЕМЫ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ РАБОЧЕГО ОРГАНА  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ МАШИНЫ В МАГНИТНОМ ПОЛЕ  
ТОКОНЕСУЩЕГО ПРОВОДНИКА**

**Мишин Борис Сергеевич**

ассистент

[boris.sergeewitch@yandex.ru](mailto:boris.sergeewitch@yandex.ru)

**Гордеев Александр Сергеевич**

доктор технических наук, профессор

[gorde2020@gmail.com](mailto:gorde2020@gmail.com)

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

**Аннотация:** в статье рассмотрены вопросы позиционирования рабочего органа сельскохозяйственной машины. Применение данных устройств позволяет формировать базу данных, которая используется при создании системы позиционирования. Предлагается использовать метод искусственных нейронных сетей.

**Ключевые слова:** системы позиционирования рабочего органа, токонесящий проводник, определение координат.

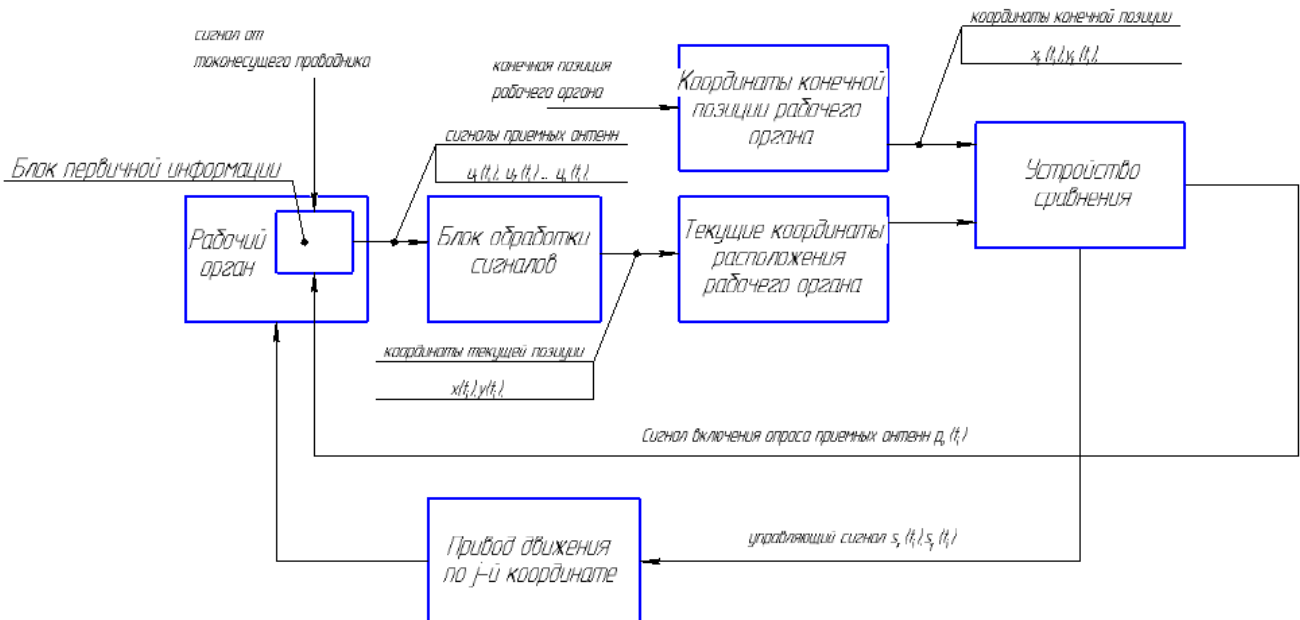
Объекты в сельском хозяйстве находятся в условиях существенной изменчивости параметров и воздействий со стороны окружающей среды. Поэтому использование жестко заданных алгоритмов выполнения той или иной технологической операции было бы не совсем правильным решением. При использовании же систем автоматизированного и автоматического управления вопрос о жестких алгоритмах выполнения задач вообще отпадает, так как в каждый момент времени окружающая обстановка может измениться и на это изменение система управления должна адекватно реагировать. Таким образом, при проектировании подобных автоматических систем управления нужно стремиться использовать внешние источники информации, по которым возможно судить об условиях окружающей среды. Также необходимо предусмотреть, чтобы внешние источники информации как можно меньше подвергались «негативному» воздействию со стороны факторов, которые либо не участвуют в технологической операции, либо мешают ее выполнению [1-3].

