

РЕКОНФИГУРИРУЕМОЕ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОЕ СРЕДСТВО СО СМЕННЫМИ МОДУЛЯМИ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СЕЛЕКЦИОННОГО ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

*Несмиянов И.А., Воробьева Н.С., Иванов А.Г., Шарипов Р.В.
Волгоградский государственный аграрный университет, Волгоград*

Ключевые слова: реконфигурируемое роботизированное средство, сменный модуль, укладка мульчирующей пленки, полосовое опрыскивание, прецизионная прополка.

Аннотация. В статье представлены результаты разработки принципиально нового реконфигурируемого роботизированного агрегата со сменными базовыми модулями для некоторых технологических процессов возделывания овощных культур для селекции и семеноводства, обеспечивающих достижение требуемых показателей эффективности в соответствии с агротехническими требованиями возделываемых овощных культур и условиями эксплуатации сельхозмашин.

RECONFIGURABLE ROBOTIC TOOL WITH INTERCHANGEABLE MODULES FOR VARIOUS TECHNOLOGICAL PROCESSES OF SELECTIVE CULTIVATION OF VEGETABLE CROPS

*Nesmiyanov I.A., Vorobyova N.S., Ivanov A.G., Sharipov R.V.
Volgograd State Agrarian University, Volgograd*

Keywords: reconfigurable robotic tool, replaceable module, mulching film laying, strip spraying, precision weeding.

Abstract. The article presents the results of the development of a fundamentally new reconfigurable robotic unit with replaceable base modules for some technological processes of vegetable crop cultivation for breeding and seed production, ensuring the achievement of the required performance indicators in accordance with the agrotechnical requirements of cultivated vegetable crops and the operating conditions of agricultural machinery.

Технология возделывания овощных культур для производства семян и семенного материала имеет свои особенности, вследствие чего требуется специализированная сельскохозяйственная техника. Современное инновационное развитие агропромышленного комплекса невозможно представить без использования роботов и робототехнических комплексов, поэтому разработка и внедрение роботизированных машин и роботов для технологических процессов возделывания овощных культур является актуальной задачей. Создание реконфигурируемых систем на основе различных модульных схем, адаптируемых для различных технологических процессов, являются перспективной тенденцией современной сельскохозяйственной робототехники [1, 2].

Предлагаемая конструкция опытного образца робототехнического комплекса основана на модульном построении и имеет сменные базовые модули для выполнения различных технологических процессов возделывания овощных культур (рис. 1) [2].

В качестве энергетического модуля взято самоходное шасси 1 (рис. 1) типа Агромаш-50СШ или ВТЗ-30СШ. Выбраны три технологических процесса, для которых разрабатываются сменные модули реконфигурируемого робототехнического средства: модуль 2 для использования мульчирующей пленки при возделывании овощных культур; модуль 3 для полосового внесения средств защиты растений и агрохимикатов; модуль 4 дискретной прецизионной прополки сорняков в рядах.

Данные модули устанавливаются на лонжероны самоходного шасси 1. Для всех модулей разработана единая унифицированная система управления 5 исполнительными приводами.

