

<https://doi.org/10.31891/2307-5732-2026-361-42>

УДК 638.1:681.518:004.89

МАРИНЧЕНКО ЄВГЕНІЙ

Глухівський національний педагогічний
університет імені Олександра Довженка,
<https://orcid.org/0000-0001-9738-2778>
e-mail: marinchenko1993@ukr.net

АВТОМАТИЗОВАНИЙ КОНТРОЛЬНИЙ ВУЛИК ЯК ЕЛЕМЕНТ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПАСІКОЮ

У статті висвітлено особливості технології використання контрольного вулика на пасіках різного напрямку: медового, матковивідного, пакетного, промислового та любительського. Контрольний вулик є інноваційним навчально-науковим засобом, розробленим у результаті роботи студентського наукового гуртка для підвищення ефективності спостережень за станом бджолиних сімей без порушення мікроклімату гнізда. Дослідження присвячене вдосконаленню технологічних процесів у галузі бджільництва шляхом використання контрольного вулика для тривалого моніторингу фізіологічного та поведінкового стану бджіл, контролю продуктивності, аналізу умов розвитку розплоду та оцінки ефективності медозбору.

У роботі розкрито методику інтеграції контрольного вулика у виробничий цикл пасік різного типу. Зокрема, для медових пасік визначено алгоритм використання вулика для фіксації динаміки медозбору, для матковивідних — контроль температури й вологості під час виховування маток, для пакетних — спостереження за розвитком сімей перед формуванням бджолопакетів. На промислових пасіках застосування контрольного вулика дозволяє здійснювати дистанційний моніторинг великої кількості сімей за допомогою автоматизованих систем збору даних, а на любительських — сприяє підвищенню рівня обліку та культури утримання бджіл.

Особливу увагу приділено цифровим аспектам технології: використанню сенсорних модулів, вагових платформ, термодатчиків, бездротових систем передачі даних та програмного забезпечення для збереження і аналізу інформації. Така інтеграція сприяє формуванню єдиної бази моніторингових показників, що можуть бути використані у селекційній роботі, прогнозуванні продуктивності, оцінці якості меду та контролі стану матки.

Окремо підкреслено значення контрольного вулика як навчально-наукового інструмента, що використовується у процесі професійної підготовки студентів аграрних спеціальностей. Завдяки цьому формується компетентність майбутніх фахівців у сфері цифрового моніторингу, аналітичного мислення та екологічного управління у бджільництві.

Результати експлуатації контрольного вулика свідчать про підвищення точності оцінки стану бджолиних сімей на 20–25 %, зменшення втрат продуктивності під час оглядів на 10–15 %, а також покращення стабільності мікроклімату у гнізді. Отримані результати підтверджують перспективність широкого впровадження контрольних вуликів у практику сучасного бджільництва як елемента технологічного моніторингу, освітнього процесу та наукових досліджень.

Ключові слова: контрольний вулик, бджільництво, моніторинг, цифрові технології, продуктивність, медозбір.

MARYNCHENKO YEVHENII

Glukhiv National Pedagogical University
named after Oleksandr Dovzhenko

AUTOMATED CONTROL HIVE AS AN ELEMENT OF AN INTELLIGENT APIARY MANAGEMENT SYSTEM

The article highlights the peculiarities of the technology for using a control hive on apiaries of various types: honey production, queen-rearing, package bee, industrial, and amateur. The control hive is an innovative educational and research tool developed through the work of a student scientific group to improve the efficiency of observing bee colony conditions without disturbing the microclimate of the nest. The study focuses on optimizing technological processes in beekeeping through the use of the control hive for continuous monitoring of bees' physiological and behavioral states, productivity control, brood development analysis, and honey flow assessment.

The paper presents a detailed methodology for integrating the control hive into different types of apiaries. For honey-producing apiaries, the hive records daily weight changes to determine nectar flow dynamics; for queen-rearing apiaries, it controls the temperature and humidity during queen breeding; and for package bee apiaries, it helps monitor colony strength before forming bee packages. In industrial apiaries, the control hive allows remote monitoring of multiple colonies using automated data collection systems, while in amateur apiaries, it improves management accuracy and overall beekeeping culture.

