

*А. И. Удалов<sup>1\*</sup>, А. А. Власенко<sup>1</sup>, А. А. Шаронов<sup>1</sup>*

## **Разработка робота сборщика урожая в теплице**

<sup>1</sup> Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск,  
Российская Федерация

\* e-mail: udal1999@mail.ru

**Аннотация.** В статье представлена разработка робота для автоматизированного сбора урожая в теплицах. Робот оснащен гусеничной базой, обеспечивающей высокую проходимость и маневренность. Сбор урожая осуществляется манипулятором, управляемым через микроконтроллер Arduino Uno. Для распознавания зрелых плодов используется нейросеть YOLOv8, работающая на Raspberry Pi 4 с веб-камерой. Проект также включает разработанную 3D-модель платформы, адаптированную к условиям теплицы, что позволило эффективно собрать и протестировать прототип. В статье описаны этапы проектирования, сборки и результаты полевых испытаний.

**Ключевые слова:** робот, сбор урожая, манипулятор, нейросеть

*A. I. Udalov<sup>1\*</sup>, A. A. Vlasenko<sup>1</sup>, A. A. Sharapov<sup>1</sup>*

## **Development of a robot harvester in a greenhouse**

<sup>1</sup> Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

\* e-mail: udal1999@mail.ru

**Abstract.** The article presents the development of a robot for automated harvesting in greenhouses. The robot is equipped with a tracked base, providing high maneuverability and mobility. Harvesting is performed by a manipulator controlled via an Arduino Uno microcontroller. A YOLOv8 neural network running on a Raspberry Pi 4 with a webcam is used for recognizing ripe fruits. The project also includes a developed 3D model of the platform, adapted to greenhouse conditions, which allowed for efficient assembly and testing of the prototype. The article describes the design, assembly stages, and field test results.

**Keywords:** robot, harvesting, manipulator, neural network

### ***Введение***

Современное сельское хозяйство сталкивается с острой потребностью в эффективных методах сбора урожая. Традиционные методы, основанные на ручном труде, требуют значительных человеческих ресурсов, которые далеко не всегда обеспечивают необходимую производительность и качество. Особенно это актуально для теплиц, количество которых постоянно растет, чтобы удовлетворить увеличивающийся спрос на свежие овощи и фрукты. В этом свете автоматизация процесса сбора урожая в теплицах с применением робототехники и искусственного интеллекта становится ключевым решением для увеличения эффективности и продуктивности производства.

Целью работы является разработка и создание роботизированной системы с применением передовых технологий искусственного интеллекта для эффективной автоматизации процесса сбора урожая в теплице.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

1. Изучены существующие технологии искусственного интеллекта и роботизированных систем, применяемых в сельском хозяйстве и тепличном земледелии.
2. Проведен анализ требований к процессу сбора урожая в тепличных условиях, включая типы культур, особенности роста и сбора.
3. Спроектирован механической конструкции робота, способной эффективно собирать урожай с учетом особенностей тепличной среды.
4. Разработан алгоритм искусственного интеллекта для навигации робота внутри теплицы, определения зрелости плодов и оптимального момента для сбора.
5. Интегрированы сенсоры и камеры высокого разрешения для сбора данных о растениях и окружающей среде.

### *Методы и материалы*

Для создания робота сборщика урожая использовался широкий спектр материалов и компонентов, а также разнообразные методы, обеспечивающие функциональность и эффективную работу системы. Для реализации данного робота мы использовали следующие методы и материалы:

Разработка робота-сборщика происходила на основе функциональной схемы компонентов, которая также отображает взаимодействие (рис. 1). Схема была разработана для обеспечения корректного подбора физических компонентов, реализацию программных модулей, а также проектирование каркаса робота.

Каркас робота был спроектирован в программе T-FLEX CAD, которая позволяет спроектировать 3d-модели и расположить функциональные отверстия с точностью до 0,1 мм. Следующим этапом стал подбор пластика, который обеспечит жесткость и надежность всей конструкции. Для обеспечения таких потребностей был выбран пластик вида PLA. После чего пластик был установлен в 3d-принтер и загружены модели для печати частей каркаса (рис. 2) [7,10].