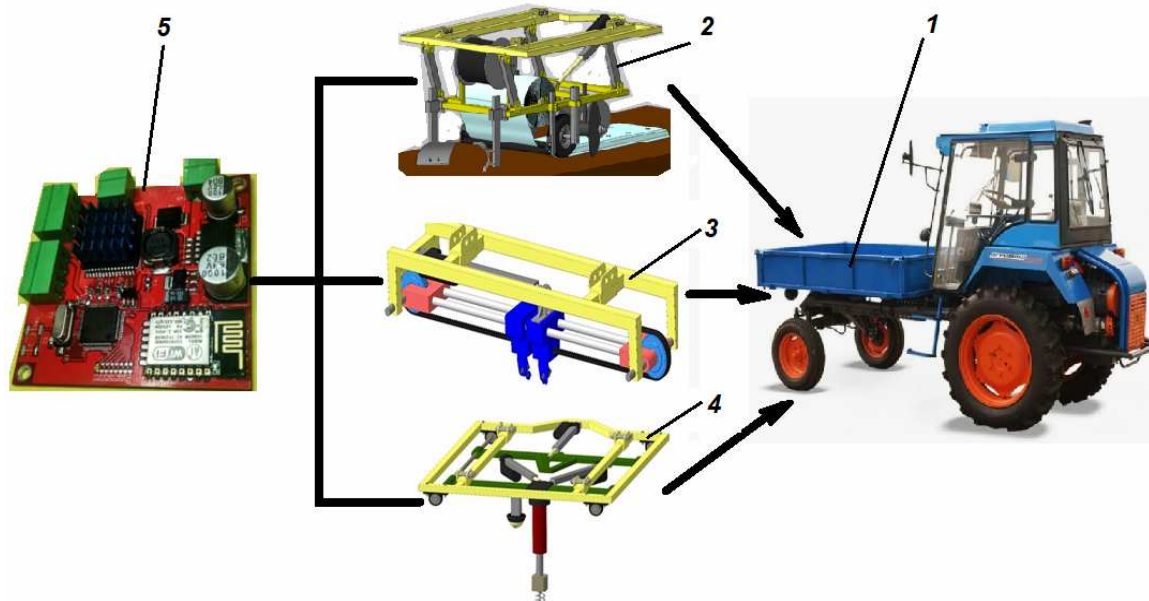


Рис. 1. Концептуальная схема реконфигурируемого роботизированного агрегата со сменными модулями

Разрабатываемый модуль для укладки мульчирующей пленки решает следующие задачи формирования гряды различной по высоте и ширине в зависимости от типа посадочного материала, укладки оросительного трубопровода по центру сформированной гряды, укладки мульчирующей пленки с прикатыванием и присыпкой краев почвой, перфорацию пленки с возможностью регулирования шага посадки рассады и расстояния между строками перфорации с целью разработки оптимальной технологии возделывания овощных культур на основе использования современных методов селекции, первичного семеноводства [3, 4].

Модуль для полосового опрыскивания овощных культур представляет из себя подвижную каретку с блоком из двух форсунок на один рядок растений. Таких блоков может быть несколько. Особенностью конструкции является возможность регулировки наклона и высоты форсунок в зависимости от степени вегетации растения и его фенотипа, а соответственно возможности опрыскивания как внешней поверхности листьев, так и их тыльной стороны вместе со стеблем [5, 6].

Модуль дискретной прецизионной прополки сорняков предназначен для прополки сорняков в рядах. Механизм перемещения рабочего органа модуля для прополки представляет собой сложную кинематическую систему, которую

можно классифицировать как пространственный манипуляционный механизм параллельной структуры [7].

Робототехнический комплекс устанавливается в рядок с обрабатываемой культурой и в автоматическом режиме происходит определение координат обнаруженных сорных растений при помощи системы технического зрения. После определения положения сорняка в пространстве, осуществляется перемещение к нему режущего инструмента, таким образом, что он позиционируется над самим сорняком [8].

Робототехническое средство с модулем дискретной прецизионной прополки сорняков позволяет уничтожать сорную растительность в автоматическом режиме, а также обеспечить дополнительное кислородное питание для корней культурных растений за счет рыхления почвы. Точечная обработка повышает качество прополки рядов и междурядий возделываемых культур и позволяет снизить травмирование растений.

