

УДК 635-151

DOI 10.35211/1990-5297-2024-4-287-41-44

*Н. С. Воробьева, И. А. Несмиянов, А. В. Дяшкин
В. В. Дяшкин-Титов, Е. Н. Захаров*

**РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР***

Волгоградский государственный аграрный университет

vgsxa@mail.ru

В статье рассматривается робототехнический комплекс, позволяющий автоматизировать технологические процессы укладки мульчирующей пленки, опрыскивания, дискретной прецизионной прополки сорняков в рядах при возделывании овощных культур.

Ключевые слова: роботизированный комплекс; овощные культуры, прополка; мульчирующая пленка; опрыскивание.

*N. S. Vorob'eva, I. A. Nesmiyanov, A. V. Dyashkin
V. V. Dyashkin-Titov, E. N. Zakharov*

**A ROBOTIC COMPLEX FOR THE CULTIVATION
OF VEGETABLE CROPS**

Volgograd State Agrarian University

The article considers a robotic complex that allows automating the technological processes of laying mulching film, spraying, and discrete precision weeding of weeds in rows during the cultivation of vegetable crops.

Keywords: robotic complex; vegetable crops, weeding; mulching film; spraying.

Введение

На сегодняшний день в России роботы в АПК в основном используют для переработки сельскохозяйственной продукции. Большинство операций по обработке пропашных (овощных) культур выполняется вручную. Поэтому разработка и внедрение роботизированных машин и роботов для технологических процессов возделывания овощных культур является актуальной задачей [1, 2]. Создание реконфигурируемых систем на основе различных модульных схем, адаптируемых для различных технологических процессов, является перспективной тенденцией современной сельскохозяйственной робототехники [3, 4].

Сущность модульного конструирования состоит в создании орудий на основе специально разработанной ограниченной номенклатуры модульных составных частей путем их различной компоновки по выбранным компоновочным схемам. Благодаря этому достигается рациональная унификация присоединительных размеров и главных параметров модульных составных частей, а также обеспечивается их функциональная и конструктивная совмести-

мость; имеется возможность улучшить эксплуатационные свойства техники, без ее полной замены.

Техническое решение

К технологиям, обеспечивающим экономию оросительной воды, регулирующим воздушный и тепловой режим, относится мульчирование поверхности. Этот агротехнический прием позволяет поддерживать корнеобитаемый слой почвы в рыхлом состоянии, подавлять рост сорняков и создавать в почве благоприятные условия для роста и развития растений [5].

Традиционно для мульчирования почвы используют навоз, торф, опилки, солому и другие растительные остатки. Не умаляя практической значимости этих материалов, являющихся одновременно органическими удобрениями, следует отметить, что в последнее время для мульчирования почвы чаще применяют различные синтетические материалы.

Разрабатываемый модуль предназначен для укладки и последующей перфорации мульчирующей пленки [6] с возможностью одновременной укладки системы капельного орошения.

© Воробьева Н. С., Несмиянов И. А., Дяшкин А. В., Дяшкин-Титов В. В., Захаров Е. Н., 2024.

* Работа выполнена в рамках НИР Минобрнауки РФ № FESR-2023-0009 «Разработка технологии возделывания овощных культур на основе использования современных методов селекции, первичного семеноводства с элементами роботизации».

В данном модуле предусмотрена возможность установки дополнительного узла для посадки семенного материала (например, посадка клубней картофеля), либо саженцев рассады овощных культур (например, томатов) (рис. 1).

Представленный модуль можно устанавливать на самоходное роботизированное устройство, а также монтировать к лонжеронам рамы шасси трактора ВТЗ-30СШ или агрегатироваться с тракторами класса до 3 кН (рис. 2).

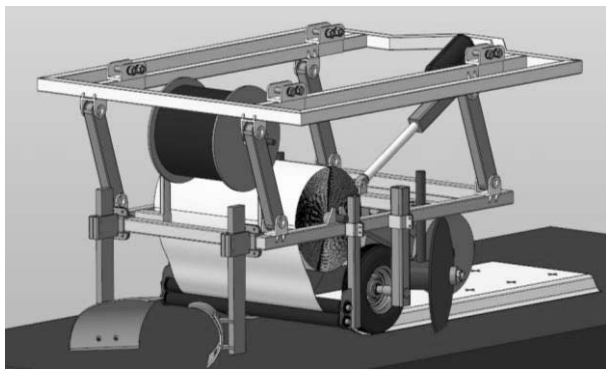
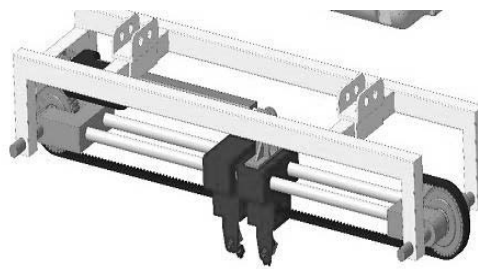


