

*Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy,  
e-mail: [d.donya@rgaumcxa.ru](mailto:d.donya@rgaumcxa.ru)*

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy,  
Russia, Moscow, e-mail: [rector@rgau-msha.ru](mailto:rector@rgau-msha.ru)

**Abstract:** *The article discusses the problems of designing cam mechanisms, as well as the need to create mathematical models that simplify the design of these mechanisms.*

**Key words:** *cam mechanism, design, dynamic model, Engine platform.*

---

УДК 004.932.2

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ В АВТОМАТИЗИРОВАННОМ СБОРЕ ГРИБОВ

*Руднев Павел Сергеевич, магистрант Института фундаментальных наук,  
ФГБОУ ВО Кемеровский государственный университет,  
e-mail: [pavsergrud@mail.yandex.ru](mailto:pavsergrud@mail.yandex.ru)*

*Шаврин Владимир Алексеевич, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры  
общей и экспериментальной физики, ФГБОУ ВО Кемеровский  
государственный университет, e-mail: [vladimir.shavrin@gmail.com](mailto:vladimir.shavrin@gmail.com)*

*Неверов Евгений Николаевич, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедры  
Техносферной безопасности, ФГБОУ ВО Кемеровский государственный  
университет, e-mail: [neverov42@mail.ru](mailto:neverov42@mail.ru)*

*Николаева Елена Владимировна, канд. физ.-мат. наук, руководитель ДНК им.  
П. А. Чихачёва, ФГБОУ ВО Кемеровский государственный университет,  
e-mail: [nevkem@yandex.ru](mailto:nevkem@yandex.ru)*

*Владимиров Александр Александрович, канд. техн. наук, проектный  
менеджер ДНК им. П. А. Чихачёва, ФГБОУ ВО Кемеровский государственный  
университет, e-mail: [fizickemsu@mail.ru](mailto:fizickemsu@mail.ru)*

ФГБОУ ВО Кемеровский государственный университет,  
Россия, Кемерово, e-mail: [webkemsu@mail.ru](mailto:webkemsu@mail.ru)

**Аннотация:** в статье описан вариант применения компьютерного зрения для мониторинга роста грибов и их сбора. Создан функциональный образец установки сбора грибов, использующей компьютерное зрение для анализа грибного поля на предмет наличия и последующего сбора созревших грибов.

**Ключевые слова:** машинное зрение, программирование, автоматизация, роботизация, грибоводство.

Автоматизация процессов производства тех или иных материальных благ позволяет снизить долю участия человека в данных процессах, повысить производительность труда и качество продукции. Автоматизированный мониторинг роста грибов и их сбор в условиях грибных ферм способствует увеличению точности в определении созревших грибов и исключению ручного труда. Развитие цифровых технологий позволило получать и обрабатывать электронные изображения высокого качества, за счёт чего компьютерное зрение может быть применено в различных сферах деятельности, в число которых входит и грибоводство.

Цель данной работы состоит в разработке прототипа установки сбора грибов и мониторинга их роста.

Задачи работы заключаются в выборе механических компонентов установки, выборе программного обеспечения для управления установкой, написании программы управления, сборка и испытание функционального образца установки.

При разработке функционального образца установки сбора грибов были рассмотрены аналоги, описанные в статьях [1], [2], [3], [4]. Прототип установки мониторинга роста грибов и их сбора состоит из рельсовой рамы, каретки с видеокамерой и манипулятором (рис. 1), микроконтроллера Arduino Mega 2560 и микрокомпьютера Raspberry Pi 4.

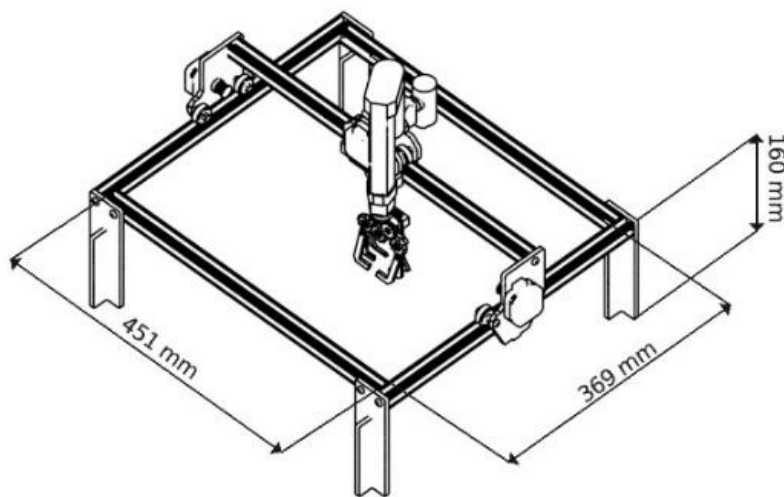


Рисунок 1 – Схема установки сбора грибов

Каретка приводится в движение шаговым двигателем Nema 17. Движение в одном направлении обеспечивает данный двигатель, движение в направлении, перпендикулярном ему, производится за счёт перемещения рельса с кареткой двумя параллельно подключёнными шаговыми двигателями Nema 17 по двум перпендикулярно расположенным рельсам. Сбор грибов осуществляется захватом клещевого типа, детали которого изготовлены методом FDM 3D-печати (рис. 2).