Для управления роботизированными сменными модулями разработана универсальная система управления. Архитектура системы управления роботизированными модулями обусловлена конструктивными особенностями модулей, программным обеспечением и решаемыми задачами. Функционально система разделена на два уровня. Верхний уровень реализован на мощном мини ПК, обеспечивая распределённую обработку данных и высокую вычислительную мощность. Система технического зрения на верхнем уровне обеспечивает распознавание растений, сорняков, определение их состояния, а также контроль за выполнением сельскохозяйственных операций. Нижний уровень реализован на контроллерах положения собственной разработки. Контроллер постоянно отслеживает текущее положение линейных приводов, вычисляет необходимые корректирующие воздействия и передаёт их на исполнительные механизмы. Этот процесс базируется на алгоритмах управления, реализованных программным обеспечением. При этом программные законы перемещения выходного звена могут быть различными.

В результате проведенных исследований обоснованы технологические и конструктивные параметры сменных модулей и рабочих органов, решена задача программных движений исполнительных приводов, спроектирована универсальная система управления роботизированными модулями и изготовлены экспериментальные образцы модулей роботизированного устройства.

Финансирование. Работа выполнена в рамках тематики НИР Минобрнауки России FESR-2023-0009.

Список литературы

1. Воробьева Н.С. Синтез программных перемещений и алгоритмов систем управления реконфигурируемых манипуляторов параллельно-последовательной структуры: Дисс. ... докт. техн. наук. – Волгоград, 2023. – 473 с.
2. Воробьева Н.С., Несмиянов И.А., Дяшкин А.В., Дяшкин-Титов В.В., Захаров Е.Н. Робототехнический комплекс для возделывания овощных культур // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2024. – №4(287). – С. 41-44.
3. Несмиянов И.А., Воробьева Н.С., Бочарников В.С., Иванов А.Г., Дяшкин-Титов В.В., Дяшкин А.В., Ажгалиев Р.С. Роботизированный модуль для укладки мульчирующей

- пленки и системы капельного орошения // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2024. – № 5(77). – С. 352-360.
4. Патент № 2829590 РФ. Модуль для укладки мульчирующей пленки / В.А. Цепляев, И.А. Несмиянов, Н.С. Воробьева, А.Г. Иванов, В.С. Бочарников, И.Б. Борисенко, А.В. Дяшкин, Е.Н. Захаров, В.В. Дяшкин-Титов, Р.С. Ажгалиев. – Заявка №2024112728 от 07.05.2024; опубл. 01.11.2024.
 5. Патент №2796491 РФ. Роботизированный комплекс для полосового опрыскивания овощных культур / И.Б. Борисенко, Д.В. Скрипкин, М.В. Мезникова, А.Н. Сидоров, А.А. Габуншина, А.В. Сорокин, Н.С. Воробьева, А.Г. Иванов, А.В. Дяшкин, В.В. Дяшкин-Титов. – Заявка №2023100594 от 11.01.23; опубл. 24.05.2023.
 6. Патент №2811688 РФ. Роботизированный комплекс для полосового опрыскивания овощных культур / В.А. Цепляев, И.А. Несмиянов, И.Б. Борисенко, О.Г. Чамурлиев, В.С. Бочарников, Н.С. Воробьева, Д.В. Скрипкин, А.П. Евдокимов, А.В. Дяшкин, В.В. Дяшкин-Титов, Е.Н. Захаров, А.Г. Иванов, Р.С. Ажгалиев. – Заявка №2023119909 от 27.07.2023; опубл. 16.01.2024.
 7. Патент №2703092 РФ. Робот-пропольщик / Н.С. Воробьева, А.В. Дяшкин, А.Г. Иванов, И.А. Несмиянов, В.В. Жога, В.В. Дяшкин-Титов. – Заявка №2019102103 от 25.01.2019; опубл. 15.10.2019.
 8. Иванов А.Г., Несмиянов И.А., Воробьева Н.С. Обоснование параметров культиватора с автоматизированным блоком удаления сорняков // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2024. – № 9(292). – С. 31-35.

Сведения об авторах:

Несмиянов Иван Алексеевич – д.т.н., профессор;

Воробьева Наталья Сергеевна – д.т.н., доцент;

Иванов Алексей Геннадьевич – к.т.н., доцент;

Шарипов Ренат Вильевич – к.т.н., доцент.