Рис. 1. 3d-модель модуля для укладки мульчирующей пленки

Модуль решает следующие поставленные задачи: формирование гряды, различной по высоте и ширине, в зависимости от типа посадочного материала; укладка оросительного трубопровода по центру сформированной гряды; укладка мульчирующей пленки с последующими прикатыванием прижимными колесами и при-



а

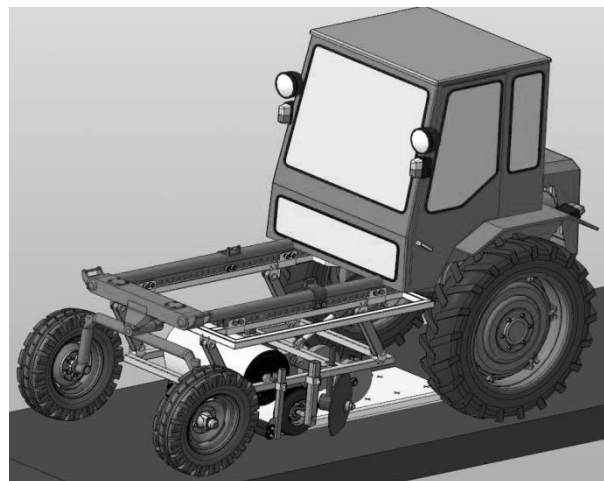
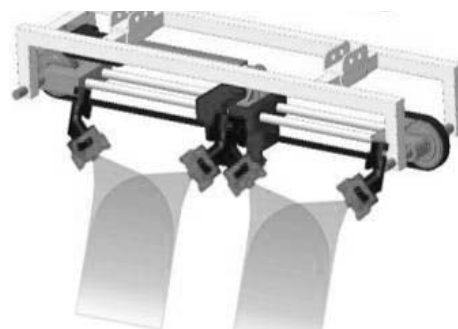


Рис. 2. 3d-модель модуля для укладки мульчирующей пленки на базе тракторного самоходного шасси ВТЗ-30СШ

Модуль для полосового опрыскивания овощных культур (рис. 3) построен по принципу последовательного развития унифицированных модульных составных частей с целью изменения основных характеристик робототехнического комплекса [7].



б

Рис. 3. 3d-модель модуля для опрыскивания

Технологический процесс обработки овощных культур модулем для полосового опрыскивания осуществляется следующим образом. В соответствии с программой полосовой обработки сельскохозяйственного поля пестицидами или жидкими минеральными удобрениями роботизированный комплекс для полосового опрыскивания овощных культур устанавливают

на край поля в точке ввода его в работу. Роботизированный комплекс получает карту и координаты начала работ. ПО рассчитывает оптимальную траекторию движения по междурядьям растений для полного прохода поля. Используя датчик технического зрения, роботизированный комплекс обнаруживает в режиме реального времени все растения на своем

пути и получает информацию о том, какая растительность должна быть обработана и где она расположена. Определяется проекция контура обрабатываемых растений в вертикально-поперечной плоскости, и сигнал передается на блок управления, который, в свою очередь, задает величину перемещения подвижных кареток (рис. 3), в нижней части которых установлены корпуса с распылителями, соединенные с выходным штуцером насоса. Оси распылителей расположены в одной вертикальной плоскости и направлены навстречу друг к другу под углом, обеспечивающим направление слияния верхнего края конуса распыла с образованием потока внутрь, а нижние края конуса распыла не выходят за абрис расположения распылителя над почвой. Величина перемещения кареток обеспечивает полное покрытие контура обрабатываемых растений рабочим раствором, учитывая отклонение абриса растений от оси движения робототехнического комплекса.

Конструкция кареток и распылителей позволяет осуществить их быструю перекомпоновку, например, для смены насадки распылителя или добавления дополнительной каретки с распылителем (рис. 3, а, б). Количество кареток может быть увеличено до трех штук, а количество распылителей на одной каретке – до двух (рис. 3, б). Данные параметры устанавливаются в зависимости от обрабатываемой культуры овощей и технологического процесса, на котором задействован робототехнический комплекс с модулем полосового опрыскивания.

Дозирование количества пестицидов или жидких удобрений определяется в зависимости от величины абриса обрабатываемых растений на заданной площади [8].



Рис. 4. 3d-модель модуля дискретной прецизионной прополки сорняков в рядках

Модуль дискретной прецизионной прополки сорняков [9] в рядках представлен на рис. 4.

