

FRI-8.303b-1-AMT&ASVM-06

---

## A SYSTEM FOR SOUND SIMULATION OF A BEE COLONY BY TRANSMITTING SOUND FROM A REFERENCE BEEHIVE<sup>6</sup>

---

**Iliqna Ivanova, PhD Student**

Department of Agricultural Technology,  
“Angel Kanchev” University of Ruse  
Phone: +359 82 888 260  
E-mail: itivanova@uni-ruse.bg

**Pr. Assist. Evgeni Enchev, PhD**

Department of Agricultural Technology,  
“Angel Kanchev” University of Ruse  
Phone: +359 82 888 325  
E-mail: eenchev@uni-ruse.bg

**Assist. Sadetin Basri, PhD**

Department of Agricultural Technology,  
“Angel Kanchev” University of Ruse  
Phone: +359 82 888 556  
E-mail: sbasri@uni-ruse.bg

***Abstract:** The paper reviews the development of a sound simulation system for a beehive, which uses acoustic data collected from a reference hive to transmit the same acoustic characteristics to other hives. The system’s purpose is to support the monitoring of bee colonies by reproducing and analysing the characteristic sounds of a healthy and active hive in real-time. The system operates through sensors mounted in the reference hive that capture audio signals and transmit data to receivers in other hives. This technology can serve as an early warning system for issues such as inactivity, disease, or a shortage of bees, thus aiding beekeepers in caring for their colonies. Additionally, the sound simulation enables analysis of bee behaviour and investigation of the relationship between hive sounds and the colony’s health status.*

***Keywords:** Ssound simulation of a beehive, Bee colony monitoring, Acoustic hive data, Bee health, Bee behaviour analysis, Sensor technologies for hives, Early warning system, Bee colony sounds, Hive diagnostics, Beekeeping innovations.*

### ВЪВЕДЕНИЕ

Пчелите играят жизненоважна роля за екосистемата и земеделието, като осигуряват опрашването на множество култури и диворастящи растения. Здравето на пчелите е от ключово значение за поддържането на биоразнообразието и хранителната сигурност, но през последните десетилетия пчелните популации са изправени пред сериозни предизвикателства като болести, пестициди и климатични промени. За да се предотвратят тези заплахи и да се осигури адекватна грижа за пчелите, нараства изискването да се използват технологии за мониторинг и стимулиране на кошерите в реално време.

Настоящото изследване се фокусира върху разработването на иновативна система за звукова симулация на пчелен кошер, която събира и предава акустични данни от референтен кошер и ги предава, към други кошери. Звуковите сигнали в един кошер носят ценна информация за състоянието и поведението на пчелите (Boteva, M., 2008), като чрез тях могат да се идентифицират важни показатели на здравето на пчелното семейство, включително

---

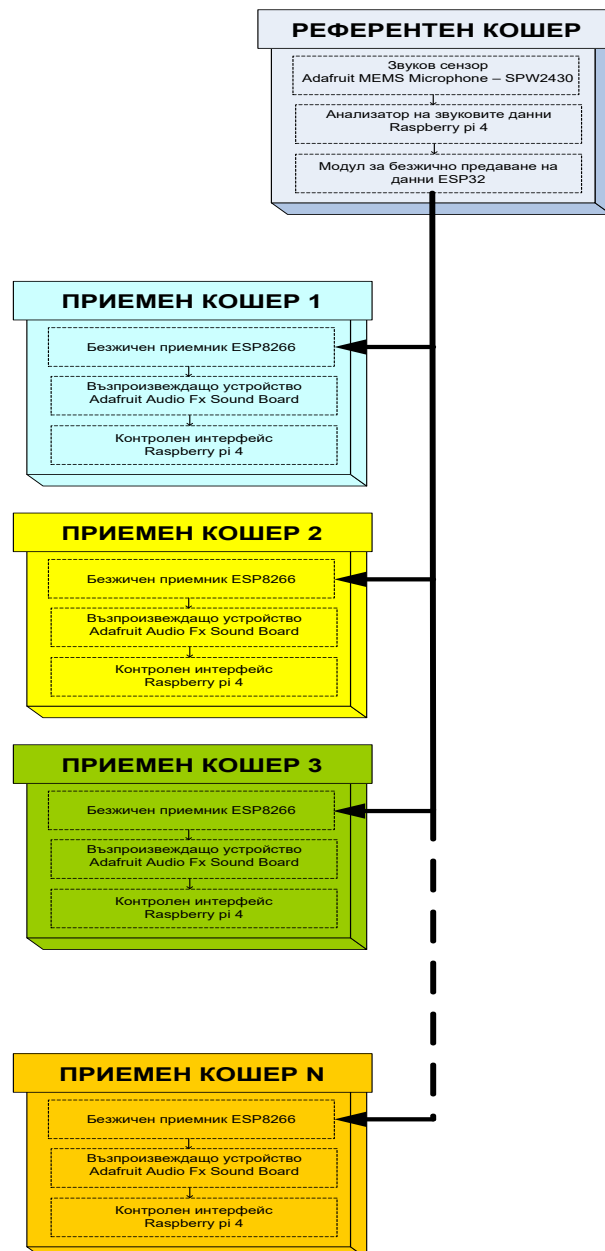
<sup>6</sup> Докладът е представен на Научната сесия на Секция „Земеделска техника и технологии, Аграрни науки и ветеринарна медицина“ на 25 Октомври 2024 г. с оригинално заглавие на български език: СИСТЕМА ЗА ЗВУКОВО СИМУЛИРАНЕ НА ПЧЕЛНО СЕМЕЙСТВО ЧРЕЗ ПРЕДАВАНЕ НА ЗВУК ОТ ЕТАЛОНЕН КОШЕР.