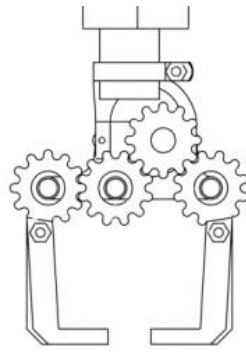


Рисунок 2 – Схема захвата

Челюсти захвата приводятся в движение серводвигателем. Вертикальное перемещение клещевого захвата происходит посредством актуатора CLA12-2D, являющегося двигателем постоянного тока.

Управляющим элементом установки является микрокомпьютер Raspberry Pi 4, посредством которого осуществляется управление видеокамерой и микроконтроллером Arduino Mega 2560. Микроконтроллер получает команды от Raspberry Pi 4 по последовательному интерфейсу и производит запуск шаговых двигателей, актуатора либо серводвигателя в зависимости от полученной команды.

Управление камерой и микроконтроллером, а также взаимодействие с пользователем и сохранение результатов анализа грибного поля производится с помощью написанной в рамках данной работы программы на языке программирования Python 3.9.0 в операционной системе Raspberry Pi OS. Программа имеет оконный интерфейс (рис. 3), позволяющий с помощью мыши и клавиатуры, либо сенсорного экрана, управлять установкой.

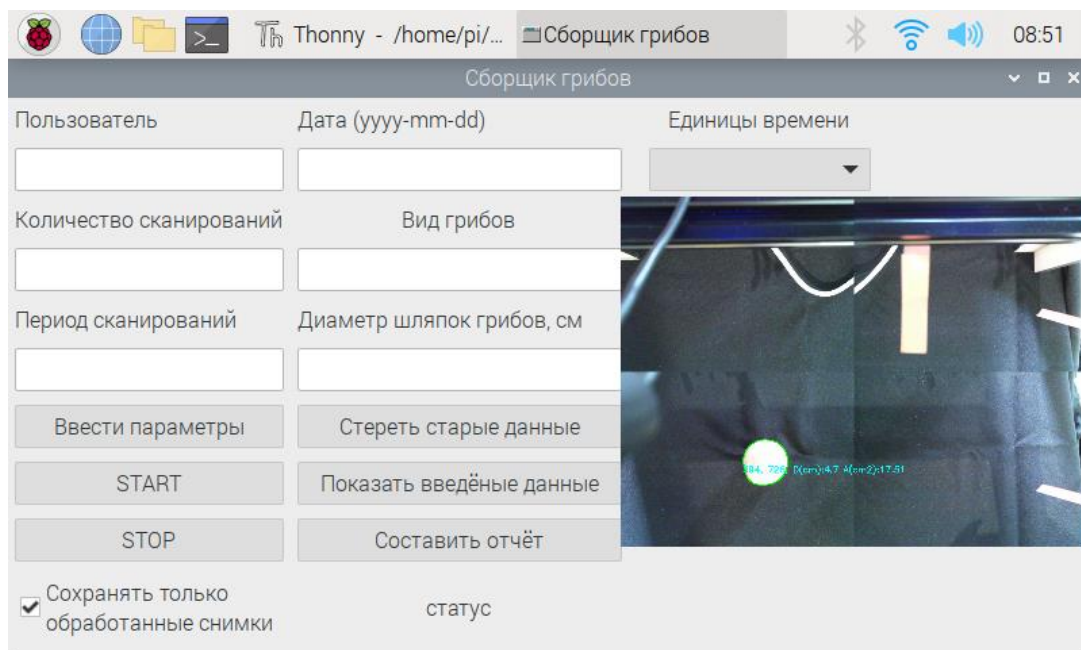


Рисунок 3 – Оконный интерфейс программы управления установкой сбора грибов

Программа получает данные об имени пользователя, дате первого анализа грибного поля, количестве анализов, промежутке времени между анализами, виде грибов, минимальном диаметре шляпок созревших грибов посредством полей ввода. Перевод пикселей отснятых изображений в квадратные сантиметры площади производится с помощью калибровочного объекта с известной пользователю площадью. Начало координат определяется программой с помощью камеры по цветовым ориентирам (диапазоны RGB), закреплённым на рельсовой раме. Для съёмки грибного поля производится 4 снимка областей поля, не пересекающихся друг с другом, после чего снимки компонуется в единое изображение. Контуры шляпок грибов на изображении поля распознаются по диапазонам оттенков серого (цветовая модель GrayScale). Диаметр шляпки каждого гриба вычисляется по формуле площади круга, за которую принимается количество пикселей в контуре шляпки. Затем производится сбор грибов, диаметры шляпок которых превышают заданный пользователем минимальный диаметр.