Наиболее подходящий метод определения местоположения объекта в технологической операции отделения отводков яблони это электромагнитное позиционирование. Оно дает возможность бесконтактно определять расстояние и наиболее точно оценивать местоположение объекта, а также независимо от наибольшего числа факторов окружающей среды. Электромагнитный метод учета информации о положении растения подразумевает использование токонесущего проводника, совмещенного с растением, местоположение которого нужно найти [4].

Существует подвижная система, например минимум трех приемных магнитных антенн [2, 5], расположенных в одной плоскости и пространственно разделенных между собой. Сущность позиционирования рабочего органа относительно токонесущего проводника заключается в том, что сигналы с приемных антенн пропорциональные расположению токонесущего проводника в пространстве через определенный промежуток времени поступают на устройство сравнения. Устройство сравнение сигналов производит анализ рассогласования поступившего сигнала (текущей координаты) со значением

конечной точки позиционирования (координат объекта позиционирования). В случае, если рассогласование координат значительное, то на исполнительный орган подается управляющий сигнал, направленный на ликвидацию рассогласования. Рабочий орган перемещается в сторону конечной координаты. Если рассогласование сигналов не регистрируется устройством сравнения, т.е. разность величин находится на уровне разрешающей способности, то управляющий сигнал не формируется и рабочий орган остается на тех же координатах.

На рисунке 1 представлена структурная-схема системы позиционирования рабочего органа.



где  $u_1(t), u_2(t), \dots, u_n(t)$ ,  $n = 1 \dots 6$  – сигналы приемных магнитных антенн;  $x(t), y(t)$  – текущие координаты расположения рабочего органа;  $x_k(t), y_k(t)$  – конечные координаты позиции рабочего органа;  $p_a(t)$  – сигнал включения опроса приемных антенн в блоке первичной информации;  $s_x(t), s_y(t)$  – управляющие сигналы для приводов движения по координатам соответственно X и Y

Рисунок 1 - Структурная-схема системы позиционирования рабочего органа

Рассмотрим функционирование системы позиционирования рабочего органа в некоторый момент времени  $t_i$ . Рабочий орган в момент времени  $t_i$  располагается над токонесущим проводником случайным образом. Устройство

сравнения дает сигнал опроса приемных антенн  $p_a(t_i) = 1$  и информация о расположении токонесущего проводника и соответственно рабочего органа фиксируются приемными антеннами в блоке первичной информации. Информация о расположении токонесущего проводника зашифрована в сигналах приемных антенн  $u_1(t_i), u_2(t_i) \dots u_n(t_i)$ , где  $n = 1 \dots$  количество приемных антенн [5, 6]. После получения сигналов опрос приемных антенн прекращается  $p_a(t_i) = 0$ . Далее происходит передача этих сигналов в блок обработки сигналов. Там по алгоритму определения местоположения токонесущего проводника определяются координаты расположения рабочего органа относительно него  $x(t_i), y(t_i)$ . Эти координаты поступают на устройство сравнения. Также на устройство сравнения подаются координаты конечной позиции рабочего органа относительно токонесущего проводника  $x_k(t_i), y_k(t_i)$ . Они не меняются в процессе выполнения работы. Их изменение возможно на стадии подготовки для учета индивидуальных параметров объекта позиционирования. В устройстве сравнения происходит определение рассогласования между одноименными координатами:

$$\Delta x_i = x_k(t_i) - x(t_i), \Delta y = y_k(t_i) - y(t_i)$$

где  $\Delta x$  - величина рассогласования по оси X;  $\Delta y$  - величина рассогласования по оси Y.

В зависимости знака  $\Delta x$  и  $\Delta y$  устройство сравнения формирует управляющие сигналы  $s_x(t_i), s_y(t_i)$  для приводов движения по координатам соответственно X и Y. Управляющие сигналы  $s_x(t_i), s_y(t_i)$  могут иметь 3 значения: перемещение «вправо», «влево», «стоп» по оси X; «вверх», «вниз», «стоп» по оси Y. Соответственно рабочий орган с помощью приводов движения начинает перемещаться к конечным координатам.

