среднем на 5,16 т/га, в фракционном составе доля крупных клубней преобладает и достигает 43,78 %.

Список использованной литературы

1. Кшникаткина А.Н., Аленин П.Г., Кшникаткин С.А., Воронова И.А., Увеличение биоразнообразия – важнейший фактор устойчивого развития растениеводства в лесостепи Среднего Поволжья. Нива Поволжья, 2016, № 4 (41), с. 36-42.

2. Зеленков В.Н., Кочнев Н.К., Шелкова Т.В. Топинамбур (земляная груша) – перспективная культура многоцелевого назначения. Новосибирск, 1993, с. 32.

3. Усанова З.И., Павлов М.Н. Фотопериодическая реакция разных по скороспелости сортов топинамбура. Агропродовольственный сектор экономики страны в условиях глобализации и интеграции: сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции. 7-9 июня 2016 г. Тверь: ЦНиОТ, 2016, с. 7–12.

4. Агротехнологические основы технологий возделывания сельскохозяйственных культур / А. Н. Арефьев, С. В. Богомазов, В. А. Гущина [и др.] ; Пензенский государственный аграрный университет; Под общей редакцией: С.В. Богомазова, А.А. Галиуллина. – Пенза : Пензенский государственный аграрный университет, 2018. – 267 с.

5. Гущина, В. А. Оценка состояния лекарственного растениеводства в Пензенской области / В. А. Гущина, Н. В. Фаюстова // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса: Сборник материалов Международной научно-практической конференции, Пенза, 24–25 марта 2022 года. Том I. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2022. – С. 22-25.

УДК 631.171:004.8

АКТУАЛЬНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ РОБОТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ВНЕСЕНИЯ ГЕРБИЦИДОВ В ПОСЕВАХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ УЗБЕКИСТАНА И БЕЛАРУСИ

А.Р. Расулжонов[1], д-р техн. наук, с.н.с., руководитель проекта,
С.Г. Суюнов[2], канд. техн. наук, старший преподаватель
[1]Научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства, п. Гульбахор, Республика Узбекистан,
[2]Национальный исследовательский университет «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства», г. Ташкент, Республика Узбекистан

Аннотация. Оценена актуальность и перспективы применения роботизированных систем для внесения гербицидов в посевах зерновых культур в условиях Узбекистана и Беларуси и определены основные направления дальнейших исследований.

Abstract. The relevance and prospects of using robotic systems for herbicide application in cereal crops under the conditions of Uzbekistan and Belarus have been evaluated, and the main directions for further research have been identified.

Ключевые слова: роботизация, внесение гербицидов, посев.

Keywords: robotization, herbicide application, sowing.

Актуальность

Контроль сорной растительности является необходимой агротехнологической операцией при возделывании зерновых культур. При химическом способе защиты эффективность обработки определяется своевременностью внесения гербицидов, соблюдением нормы расхода рабочей жидкости и устойчивостью технологического процесса. Традиционные тракторные опрыскиватели обеспечивают высокую производительность, однако их применение связано с участием механизатора в потенциально опасной зоне, значительной массой энергетического средства и ограниченными возможностями автономного выполнения операции.

Для Узбекистана повышение эффективности таких процессов особенно актуально вследствие масштабов зернового производства. По данным Национального комитета Республики Узбекистан по статистике, в 2025 г. производство зерновых и зернобобовых культур превысило 10,1 млн т [1]. Под урожай 2025 г. зерновые возделывались на площади более 1 млн га почти в 38 тыс. фермерских хозяйств и 147 зерновых кластерах в 156 сельскохозяйственных районах [2]. Поэтому технические решения, позволяющие автоматизировать внесение средств защиты растений и снизить зависимость от оператора, представляют научный и практический интерес.

В Беларуси накоплен научно-технический задел в области сельскохозяйственной робототехники: разработан экспериментальный образец мобильной роботизированной платформы для автономного внесения пестицидов и исследованы элементы ее системы управления [3]. Современные работы по пшенице подтверждают возможность интеграции машинного зрения, глубокого обучения и управляемых форсунок для целевого опрыскивания [4, 5]. Вместе с тем эффективность роботизированной системы определяется также параметрами ходовой части, привода, навигации и исполнительных механизмов.

Цель работы – оценить актуальность и перспективы применения роботизированных систем для внесения гербицидов в посевах зерновых культур в условиях Узбекистана и Беларуси и определить основные направления дальнейших исследований.