Таким образом, в ходе данной работы создан прототип установки сбора грибов, позволяющей в режиме реального времени производить мониторинг роста грибов и их сбор.

### Библиографический список

1. Rong, J.; Wang, P.; Yang, Q.; Huang, F. A Field-Tested Harvesting Robot for Oyster Mushroom in Greenhouse. *Agronomy*. – 2021. – V. 11. – P. 1210. – URL: <https://doi.org/10.3390/agronomy11061210>
2. Salerno, N.; Hu, X.; Pan, Z.; Lv, S. Picking Path Optimization of *Agaricus bisporus* Picking Robot. *Mathematical Problems in Engineering*. – 2019. – URL: <https://doi.org/10.1155/2019/8973153>
3. Cong, P.; Feng, H.; Lv, K.; Zhou, J.; Li, S. MYOLO: A Lightweight Fresh Shiitake Mushroom Detection Model Based on YOLOv3. *Agriculture*. – 2023. – V. 13. – P. 392. – URL: <https://doi.org/10.3390/agriculture13020392>
4. Yang, S.; Ji, J.; Cai, H. and Chen, H. Modeling and Force Analysis of a Harvesting Robot for Button Mushrooms. *IEEE Access*. – 2022. – V. 10. – P. 78519-78526. – URL: 10.1109/ACCESS.2022.3191802.
5. Исследование влияния микроволнового воздействия на процесс созревания висковых дистиллятов / Д. М. Бородулин, М. В. Просин, М. Н. Потапова, А. В. Шалев // *Хранение и переработка сельхозсырья*. – 2019. – № 4. – С. 141-153. – DOI 10.36107/spfp.2019.154.

### THE USE OF COMPUTER VISION IN AUTOMATED MUSHROOM PICKING

*Rudnev Pavel Sergeevich, master's student of the Institute of Basic Sciences, Kemerovo State University, e-mail: [pavsergrud@mail.yandex.ru](mailto:pavsergrud@mail.yandex.ru)*

**Shavrin Vladimir Alekseevich**, Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of General and Experimental Physics, Kemerovo State University, e-mail: [vladimir.shavrin@gmail.com](mailto:vladimir.shavrin@gmail.com)

**Neverov Evgeniy Nikolaevich**, Doctor of Engineering. Sciences, Professor, Head of the Department of Technosphere Safety, Kemerovo State University, e-mail: [neverov42@mail.ru](mailto:neverov42@mail.ru)

**Nikolaeva Elena Vladimirovna**, Ph.D. physics and mathematics Sciences, Head of DNA named after. P. A. Chikhacheva, Kemerovo State University, e-mail: [nevkem@yandex.ru](mailto:nevkem@yandex.ru)

**Vladimirov Alexander Alexandrovich**, Ph.D. tech. Sciences, project manager DNA named after. P. A. Chikhacheva, Kemerovo State University, e-mail: [fizickemsu@mail.ru](mailto:fizickemsu@mail.ru)

Kemerovo State University, Russia, Kemerovo, e-mail: [webkemsu@mail.ru](mailto:webkemsu@mail.ru)

**Abstract:** the article describes the use of computer vision for monitoring the growth of mushrooms and their collection. A functional example of a mushroom picking installation has been created that uses computer vision to orient and analyze a mushroom field for the presence of ripe mushrooms.

**Key words:** machine vision, programming, automation, robotization, mushroom growing.

---

УДК 519.233.5

## МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ СМЕСИТЕЛЯ ЦЕНТРОБЕЖНОГО ТИПА НА ОСНОВЕ КОРРЕЛЯЦИОННОГО АНАЛИЗА

**Суворова Юлия Павловна**, аспирант, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», e-mail: [yulia-suvorova-1998@mail.ru](mailto:yulia-suvorova-1998@mail.ru)  
**Бородулин Дмитрий Михайлович**, д-р техн. наук, профессор, директор Технологического института, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», e-mail: [borodulin@rgau-msha.ru](mailto:borodulin@rgau-msha.ru)

**Сухоруков Дмитрий Викторович**, канд. техн. наук, доцент кафедры Инженерного дизайна, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», e-mail: [pioner\\_dias@mail.ru](mailto:pioner_dias@mail.ru)

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»,  
Россия, Кемерово, e-mail: [rector@kemsu.ru](mailto:rector@kemsu.ru)

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», Россия, Москва, e-mail: [rector@rgau-msha.ru](mailto:rector@rgau-msha.ru)

**Аннотация:** Важной составляющей производства сыпучих композиционных