Технологический процесс прополки с использованием модуля дискретной прецизионной прополки сорняков в рядках, разработанный с учетом агротехнических требований, осуществляется следующим образом. 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, представленного в виде двух ножей по схеме бура, таким образом, что он позиционируется над самим сорняком. В случае если режущий инструмент и сорняк находятся на небольшом расстоянии друг от друга по ходу движения шасси, то рабочий орган перемещается посредством исполнительных приводов. При нахождении режущего инструмента рабочего органа над сорняком срабатывает двигатель постоянного тока, который приводит в действие актуатор, и происходит перемещение рабочего органа вертикально вниз к сорняку. Таким образом, срезается сорняк и взрыхляется почва рядом с ним.

Использование роботизированного комплекса для полосового опрыскивания овощных культур при обработке пестицидами или жидкими минеральными удобрениями обеспечит повышение качества обработки растений, снижение гектарного расхода рабочего раствора и негативного влияния на окружающую среду.

Робототехническое средство с модулем дискретной прецизионной прополки сорняков позволяет уничтожать сорную растительность в автоматическом режиме, а также обеспечивать дополнительное кислородное питание для корней культурных растений за счет взрыхления почвы.

Точечная обработка повышает качество прополки рядов и междурядий возделываемых культур и позволяет снизить их травмирование.

Таким образом, представленные варианты исполнения роботизированного комплекса для возделывания пропашных культур позволят повысить эффективность технологических процессов, снизить энергозатраты и долю ручного труда.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Годжаев, З. А.* Тенденции развития средств мехатроники, автоматизации и роботизации для синтеза новых высокопроизводительных технологий и машин в сельском хозяйстве / З. А. Годжаев // *Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии.* – 2018. – № 3 (329). – С. 4–16.

2. *Абросимов, В. К.* Малые интеллектуальные роботы для решения задач точного земледелия: проблемы и решение / В. К. Абросимов, В. В. Елисеев // *Робототехника и техническая кибернетика.* – 2018. – № 4 (21). – С. 14–18.

3. *Несмиянов, И. А.* Особенности и проблемы разработки мобильных сельскохозяйственных роботов / И. А. Несмиянов, Н. С. Воробьева, В. С. Бочарников // *Прогресс транспортных средств и систем-2018 : Материалы международной научно-практической конференции.* – Волгоград, 2018. – С. 125–126.

4. *Воробьева, Н. С.* Синтез программных перемещений и алгоритмов систем управления реконфигурируемых манипуляторов параллельно-последовательной структуры. Специальность 2.5.4 «Роботы, мехатроника и робототехнические системы»: дис. ... д-ра техн. наук / Воробьева Наталья Сергеевна. – Волгоград, 2023. – 473 с.

5. The effect of sprinkler irrigation on the soil / Viktor Bocharnikov, Olesya Bocharnikova, Maria Denisova, Olga

Kozinskaya and Tatiana Repenko BIO Web of Conferences, Volume 67, 2023, 02004.

6. Обоснование конструктивного исполнения роботизированного устройства для возделывания бахчевых культур под пленкой / Н. С. Воробьева, А. В. Дяшкин, Р. С. Ажгалиев, В. В. Дяшкин-Титов // *Известия ВолгГТУ : научный журнал* № 9(268) / ВолгГТУ. – Волгоград, 2022. – С. 19–23.

7. Пат. № 2796491 Российская Федерация. Роботизированный комплекс для полосового опрыскивания овощных культур / И. Б. Борисенко, Д. В. Скрипкин, М. В. Мезникова [и др.] ; ФГБОУ ВО ВолГАУ. – 2023.

8. Исследование качественных показателей опрыскивания с применением полосовой обработки на посадках картофеля / И. Б. Борисенко, О. Г. Чамурлиев, М. В. Мезникова, Д. В. Скрипкин, А. А. Габуншина, Д. А. Соколов // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование.* – 2023. – № 3 (71). – С. 403–413.

9. Пат. № 2703775 С1 Российская Федерация, МПК В25J 5/00, А01В 39/18, А01М 21/02. Робот-пропольщик / Н. С. Воробьева, А. В. Дяшкин, А. Г. Иванов ; ФГБОУ ВО ВолГАУ. – № 2019102105. – 2019.

10. *Иванов, А. Г.* Обоснование геометрических параметров робота-пропольщика / А. Г. Иванов, Н. С. Воробьева, А. В. Дяшкин // *Известия ВолгГТУ : научный журнал* № 3(226) / ВолгГТУ. – Волгоград, 2019. – С. 22–25.