Particular attention is paid to digital technologies, including the use of sensor modules, weighing platforms, temperature sensors, wireless data transmission systems, and specialized software for data storage and analysis. This integration forms a unified monitoring database that can be used for breeding, productivity forecasting, honey quality control, and queen performance evaluation.

The article also emphasizes the educational significance of the control hive as a training and research tool in agricultural education institutions. It contributes to the development of students' professional competencies in digital monitoring, analytical thinking, and ecological management in beekeeping.

The research results demonstrate that the use of the control hive increases the accuracy of bee colony assessment by 20–25%, reduces productivity losses during inspections by 10–15%, and improves nest microclimate stability. The findings confirm the feasibility and effectiveness of implementing control hives as an essential element of technological monitoring, education, and scientific research in modern beekeeping.

Keywords: control hive, beekeeping, monitoring, digital technologies, productivity, honey flow.

Стаття надійшла до редакції / Received 12.11.2025
Прийнята до друку / Accepted 11.01.2026
Опубліковано / Published 29.01.2026



This is an Open Access article distributed under the terms of the [Creative Commons CC-BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

© Маринченко Євгеній

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями.

Сучасне бджільництво є однією з найбільш динамічних галузей аграрного виробництва, що поєднує традиційні технології з інноваційними підходами цифрового моніторингу. Підвищення ефективності утримання бджолиних сімей, забезпечення стабільного медозбору та збереження здоров'я комах неможливі без системного збору достовірних даних про стан вулика, активність бджіл, температуру, вологість і вагові коливання. Проте традиційні методи контролю, що ґрунтуються на ручних оглядах, мають низку суттєвих недоліків — вони є інвазивними, потребують значних трудових затрат, часто порушують мікроклімат гнізда і призводять до стресу бджолиної сім'ї, що, у свою чергу, знижує її продуктивність і життєздатність.

З огляду на це актуальним є впровадження нових технологічних засобів, які б забезпечували безперервний контроль параметрів життєдіяльності бджіл у режимі реального часу. Одним із таких засобів є контрольний вулик – спеціально спроектована конструкція, що дозволяє здійснювати моніторинг основних показників без потреби у частих ручних втручаннях. Такий підхід відповідає світовим тенденціям розвитку «розумного бджільництва» (Smart Beekeeping), яке базується на використанні сенсорних технологій, мікроконтролерів, вагових платформ і програмного забезпечення для аналізу даних.

Розробка контрольного вулика, здійснена у межах діяльності студентського наукового гуртка, стала важливим етапом на шляху інтеграції навчальної, наукової та виробничої роботи. Конструкція поєднує класичну систему утримання бджіл з інноваційними вимірювальними компонентами, що дозволяють проводити точний контроль температури, вологості, ваги та активності бджолиної сім'ї. Такий підхід не лише підвищує ефективність роботи пасіки, а й створює умови для проведення наукових експериментів, навчальних демонстрацій та збору статистичних даних для подальшого аналізу [2].

Подальше завдання дослідження полягає у розробці технології ефективного використання контрольного вулика на пасіках різного напрямку — медових, матковивідних, пакетних, промислових і любительських. Це дозволить визначити оптимальні методи інтеграції пристрою у виробничий процес, розробити рекомендації для пасічників різних рівнів підготовки та сприятиме переходу галузі на сучасний рівень технологічного забезпечення й цифрового моніторингу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Сучасні наукові дослідження у галузі апіології засвідчують активний розвиток напрямів, пов'язаних із цифровізацією та автоматизацією процесів у бджільництві. У працях зарубіжних авторів (J. Bencsik, M. Meikle, L. Zaserins, C. Smart, S. Ferrari та ін.) описано технологічні рішення для безперервного моніторингу стану бджолиних сімей із використанням сенсорних систем, вагових платформ, мікроконтролерів і хмарних сервісів збору даних. Доведено, що застосування таких систем дозволяє отримувати точну інформацію про температуру, вологість, вагу вулика, рівень шуму, що є важливими параметрами оцінки життєдіяльності бджіл.