Для управления движением робота была выбрана плата Arduino Uno, обеспечивающая стабильное и эффективное управление всей системой [3]. Робот оснащен гусеничной колесной базой, обеспечивающей высокую маневренность и проходимость, что позволяет ему легко передвигаться даже в труднодоступных местах теплицы (рис. 3). Для сбора урожая используется манипулятор, который обеспечивает точное и надежное сбор растений. Для движения всей платформы применяются четыре мотор-редуктора, управляемые драйвером TA6586. Это обеспечивает плавное и точное движение робота, делая его управление удобным и эффективным. Автономное питание робота обеспечивается двумя Li-Ion аккумуляторами, обеспечивающими длительное время работы без подзарядки [8, 9]. Такое решение гарантирует непрерывную работу робота в течение продолжительного времени, что особенно важно в сельскохозяйственных условиях.

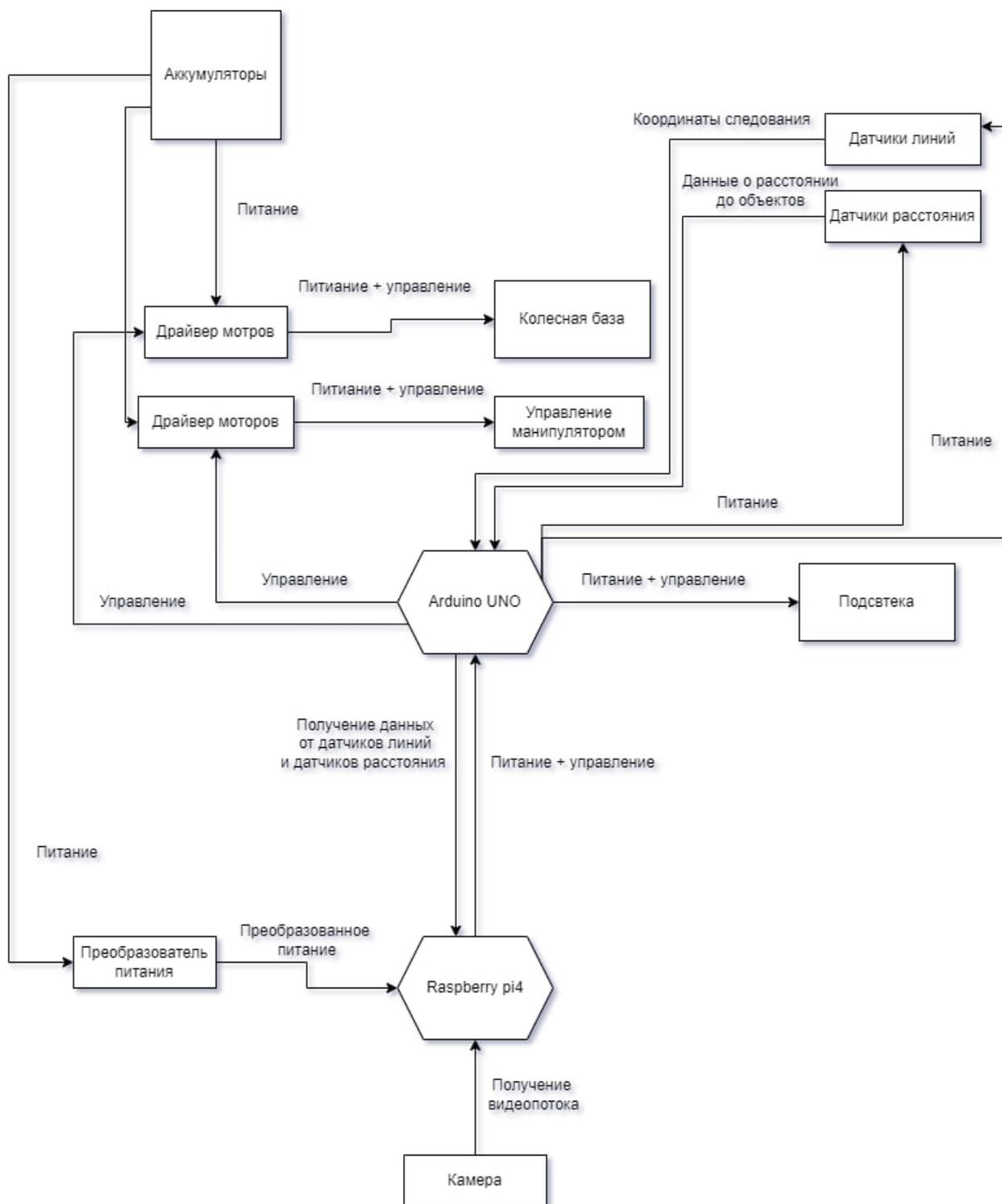


Рис. 1. Функциональная схема компонентов

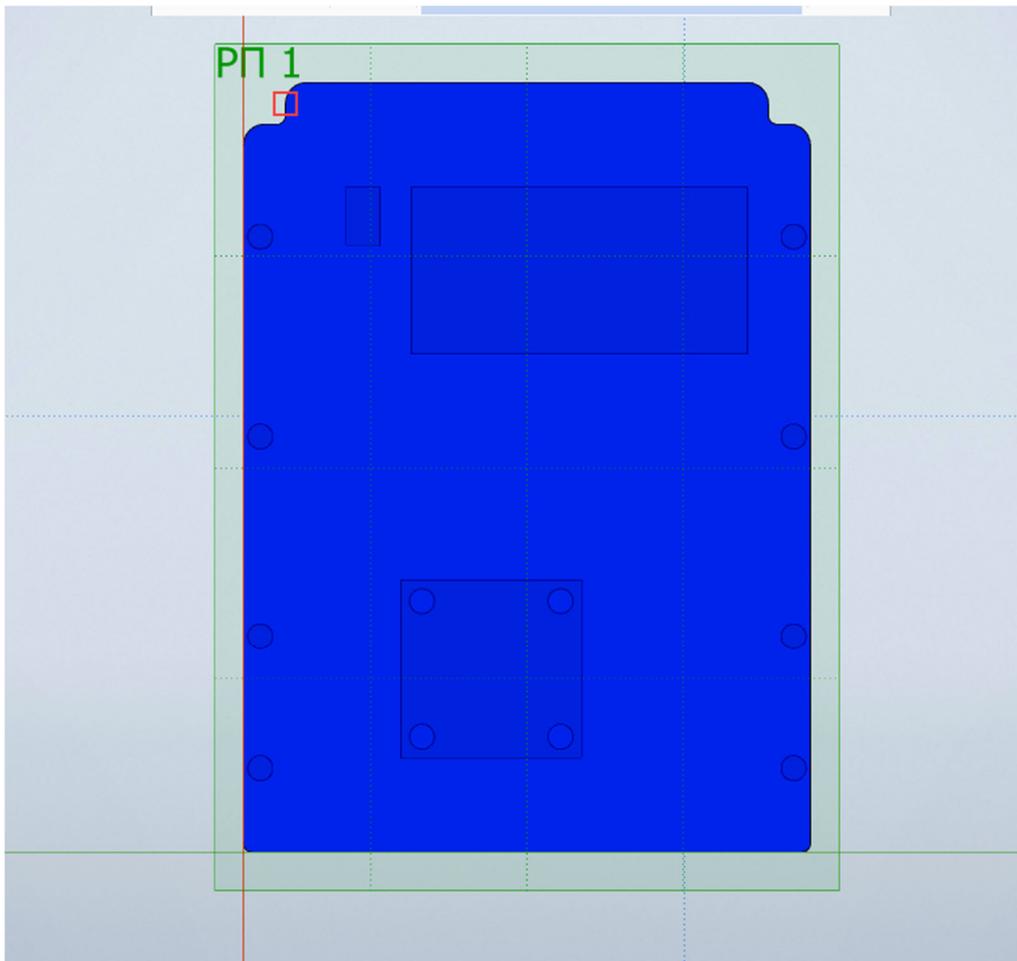


Рис. 2. Проектирование части каркаса

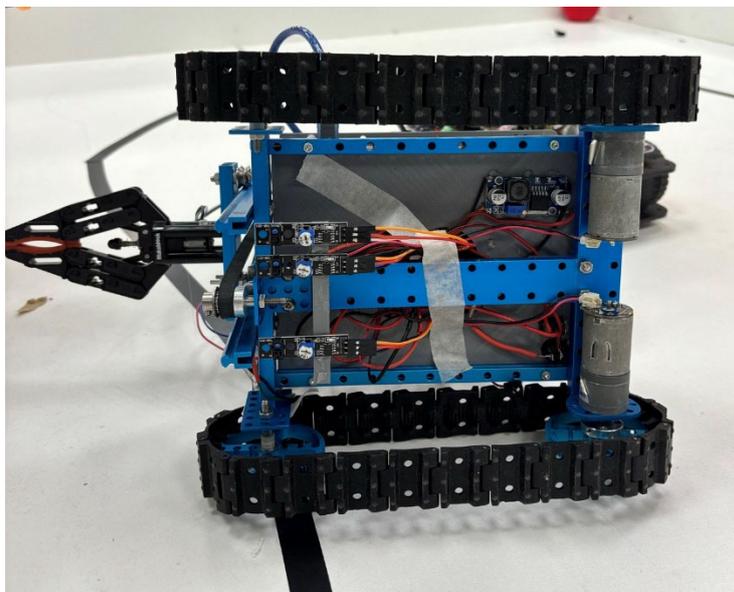


Рис. 3. Колесная база робота

Для эффективного распознавания урожая была разработана и использована нейронная сеть на основе архитектуры YOLOv8 (You Only Look Once version 8). YOLOv8 является одной из передовых архитектур для обнаружения объектов в реальном времени. Она основана на глубокой сверточной нейронной сети и обладает высокой точностью и скоростью работы, что делает ее идеальным выбором для задачи распознавания урожая в реальном