Результаты исследований

Анализ научных источников показывает, что наземную роботизированную транспортную систему целесообразно рассматривать

как единый технический комплекс, включающий мобильную платформу, силовую установку, навигационные средства, бортовую электронику, программное обеспечение и технологическое оборудование. Для работы в зерновых культурах ключевыми являются устойчивое движение по заданной траектории, соответствие колеи и габаритов агротехнологическим условиям, достаточные тяговые свойства и запас энергии для выполнения операции опрыскивания.

Применение машинного зрения расширяет функциональность такой платформы. В исследовании [4] для пшеницы в фазе кущения камера, алгоритм глубокого обучения и исполнительные элементы опрыскивания были объединены в единую цепь управления. В полевых испытаниях другой системы при скорости 0,2 м/с показатель обнаружения сорных растений составил 91,2 %, а показатель опрыскивания – 96,1 % [5]. Эти данные относятся к конкретным условиям опытов, но подтверждают техническую реализуемость селективного подхода.

Для проектирования роботизированной платформы необходимо обосновать ее габариты, ширину технологической колеи, массу, колесную схему, грузоподъемность и рабочую скорость. Эти параметры взаимосвязаны с устойчивостью движения, тяговым усилием, мощностью привода и точностью навигации, поэтому их выбор должен основываться на совместном анализе агротехнических и энергетических требований.

Для электрического привода требуемые мощность двигателей и емкость аккумуляторной батареи должны определяться с учетом сопротивления движению, массы платформы, рабочей скорости и продолжительности операции. Расчетные значения целесообразно проверять измерениями тягового усилия, скорости, мощности и энергии на лабораторно-экспериментальной платформе.

Система управления должна согласовывать работу навигации, приводов движения, датчиков и опрыскивающего оборудования. При использовании машинного зрения необходимо также учитывать время обработки данных и задержку срабатывания исполнительных механизмов [4, 5]. Это требует построения единой модульной аппаратно-программной архитектуры.

Для Узбекистана и Беларуси одинаковые параметры платформы без экспериментальной проверки принимать нецелесообразно, поскольку почвенные условия, технология посева, состояние поверхности и метеорологические факторы различаются. Рациональ-

ная последовательность исследований включает анализ агротехнических требований, разработку концепции НРТС, теоретическое обоснование конструктивных и тягово-энергетических параметров, формирование архитектуры управления, лабораторную проверку и ограниченные полевые испытания.

Экспериментальная платформа на данном этапе должна рассматриваться как средство верификации расчетных зависимостей и технических решений, а основным результатом исследований – научно обоснованные диапазоны параметров и технические требования для последующей разработки прикладных образцов.

Заключение

Роботизация внесения гербицидов в посевах зерновых культур является перспективным направлением развития технического обеспечения растениеводства. Для Узбекистана ее актуальность связана с масштабами зернового производства и необходимостью повышения безопасности операций, а для Беларуси – с имеющимся опытом создания автономных платформ для внесения пестицидов.

Дальнейшие исследования целесообразно сосредоточить на разработке концепции НРТС, обосновании конструктивных и режимных параметров, тягово-сцепных характеристик и силовой установки, построении архитектуры управления и экспериментальной проверке принятых решений. Итогом должны стать научно обоснованные параметры и технические требования, пригодные для последующего создания опытных образцов.

Список использованной литературы

1. Национальный комитет Республики Узбекистан по статистике. В 2025 году объем производства зерновых культур превысил 10,1 млн тонн. Ташкент, 2026.

2. Инспекция по контролю за агропромышленным комплексом Республики Узбекистан. Официальные данные о возделывании и уборке зерновых культур под урожай 2025 года. Ташкент, 2025.

3. Goldyban V.V. et al. Robotic Platform for Autonomous Application of Pesticide // V International Conference on Agriculture Digitalization and Organic Production (ADOP 2025). 2025. Vol. 3, No. 1.

4. Wang H., Chen Y., Zhang S., Guo P., Chen Y., Hu G., Ma Y. Deep learning-based target spraying control of weeds in wheat fields at tillering stage // Frontiers in Plant Science. 2025. Vol. 16. Art. 1540722. DOI: 10.3389/fpls.2025.1540722.

5. Li B., Guo P., Chen Y., Chen J. et al. Design and trial of precision spraying system for weeds in winter wheat field at tillering stage // Smart Agricultural Technology. 2025. Vol. 12. Art. 101159. DOI: 10.1016/j.atech.2025.101159.