

3. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь // Министерство экономики Республики Беларусь. – URL: <https://economy.gov.by/uploads/files/NSUR2030/Natsionalnaja-strategija-ustojchivogo-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitija-Respubliki-Belarus-na-period-do-2030-goda.pdf> (дата обращения: 29.04.2026).

4. О Государственной программе «АПК будущего» на 2026–2030 годы: постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 31.12.2025 № 814 // Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. – URL: <https://mshp.gov.by/uploads/Files/prog/gp2026-2030.pdf> (дата обращения: 29.04.2026).

5. Андреевко, А. А. Подготовка кадров для кормопроизводства в условиях технологической модернизации сельского хозяйства / А. А. Андреевко, А. Г. Лобан // Сборник трудов «Проблемы экономики». – Горки, 2025. – Вып.41. – С. 4–16.

УДК 631.171, 633/635:004.896

Г.Г. Рапак*ов*, канд. техн. наук, доцент,

Д.И. Холопов

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодский государственный университет», г. Вологда, grapakov@yandex.ru

Р.А. Шушков, канд. техн. наук, доцент,

А.Н. Осипов

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина», Вологда

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ АГРОРОБОТОМ НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМОВ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ

Ключевые слова: автономный мобильный агробот, система управления, компьютерное зрение.

Key words: autonomous mobile agrobot, control system, computer vision.

Аннотация: предложена система управления для агробота, построенная по принципу замкнутого цикла управления с обратными связями для адаптации поведения робота к изменяющимся условиям внешней среды.

Summary: the proposed vision system allows to control the the robot's behavior based on the principle of a closed loop control with feedback to adapt the environmental conditions.

Введение.

Использование беспилотных мобильных платформ для транспортировки грузов, обработки посевов и мониторинга сельхозугодий относится к иннова-

ционными технологиям животноводства и растениеводства, которые позволяют повысить эффективность природопользования для современного агропромышленного комплекса (АПК), что обуславливает актуальность работы [1].

Цель работы.

Изучить подходы к автоматизации операций умного АПК в части логистики и разработать блок-схему системы адаптивного управления автономным мобильным агроботом на основе алгоритмов компьютерного зрения и нейросетевых моделей. Научная новизна работы определяется необходимостью создания альтернативных подходов адаптивного управления в неструктурированной сельскохозяйственной среде. Результаты обладают практической значимостью: обеспечивают рост производительности за счет снижения затрат ручного труда при перевозке грузов; отечественное решение снижает зависимость от зарубежных технологий [2].

Материалы и методика исследования.

Анализ литературы позволил ознакомиться с основными направлениями и методами использования агрозрения для мобильных роботов в сфере сельского хозяйства [2-3]. Объект исследования: система адаптивного управления беспилотной мобильной сельскохозяйственной платформой. Предмет исследования: блок-схема системы адаптивного управления агроботом в части: иерархии уровней, структуры функциональных блоков, алгоритма работы и особенностей реализации.

Результаты исследования и их обсуждение.

Блок-схема включает три иерархических уровня детализации: общая структурная схема системы, которая показывает взаимодействие основных подсистем; схема модуля компьютерного зрения раскрывает структуру обработки визуальной информации; алгоритм адаптивного управления описывает последовательность операций в цикле управления. К числу основных подсистем относятся: сенсорная подсистема (обеспечивает сбор данных об окружающей среде); вычислительная подсистема (осуществляет обработку данных и принятие решений); исполнительная подсистема (реализует управляющие воздействия); система обратных связей (обеспечивает адаптацию и контроль выполнения). В состав сенсорной входят: RGB-камеры (получение цветных изображений); стереокамера (построение карты глубины); мультиспектральная камера (оценка физиологического состояния растений); тепловизионная камера (выявление стрессовых состояний растений); лидар (построение карты окружения); RTK-GNSS (высокоточное позиционирование); IMU 9 DOF (определение ориентации и ускорения); энкодеры для оценки пройденного пути. Модуль компьютерного зрения входит в вычислительную подсистему: на основе информации об окружающей среде и состоянии робота он выполняет обработку данных.