времени [2, 4–6]. Для интеграции нейронной сети в робототехническую систему была выбрана плата Raspberry Pi 4, которая обладает достаточной вычислительной мощностью для работы с такой моделью. Вместе с веб-камерой она позволяет получать изображения с тепличных культур и передавать их на обработку нейронной сети в реальном времени (рис. 4).

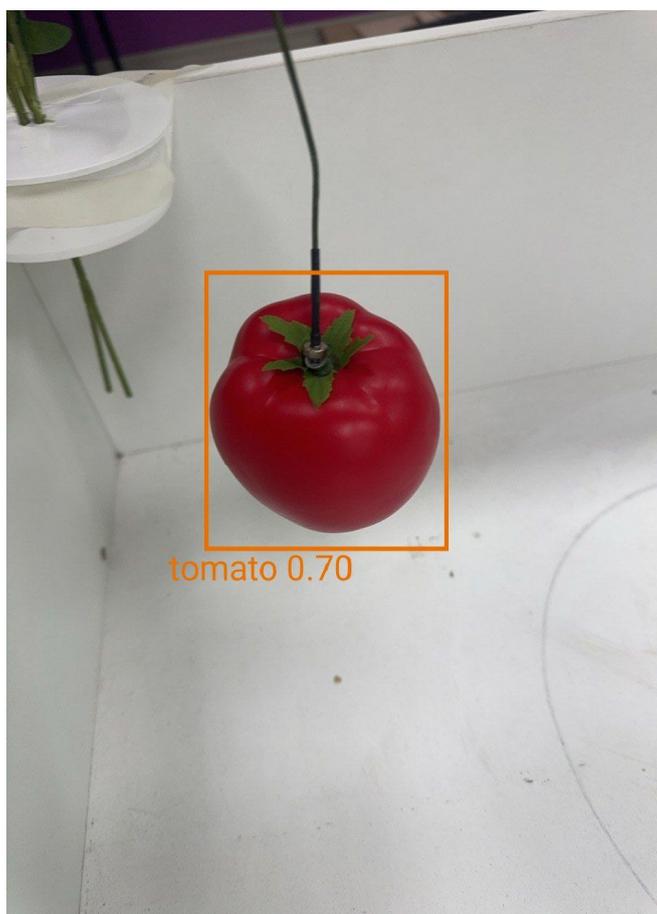


Рис. 4. Демонстрация работы нейронной сети

### ***Результаты***

В данной работе представлена разработка робота с применением технологий искусственного интеллекта для автоматизации процесса сбора урожая в теплице. Используя передовые методы компьютерного зрения и машинного обучения, создана система, способная обнаруживать, классифицировать и собирать урожай (рис. 5).