активност, наличие на стрес или дори заболяване. Използването на звукови сензори, които анализират акустичните характеристики на кошера, позволява ефективен мониторинг и ранно откриване на потенциални проблеми в пчелното семейство, като се осигурява непрекъснатата подкрепа за пчеларите.

## ИЗЛОЖЕНИЕ

Системите за мониторинг на пчелни колонии се развиват динамично през последните години, като съвременните технологии предлагат нови начини за следене на поведението и здравословното състояние на пчелите. Една от най-новите и ефективни методики за наблюдение и стимулиране е звуковата симулация, която се базира на акустични данни от референтен кошер. Звуковият анализ на кошерите дава информация за жизнените процеси в тях и може да послужи за ранно предупреждение при настъпване на проблеми, като заболявания или загуба на активност (Ivanov, P., 2015).

На фиг. 1 е представена блокова схема на последователността на свързване на отделните устройства в референтния и приемните кошери на системата за звукова симулация на пчелни семейства.



Фиг. 1. Блокова схема на последователността на свързване на отделните устройствата в референтния и приемните кошери на системата за звукова симулация на пчелни семейства

Акустичните сигнали в кошера, регистрирани чрез чувствителни микрофони, позволяват установяването на различни модели в поведението на пчелите, (Petrov, A., 2012). Според Boteva (2008), здравето пчелно семейство има определени честоти на звука, които се променят в зависимост от сезона, активността на пчелите и потенциални стресови фактори.

Принципа на действие на системата се базира на акустични сигнали, улавяни от референтен кошер, който показва отлична активност и добро здравословно състояние. Звуковите сензори, монтирани в референтния кошер, улавят характерните звуци на пчелите (Petrov, A., 2012). Тези звуци съдържат информация, която може да мотивира по-слабите пчелни семейства, осигурявайки им звукова обратна връзка, която може да стимулира активността им. След като звуковите данни бъдат събрани, те се обработват от анализатор, който извлича ключова информация, относно динамиката на пчелите в референтния кошер. В последствие данните се предават на по-слабите кошери с помощта на безжични модули, (Kolev, D., 2019).

За улавяне на звуковите сигнали от пчелите и предаването им към анализатора се използва висококачествен миниатюрен микрофон тип Adafruit MEMS Microphone (фиг.2), който е проектиран за работа с микроконтролери и платформи за разработка, като Arduino и Raspberry Pi. Той използва MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems) технология, която предлага висока чувствителност и ниско ниво на шум, което го прави подходящ за приложения в акустична обработка и звуково записване.



Фиг. 2. Микрофон тип Adafruit MEMS

Анализаторът на звукови данни е базиран на Raspberry Pi (фиг. 3), който обработва постъпващите звукови сигнали и извършва анализ за идентифициране на специфични модели на поведение и активност на пчелите. Чрез използването на програмируеми алгоритми, устройството може да разпознава звукови шаблони, свързани със здравословното състояние и активността на пчелното семейство, което позволява своевременно откриване на аномалии или признаци на стрес (Ivanov, P., 2015).



Фиг. 3. Анализатор на звукови данни базиран на Raspberry Pi

Безжичният модул, ESP32 (фиг. 4), осигурява предаването на акустични данни от референтния кошер към останалите кошери, което позволява взаимодействие в реално време. Чрез стабилна безжична връзка, модулът улеснява синхронизацията и обмена на звукова информация, което подпомага наблюдението и оптимизацията на поведението на пчелните семейства (Kolev, D., 2019).



Фиг. 4. Безжичен модул тип ESP32

Приемникът ESP8266 (фиг. 5), получава звуковите данни от референтния кошер и ги предава към устройство за възпроизвеждане. Тя играе ключова роля в разпространението на акустичната информация, като осигурява точност и синхронизация при преноса на данни, необходими за ефективната работа на системата (Petrov, A., 2012).