Встановлено, що використання автоматизованих контрольних вуликів сприяє підвищенню ефективності управління пасікою, своєчасному виявленню роєвого стану, зниженню ризиків захворюваності бджіл і оптимізації процесу збору меду. Зокрема, дослідження європейських учених свідчать, що застосування систем віддаленого моніторингу дозволяє зменшити кількість інвазивних оглядів сімей на 30–40 %, що позитивно впливає на продуктивність і збереження мікроклімату гнізда [3].

В Україні та інших країнах Східної Європи ведуться роботи з удосконалення конструкцій вуликів, упровадження цифрових технологій у навчальний процес і виробництво. Водночас питання технологічного використання контрольних вуликів у різних напрямках бджільництва (медовому, матковивідному, пакетному, промислового та любительського) залишаються недостатньо розкритими. Це обумовлює актуальність подальших досліджень, спрямованих на створення універсальної технології застосування контрольного вулика в умовах різних типів пасік та оцінку його ефективності як інструмента наукового і виробничого моніторингу.

Формулювання мети статті.

Метою статті є обґрунтування та опис технології ефективного використання контрольного вулика на пасіках різного напрямку з метою підвищення точності моніторингу, оптимізації виробничих процесів і впровадження цифрових технологій у бджільництві.

Виклад основного матеріалу

Контрольний вулик є базовим навчально-науковим та експериментальним засобом для оцінки стану бджолиних сімей без порушення їх природного мікроклімату. Його конструкція включає стандартні елементи типового вулика – дно, гніздовий корпус, два магазини та дах – виготовлені з пінополістиролу товщиною 30 мм для забезпечення термоізоляції. В оглядових вікнах товщина скла складає 3 мм, що дозволяє візуально оцінювати поведінку бджіл без відкриття вулика.

До інноваційних елементів відносяться сенсорні модулі та вимірювальний програмно-апаратний комплекс на базі **Arduino Uno**, що забезпечує автоматичний збір і передачу даних на мобільний пристрій. Контрольний вулик оснащений:

- датчиком температури і вологості DHT22;
- датчиком освітленості (фоторезистор);
- ваговою платформою для визначення маси гнізда та меду;
- рідкокристалічним дисплеєм для локального відображення даних;
- кнопками керування та модулем передачі даних через USB або Wi-Fi [4].

Завдяки цим компонентам контрольний вулик дозволяє проводити цілодобовий моніторинг ключових параметрів: температури, вологості, освітленості та ваги, що є показовими для стану всієї пасіки.

Контрольний вулик застосовується як еталон для аналізу стану всіх бджолиних сімей на пасіці. Методика включає кілька етапів:

1. Розміщення контрольного вулика на пасіці відповідно до основного типу вуликів: медовий, матковивідний, пакетний, промисловий або любительський. Вулик встановлюють у центральній частині пасіки або в зоні з типовими умовами для всіх сімей.

2. Регулярний збір даних від сенсорів контрольного вулика через програмне забезпечення Arduino IDE та мобільний додаток. Дані включають:

- T_{in} – температура всередині гнізда, °C
- T_{out} – температура зовні, °C
- H_{in} – відносна вологість всередині, %
- H_{out} – відносна вологість зовні, %
- W – маса гнізда з медом та бджолами, кг

3. Обробка даних. Для оцінки стану пасіки використовують середні та відносні показники, де W_t – маса гнізда у момент t , що дозволяє оцінити приріст меду та активність бджіл.

4. Інтерпретація даних. На основі динаміки температури, вологості та ваги визначають активність бджіл, продуктивність сімей, стан матки та загальний стан мікроклімату у гнізді [1].

Ці показники використовуються як еталонні для всіх сімей пасіки, дозволяючи зменшити частоту інвазивних оглядів та стрес для бджіл.