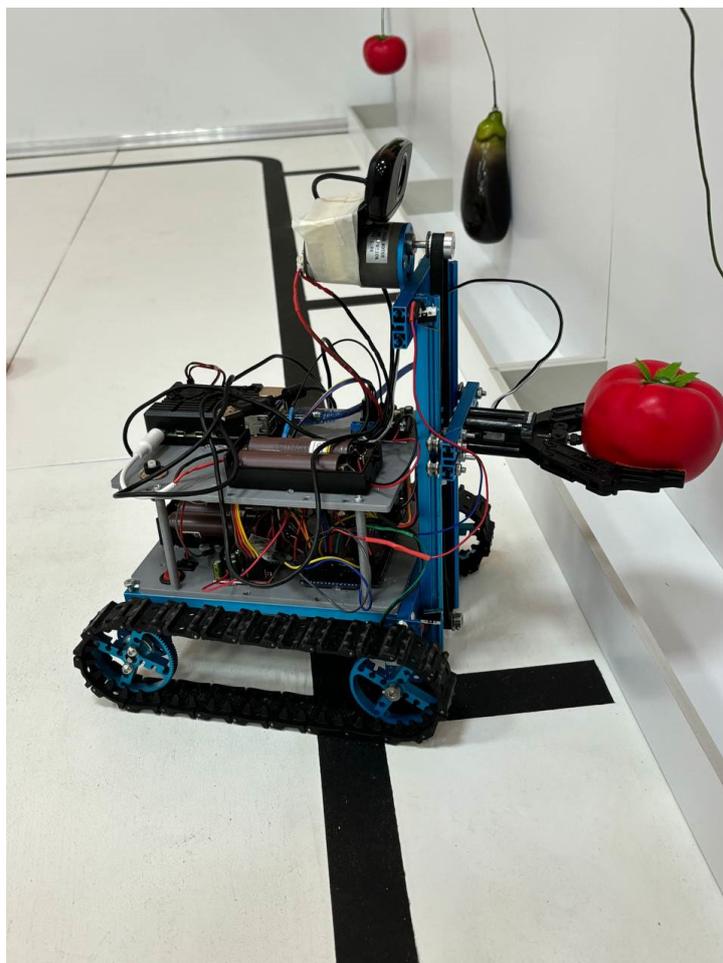


Рис. 5. Робот сборщик урожая в теплице

### *Заключение*

В ходе работы был разработан инновационный робот сборщик урожая в теплице, способный значительно улучшить процессы сельскохозяйственного производства. Благодаря применению передовых технологий искусственного интеллекта и робототехники, данный робот обеспечивает высокую производительность и качество сбора плодов, снижая зависимость от человеческого труда и связанные с ним затраты. Этот проект демонстрирует, как современные технологические решения могут эффективно интегрироваться в агропромышленный комплекс, решая актуальные проблемы и повышая рентабельность хозяйств. Внедрение таких роботов не только улучшает текущие процессы, но и создает потенциал для дальнейшего развития и инноваций в сельском хозяйстве, обеспечивая устойчивое и эффективное производство в условиях растущего спроса на продовольствие.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Робототехника в сельском хозяйстве: текущие тенденции и перспективы. – Текст: электронный. – URL: <https://agrorobot.net/>.
2. YOLOv8 инструкция. – Текст: электронный. – URL: <https://vc.ru/u/1389654-machine-learning/581388-yolov8-instrukciya>.

3. Arduino-UNO. – Текст: электронный. – URL: <http://arduino.on.kg/Arduino-UNO>.
4. Беляев, Н. М. Методы машинного обучения и искусственного интеллекта: учебное пособие / Н. М. Беляев. – Иркутск : Издательство Иркутского национального исследовательского технического университета, 2021. – 192 с.
5. Воронов, М. В. Системы искусственного интеллекта : учебник и практикум для вузов / М. В. Воронов, В. И. Пименов, И. А. Небаев. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2024. – 268 с.
6. Бессмертный, И. А. Системы искусственного интеллекта : учебное пособие для вузов / И. А. Бессмертный. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2024. – 164 с.
7. Бунаков, П. Ю. Сквозное проектирование в T-FLEX : учебное пособие / П. Ю. Бунаков. – Москва : ДМК Пресс, 2009. – 400 с.
8. Петин В. А. Arduino и Raspberry Pi в проектах Internet of Things. / Петин В. А. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2016. - 320 с.
9. Шаныгин, С. В. Роботы, как средство механизации сельского хозяйства / Шаныгин С. В. // Известия ВУЗов. Сер. "Машиностроение". - 2013. - № 3. - С. 39-42.
10. Блохин, А. В. Оценка качества печати и расчёт оптимальных параметров 3D-модели : студенческая научная работа / А. В. Блохин. - Омск : б. и., 2019. - 68 с.

© А. И. Удалов, А. А. Власенко, А. А. Шаранов, 2024