Фиг. 5. Приемник тип ESP8266

Възпроизвеждащото устройство, Adafruit Audio FX Sound Board (фиг. 6), възпроизвежда характерните звуци на здрав кошер, с което стимулира активността на пчелите в по-слабите кошери. Тази аудиостимулация цели да насърчи поведенчески отговор, който допринася за по-доброто развитие и активност на пчелите (Nabhan, G. P., 2007).



Фиг. 6. Възпроизвеждащото устройство тип Adafruit Audio FX Sound Board

Контролният интерфейс е базиран на Raspberry Pi (фиг. 3) системата и осигурява на пчеларите възможност за наблюдение и достъп до информация за здравето на пчелните семейства в приемните кошери (Goulson, D., 2010).

Системата за звукова симулация предоставя иновационен подход за стимулиране на пчелните колонии, които показват ниска активност или страдат от заболявания. Чрез предаването на звукови сигнали от успешен кошер, пчеларите могат да повишат производителността на по-слабите колонии и да предотвратят роенето, което е един от основните проблеми, с които се сблъскват пчеларите (Decourtye, A., et al., 2004).

Тази технология не само че помага на пчеларите да управляват своите пчелни семейства по-ефективно, но също така служи за научно изследване на поведението на пчелите и взаимодействията им с околната среда (Parker, C. R., 2014). Системата позволява на изследователите да анализират как звуковите сигнали влияят на поведението на пчелите, което е от съществено значение за опазването на популациите от пчели и устойчивото пчеларство.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Системата за звукова симулация на пчелен кошер представлява иновативен и обещаващ подход за подобряване на управлението на пчелните семейства. Чрез предаване на акустични данни от референтен кошер, който демонстрира здравословно състояние и активност, тази система предоставя уникална възможност за стимулиране на по-слабите кошери. По този начин пчеларите могат не само да повишат производителността на своите пчелни семейства, но и да предотвратят нежелани явления, като роенето, което е от съществено значение за поддържането на стабилни и продуктивни пчелни популации.

В бъдеще подобни иновации ще могат да служат за основа на нови стратегии за управление на пчелите, които ще подобрят не само икономическите резултати на пчеларите, но и ще допринесат за опазването им. Подобни технологии могат да се разглеждат не само като инструмент за мониторинг, но и като важен ресурс за научни изследвания, които ще помогнат да се разберат по-добре динамиките на пчелните семейства и тяхната роля в природата.

## REFERENCES

- Boteva, M. (2008). *Monitoring of Bee Colonies Through Sound Analysis*. Sofia: Publishing House "Agriculture."
- Ivanov, P. (2015). *Technologies for Health Monitoring of Bee Colonies*. Plovdiv: Agricultural University.
- Petrov, A. (2012). *Analysis of Bee Colony Behavior Using Sensor Technologies*. Varna: Technical University.
- Kolev, D. (2019). *Intelligent Monitoring Systems in Beekeeping*. Blagoevgrad: Publishing House "Science and Technology".
- Nabhan, G. P. (2007). "The Forgotten Pollinators". Island Press.
- Goulson, D. (2010). "An Overview of the Environmental and Economic Importance of Bees". *The Journal of Pollination Ecology* 2.1: 1-6.
- Decourtye, Axel, et al. "Effects of Imidacloprid and Deltamethrin on Associative Learning in Honeybees Under Semi-Field and Laboratory Conditions". *Ecotoxicology and Environmental Safety* 57.3 (2004): 410-419.
- Parker, C. R. (2014). "The Influence of Sound on Honeybee Behavior: A Review". *Journal of Apicultural Research* 53.4: 444-452.
- Free, J. B. (1993). "Insect Pollination of Crops". Academic Press.
- Winfrey, R., et al. "Wild Bee Pollinators Provide the Majority of Crop Visitation Across Land Use Gradients in New Jersey". *Journal of Applied Ecology* 46.4 (2009): 785-793.
- Moritz, R. F. A., and J. E. Neumann. "Honey Bee Research in a Changing World". *Apidologie* 38.1 (2007): 1-12.
- Klein, A. M., et al. "Importance of Pollinators in Changing Landscapes". *Trends in Ecology & Evolution* 23.6 (2008): 262-271.
- Potts, S. G., et al. "Global Pollinator Declines: Trends, Impacts and Drivers". *Trends in Ecology & Evolution* 25.6 (2010): 345-353.

## БЛАГОДАРНОСТИ

Докладът отразява резултати от работата по проект № 24-ФАИ-01, финансиран от фонд „Научни изследвания“ на Русенския университет.