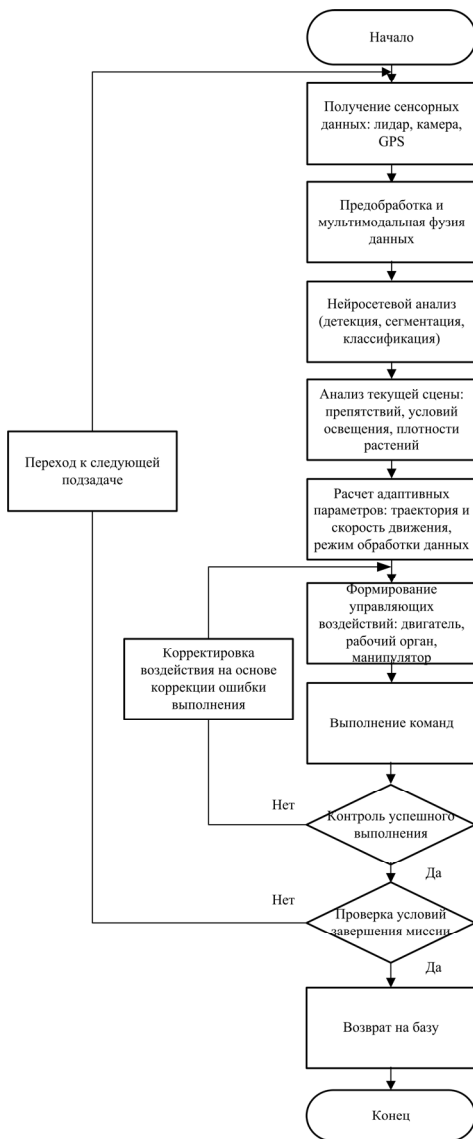


Рисунок 1. Блок-схема системы адаптивного управления мобильным агророботом

Исполнительная подсистема реализует перемещение по полю и физическое воздействие на окружающую среду. Система обратных связей обес-

печивает замкнутость контура управления (по положению и движению, по выполнению операций и по состоянию подсистем). Алгоритм адаптивного управления работает по итерационному циклу: получение сенсорных данных; предобработка и фузия данных; нейросетевой анализ; анализ текущей сцены; расчет адаптивных параметров; формирование управляющих воздействий; выполнение команд; контроль и коррекция. При необходимости выполняется возврат к первому шагу с учетом корректировки ошибок.

Заключение.

Разработанная блок-схема представляет собой иерархическую структуру системы адаптивного управления автономным мобильным агроботом, которая отражает взаимосвязи между основными функциональными модулями и потоки данных в процессе выполнения агротехнических операций.

Список использованной литературы

1. Перспективные направления создания инновационной сельскохозяйственной техники в Республике Беларусь / С. Г. Яковчик, Н. Г. Бакач, Ю. Л. Салапура, Э. В. Дыба // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межведомственный тематический сборник / Национальная академия наук Беларуси, Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства». Том Выпуск 51. – Минск: Беларуская навука, 2018. – С. 3–9.
2. Шушков, Р.А. Прототипирование мобильного робота с системой управления на основе компьютерного зрения для современного растениеводства / Р.А. Шушков, Г.Г. Рапаков, Д.А. Казаков // АгроЗооТехника, 2026, Том 9, № 2, DOI: 10.15838/alt.2026.9.2.7.
3. Tahir, S. A. R. Localization, Navigation and Activity Planning for Wheeled Agricultural Robots - A Survey / S. A. R. Tahir // Conference of Open Innovations Association, FRUCT. – 2022. – No 32. – P. 291–299.

УДК 631.1:004

А.А. Быков, д-р экон. наук, доцент,

А.А. Корсаков, студент

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А.Тимирязева», г. Москва
e-mail akorsakov04@gmail.com*

ИННОВАЦИИ И ЦИФРОВЫЕ РЕШЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИЯХ, ОРГАНИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ. НАУЧНЫЕ ПОДХОДЫ К ПОВЫШЕНИЮ УСТОЙЧИВОСТИ РАЗВИТИЯ АПК

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, цифровизация, инновации, устойчивое развитие, сельское хозяйство, Росстат, точное земледелие.