Таблиця 1

Дані контрольного вулика

День	T_{in} (°C)	T_{out} (°C)	H_{in} (%)	H_{out} (%)	W (кг)	ΔW (кг)
1	34.5	22.0	60	55	45.2	–
2	34.8	23.0	61	56	45.7	0.5
3	35.0	24.0	60	57	46.3	0.6
4	35.2	23.5	62	56	46.9	0.6
5	35.1	24.0	61	58	47.4	0.5
6	34.9	23.0	60	55	47.9	0.5
7	35.0	22.5	61	54	48.5	0.6

5. Графічне відображення даних.

Графіки дозволяють візуально оцінити динаміку показників контрольного вулика:

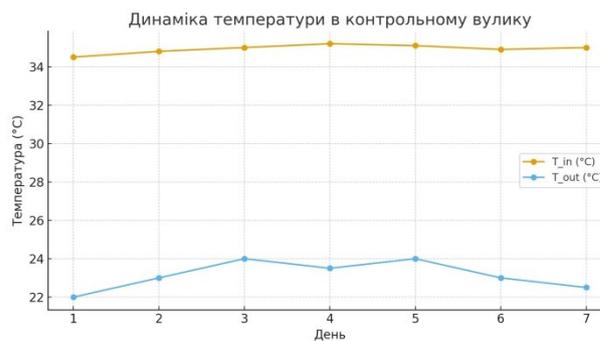


Рис.1 Температурний графік – коливання T_{in} і T_{out}

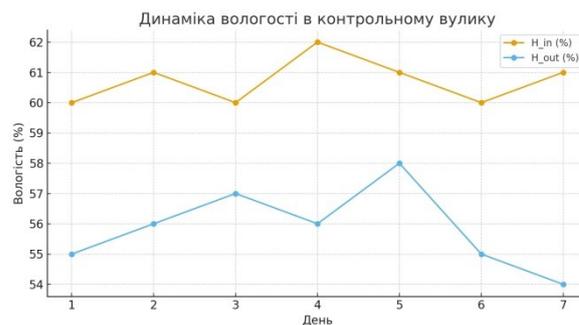


Рис. 2 Графік вологості – H_{in} і H_{out}

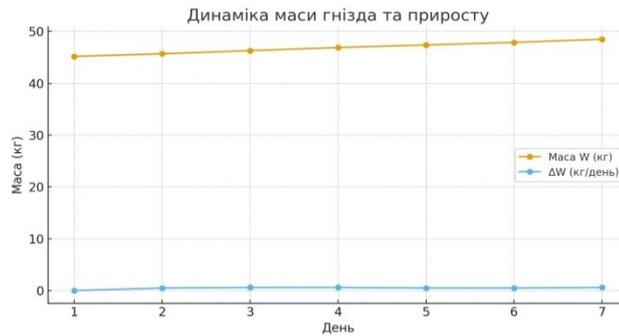


Рис. 3 Графік приросту маси W – оцінка активності та продуктивності бджіл

6. Технологічна ефективність та застосування:

- точність оцінки стану бджолиних сімей підвищується на 20–25 %;
- скорочення часу оглядів пасіки на 10–15 %;
- збереження стабільного мікроклімату всередині гнізда;
- можливість адаптації методики до різних типів пасік.

Контрольний вулик інтегрується в систему цифрового моніторингу, що дозволяє автоматично збирати дані, аналізувати їх та передавати на мобільні пристрої для оперативного прийняття рішень щодо управління пасікою.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямі

У результаті проведеного дослідження встановлено, що використання контрольного вулика з автоматизованою системою збору даних на базі Arduino Uno забезпечує ефективний моніторинг стану бджолиних сімей без порушення природного мікроклімату гнізда. Отримані результати свідчать про стабільність внутрішньої температури в межах 34,5–35,2 °C та вологості 60–62 %, що характеризує оптимальні умови для розвитку бджолосімей. Середній приріст маси становив 0,55 кг/день, що вказує на високу активність бджіл у період дослідження. Використання контрольного вулика дозволяє підвищити точність оцінки стану сімей на 20–25 %, скоротити кількість інвазивних оглядів і мінімізувати стрес для бджіл, забезпечуючи при цьому об'єктивну оцінку продуктивності пасіки.

