

# МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКАЯ ПЛАТФОРМА С АДАПТИВНЫМИ РЕЖИМАМИ УПРАВЛЕНИЯ

Климашевич З. Д., Клепацкий Е. Э., Линкевич А. О., Болабсов Р. А.  
Факультет компьютерного проектирования,  
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
Минск, Республика Беларусь  
E-mail: zahareshnik@gmail.com

*Проект посвящен созданию многофункциональной робототехнической платформы с адаптивными режимами управления. Основная особенность платформы – наличие модуля выжигания сорных растений, управляемого с помощью микроконтроллера Arduino Uno и Raspberry Pi. Система сочетает автономную и дистанционную работу, применяя датчики расстояния, света и пламени, а также модуль камеры для анализа окружающей среды. Реализованы алгоритмы движения, позиционирования и автоматического наведения лазера. Результаты проекта могут применяться в образовательной робототехнике и сельскохозяйственных разработках.*

## ВВЕДЕНИЕ

Лазерное уничтожение сорных растений в полевых условиях имеет значительную актуальность по нескольким причинам. Прежде всего, сорные растения являются серьезной проблемой для сельского хозяйства, так как они конкурируют с посевами за ресурсы и могут значительно снизить урожайность. Использование химических гербицидов негативно сказывается на окружающей среде и здоровье людей. Лазерное уничтожение представляет собой экологически чистую и эффективную альтернативу для борьбы с этой проблемой. Оно не загрязняет почву, воду и воздух и сокращает использование химических средств, что положительно сказывается на здоровье людей и окружающей среды. Кроме того, лазеры могут быть точно настроены на определенную длину волны, что позволяет уничтожать сорные растения без повреждения полезных культур. Они также могут быть использованы для борьбы с сорными растениями в труднодоступных местах и можно программировать для автоматической работы, что экономит время и силы работников сферы сельского хозяйства. В данном проекте разработана робототехническая платформа, предназначенная для автономного выжигания сорных растений с помощью лазерного модуля.

## I. АППАРАТНАЯ ЧАСТЬ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Аппаратная часть робототехнической платформы построена на микроконтроллере ATmega328 [3] и представлена на рисунке 1. Она обеспечивает вычислительную мощность и контроль за внешними устройствами. Плата имеет 14 цифровых выводов, из которых 6 могут работать как ШИМ-выходы. Есть 6 аналоговых входов для считывания данных с датчиков. В проекте Arduino Uno используется для движения и позиционирования платформы.

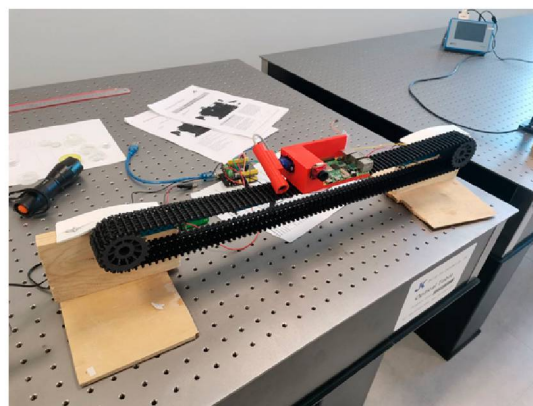


Рис. 1 – Внешний вид прототипа платформы

Для управления моторами используется драйвер Keyestudio L298P DC Motor Driver Shield [4]. Моторы подключаются к пинам 3, 11, 12 и 13, где пины 12 и 13 задают направление, а пины 3 и 11 регулируют скорость посредством ШИМ-сигнала. Кнопка управления подключена к пинам GND и 4, а сервопривод SG90 – к пинам 5V, GND и GPIO6. Питание осуществляется от батареи 9V, обеспечивающей достаточный ток для всех компонентов. Общая схема подключения представлена на рисунке 2.