В момент времени  $t_{i+1}$  движение рабочего органа продолжается. Устройство сравнения дает сигнал опроса приемных антенн  $p_a(t_i) = 1$ . Имеем в этот момент времени данные с антенн  $u_1(t_{i+1}), u_2(t_{i+1}) \dots u_n(t_{i+1})$ . После расчета текущих координат и их сравнения с конечными, получаем по формуле 1 значения рассогласования для момента времени  $t_{i+1}$ :

$$\Delta x_{i+1} = x_k(t_{i+1}) - x(t_{i+1}), \Delta y_{i+1} = y_k(t_{i+1}) - y(t_{i+1})$$

В случае если  $\Delta x_{i+1}$  или  $\Delta y_{i+1}$  равно или меньше разрешающей способности устройства сравнения, то управляющие сигналы  $s_x(t_i)$  или  $s_y(t_i)$  формируют сигнал «стоп» [5, 7, 8].

Задача определения координат токнесущего проводника в системе координат приемных устройств нетривиальна. Одним из методов решения данной задачи является метод «грубой силы», в котором определяются некоторые рамки, в которых может меняться исследуемая величина и связанные с ней параметры. В этих рамках рассматривается всевозможное изменение величины. В лабораторных условиях проводится измерение исследуемой величины и связанных с ней параметров в различных условиях, не превышающих заданные рамки. В результате измерения формируется база данных, которая используется при создании системы позиционирования. В связи со сложностью задачи позиционирования предлагается использовать метод искусственных нейронных сетей.

### **Список литературы:**

1. Актуальность подготовки инженерных кадров для обеспечения экологической безопасности сельскохозяйственного производства / И.П. Криволапов, С.Ю. Щербаков, К.А. Манаенков // Сб.: Экологическая педагогика: проблемы и перспективы в свете развития технологий Индустрии 4.0: материалы Международной научной школы, организованной при финансовой поддержке Администрации Тамбовской области. - 2017. - С. 22-24.
2. Мишин Б.С. Математическая модель определения местоположения корневой системы плодовых растений / Б.С. Мишин // Вестник Мичуринского ГАУ. – 2017. – №4. – С.121-126
3. Мишин Б.С. Имитационная модель определения местоположения корневой системы плодовых растений / Б.С. Мишин // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2018. – Том 24. – С.58-65.

4. Гордеев А.С. Имитационная модель позиционирования рабочего органа относительно корневой системы плодовых растений / А.С. Гордеев, Б.С. Мишин // Наука в центральной России. – 2019. – № 4 (40). – С. 26-33.
5. Гордеев А.С. Обработка изображений почвенных срезов / А.С. Гордеев, А.В. Антонов // Наука и Образование. – 2020. – Т. 3. – № 2. – С. 21.
6. Отражательная способность почвы в видимой и ближней инфракрасных областях оптического излучения / А.М. Егоров, Ю.А. Судник, А.С. Гордеев, М.В. Придорогин, А.Е. Бадин // Перспективы науки. – 2018. – № 4 (103). – С. 13-21.
7. [Unmanned aerial vehicles for estimation of vegetation quality](#) / A.Yu. Astapov, K.A. Prishutov, I.P. Krivolapov, S.Yu. Astapov, A.A. Korotkov // [Amazonia Investiga](#). - 2019. - Т. 8. - № 23. - С. 27-36.
8. Substantiation for structural and technological parameters of the unit for separating branching cloned rootstocks / V.G. Brosalin, A.A. Zavrazhnov, A.I. Zavrazhnov, V.Y. Lantsev, K.A. Manaenkov // Biosciences Biotechnology Research Asia. - 2014. - Т. 11. - № 3. - С. 1413-1419.

UDC: 621.3.087.44

**STRUCTURE OF THE POSITIONING SYSTEM OF THE WORKING  
BODY OF AN AGRICULTURAL MACHINE IN THE MAGNETIC FIELD OF  
A CURRENT CARRYING CONDUCTOR**

**Boris Sergeevich Mishin**

Assistant

[boris.sergeewitch@yandex.ru](mailto:boris.sergeewitch@yandex.ru)

**Alexander Sergeevich Gordeev**

Doctor of technical Sciences, Professor

[gorde2020@gmail.com](mailto:gorde2020@gmail.com)

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

**Annotation.** The article deals with the positioning of the working body of an agricultural machine. Using these devices allows you to create a database that is used when creating a positioning system. It is proposed to use the method of artificial neural networks.

**Key words:** Positioning systems of the working body, current-carrying conductor, determination of coordinates.