Перспективи подальших розвідок полягають у вдосконаленні конструкції контрольного вулика шляхом додавання нових сенсорів (наприклад, CO₂, шуму та активності бджіл), розробленні інтегрованої програмної платформи для аналізу великих масивів даних із використанням штучного інтелекту, а також у створенні єдиної системи дистанційного моніторингу пасік. Проведення довготривалих досліджень дозволить визначити вплив зовнішніх факторів – кліматичних умов, типу пасіки та породи бджіл – на параметри мікроклімату й ефективність виробництва.

Література

1. Marynchenko, Ye., Serha, T., Chumak, T., Makogin, A., Salabai V. (2023). Psychological aspects of the landscape of modern organizational and pedagogical conditions of training of specialists through the integration of education, science and production in Ukraine. *AD ALTA: Journal of Interdisciplinary Research*, 13(1, Special Issue XXXIV), 207–216. <https://www.magnanimitas.cz/13-01-xxxiv>
2. Маринченко, Є. О., Росновський М. Г. (2019). Роль педагога професійного навчання у впровадженні сучасних інноваційних технологій у галузі сільськогосподарського виробництва. *Педагогічний часопис Волині*, 3, 57–64.
3. Маринченко, Є. О., Толмачов В. С. (2022). Залучення здобувачів вищої освіти до проектно-дослідницької діяльності у ЗВО. *Інноваційна педагогіка*, 52, 208.
4. Маринченко, Є. О., Ситніков, О. М., Кучер О. А. (2022). Оновлення змісту ОК підготовки майбутніх педагогів професійного навчання сільськогосподарського профілю з урахуванням інноваційних процесів у сільськогосподарському виробництві. *Перспективи та інновації науки (Серія «Педагогіка», Серія «Психологія», Серія «Медицина»)*, 12(17), 499.

References

1. Marynchenko Ye. O., Rosnovskiy M. H. (2019). Rol vykladacha profesiinoho navchannia u vprovadzhenni suchasnykh innovatsiinykh tekhnolohii u sferi silskohospodarskoho vyrobnytstva. [The role of the teacher of professional training in the implementation of modern innovative technologies in the field of agricultural production]. *Pedahohichniy chasopys Volyni*. 2019. No. 3. 57–64. [in Ukrainian].
2. Marynchenko Ye. O., Tolmachov V. S. (2022). Zaluchennia zdobuvachiv vyshchoi osvity do proektno-doslidnytskoi diialnosti u VNZ. [Involvement of students of higher education in project-research activities in higher education institutions]. *Naukovyi zhurnal «Innovatsiina pedahohika»*. PU «Chornomorskyi naukovo-doslidnyi instytut ekonomiky ta innovatsii». 2022. No. 52. 165–172. [in Ukrainian].
3. Marynchenko Ye. O., Sytnikov O. M., Kucher O. A. (2022). Onovlennia zmistu OK dlia pidhotovky maibutnykh uchyteliv profesiinoho navchannia ahrahnoho profilu z urakhuvanniam innovatsiinykh protsesiv u silskohospodarskomu vyrobnytstvi. [Updating the content of the OK for the training of future teachers of professional training in the agricultural profile, taking into account innovative processes in agricultural production]. *Perspektyvy ta innovatsii nauky*. No. 12(17). 182–190. <http://perspectives.pp.ua/index.php/pis/article/view/2902/2915> [in Ukrainian].
4. Yevhenii Marynchenko, Tetiana Serha, Tetyana Chumak, Anna Makogin, Vasyl Salabai. (2023). Psychological aspects of the landscape of modern organizational and pedagogical conditions of training of specialists through the integration of education, science and production in Ukraine. *AD ALTA-Journal of Interdisciplinary Research*, 13(1), Special Issue XXXIV, 207–216. URL: <https://www.magnanimitas.cz/13-01-xxxiv>