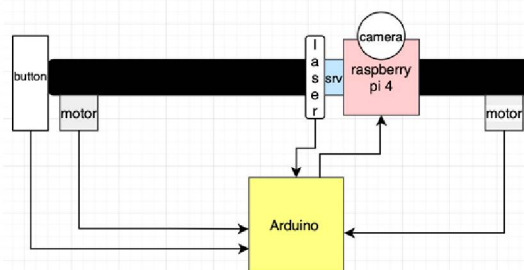


Рис. 2 – Общая схема подключения

На платформе установлены ультразвуковые и инфракрасные датчики, датчики света и пламени, модуль Raspberry Pi 4 с камерой и лазерный модуль выжигания сорных растений [1]. 3D-

модель модуля выжигания представлена на рисунке 3. Raspberry Pi выполняет анализ изображений, определяет местоположение сорняка и передаёт координаты Arduino, которая управляет сервоприводом и лазером. Таким образом, система работает в автоматическом режиме без участия оператора.

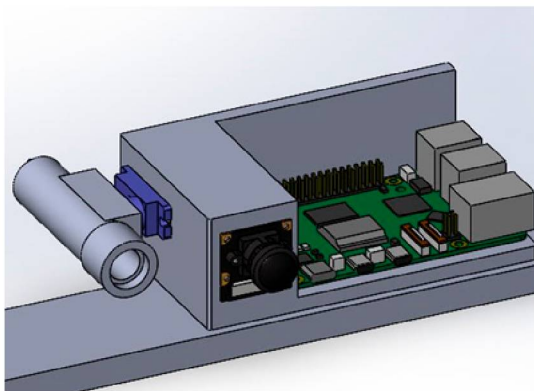


Рис. 3 – 3D-модель модуля выжигания сорных растений

## II. ПРОГРАММНАЯ АРХИТЕКТУРА РОБОТОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Raspberry Pi 4 работает как любой другой компьютер, основанный на ARM-процессоре. Он использует операционную систему (например, Raspbian), которая управляет всеми компонентами устройства, включая процессор, память, ввод-вывод и т. д. Пользователь может подключать монитор, клавиатуру и мышь, чтобы взаимодействовать с Raspberry Pi 4, а также использовать различные порты для подключения устройств, таких как флэш-накопители, камеры, дисплеи и другие периферийные устройства. К контролирующей плате Raspberry Pi 4 подключили модуль камеры и лазерный модуль в соответствующие пины. Программное обеспечение реализовано на языке C++ [1] и Python. Raspberry Pi анализирует изображения, используя алгоритмы компьютерного зрения, а Arduino управляет двигателями, сервоприводами и лазером. Взаимодействие между микроконтроллерами осуществляется через последовательный порт. Основная логика программы включает следующие этапы:

1. Считывание данных с датчиков и камеры;
2. Анализ изображений для поиска сорняков;
3. Наведение лазера и включение модуля выжигания;
4. Коррекция траектории движения платформы при обнаружении препятствий;
5. Отправка отчётов о выполненных действиях.

## III. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Лазерное уничтожение сорных растений в полевых условиях является эффективным и перспективным методом борьбы с нежелательными растениями. Эта технология позволяет точно и безопасно уничтожать сорные растения, не нанося вреда полезным культурам. Кроме того, данный метод экологически безопасен и не имеет негативного воздействия на почву и окружающую среду. В результате применения лазерного уничтожения сорных растений, улучшается качество урожая, снижается нужда в применении химических гербицидов, а также сокращается затрата времени и ресурсов на удаление сорняков. В целом, лазерное уничтожение сорных растений представляет собой инновационный метод, который может быть эффективно применен в сельском хозяйстве и садоводстве для повышения урожайности и сокращения вреда от сорных растений. Предлагаемый прототип системы сочетает образовательный и прикладной потенциал. Он может использоваться как учебный стенд по робототехнике и системам технического зрения, а также как прототип автоматизированного устройства для уничтожения сорных растений. В дальнейшем планируется внедрение алгоритмов машинного обучения для распознавания различных типов растений и улучшения точности наведения.

## IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложена многофункциональная робототехническая платформа с адаптивными режимами управления. Система демонстрирует высокую точность позиционирования и устойчивость к внешним воздействиям. В перспективе планируется расширение функционала за счёт интеграции интеллектуальных алгоритмов и оптимизации энергопотребления.

## V. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шилдт Б. Программирование на C++. – М. : Вильямс, 2015. – 864 с.
2. Dewdney A. K. The Armchair Universe: An Exploration of Computer Worlds. – New York: W. H. Freeman, 1990. – 240 p.
3. Arduino. Arduino UNO Rev3 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.arduino.cc/>, свободный.
4. Keystudio. L298P DC Motor Driver Shield [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://wiki.keyestudio.com/>.