

УДК 004.002

І.О. Нерозна, студентка гр. ВА-81мп
КПІ ім. Ігоря Сікорського

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАТИСТИЧНОГО КОНТРОЛЯ СТАБІЛЬНОСТІ МОНІТОРИНГУ ТА УПРАВЛІННЯ МІКРОКЛІМАТОМ В СЕРЕДИНІ БДЖОЛИННОГО ВУЛИКА

Анотація. У статті описана структура системи для вимірювання і регулювання показників мікроклімата завдяки вбудованому власному класифікатору невідповідностей.

Ключові слова: дистанційне управління, статистичне регулювання, класифікатор, карти Шухарта.

ВСТУП

Процес глобалізації світової економіки є новим поштовхом для прогресивного розвитку такої сфери сільського господарства, як рослинництво, з якою тісно пов'язаний бджолиний промисел, оскільки існує гостра потреба у якісному опиленні культурних рослин. Завдяки природному опиленню рослин бджолою, збільшує врожайність сільськогосподарських культур та усувається необхідність застосування пестицидів і створення гібридних рослин, здатних до самозапилення [1].

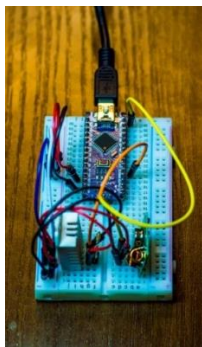
Через брак сучасних автоматизованих систем і комплексів, які застосовуються в бджільництві було прийняте рішення про створення системи дистанційного управління мікрокліматом всередині вулика. Отже, розроблена система дозволяє об'єднати регулювання основних параметрів для забезпечення нормальної життєдіяльності бджолої сім'ї з діагностикою її життєвого циклу і надає можливість впливати на підвищення продуктивності. Процес регулювання полягає у визначенні невідповідності значень досліджуваних параметрів нормованими та у автоматичному вмиканні нагрівального елемента або вентиляції в середині бджолиного вулика.

ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ

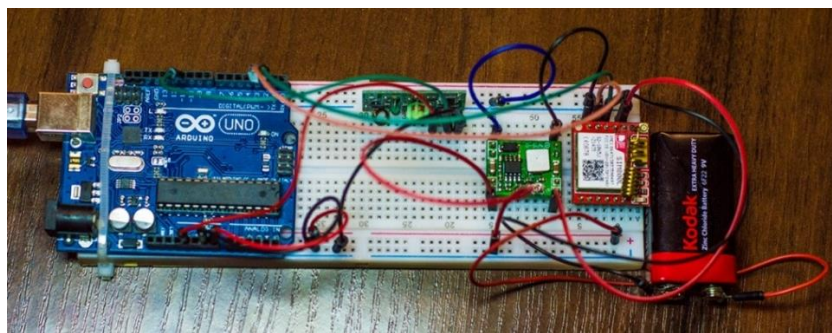
Життєвий аналіз нормальної життєдіяльності бджолиних сімей складається з наступних параметрів: температура, вологість, рівень вуглекислого газу та рівень шумів. У багатьох бджолиних ферм з орієнтацією на якісну продукцію та на збереження бджолиних сімей гостро постає питання використання системи, за допомогою якої на основі точної та швидко отримуваної інформації вирішуються питання контролю, підвищення продуктивності бджолої сім'ї по медозбору, швидкодії та якості розплоду. Дана система має бути встановлена для діагностики стану комах протягом всього року та підтримувати нормальні умови існування бджоли [2].

Кожен вулик має бути обладнаний автономною частиною системи для вимірювання всіх необхідних показників та підсистемою для регулювання основних параметрів. Інша частина системи – ретранслятор, що може бути розміщений довільно, виконує функцію передачі даних через GSM модуль.

Розроблена система моніторингу та управління мікрокліматом в середині бджолиного вулика складається з двох підсистем, апаратні частини яких зображені на рисунках 2, 3 відповідно [3].



а)



б)

Рисунок 2. Апаратна частина підсистеми моніторингу параметрів мікроклімату:
а) автономна частина вимірювання параметрів мікроклімату; б) блок ретранслятора

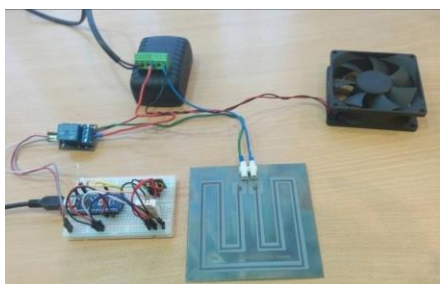


Рисунок 3. Апаратна частина підсистеми регулювання параметрів мікроклімату

Для вимірювання температури та вологості використовується цифровий датчик підвищеної точності DHT 22 типу AM2303. DHT 22 складається з двох датчиків в одному корпусі, результати вимірювання яких передаються через асинхронний послідовний інтерфейс SPI. Система працює на платі Arduino Uno на базі мікроконтролера ATmega 328p. Після зчитування мікроконтролером вимірювальних значень, параметри мікроклімату та порядковий номер вулика формуються в так званий пакет, що передається через радіопередавач частотою 433 МГц. Після опитування кожного вулика дані консоліднуються у флеш-пам'яті Arduino Uno, що становить 32 Кб. Кожен інформаційний пакет сягає 6 байт в об'ємі пам'яті. Під час кожної ітерації опитування для пакету з даними встановлюється час опитування. Після п'ятої ітерації данні з мікроконтролера передаються на сервер через GSM модуль сигналом GPRS, що здійснює пакетну передачу даних через мобільний зв'язок.

GSM модуль на основі компонента SIM800L дає доступ до сервісів мереж GSM/GPRS. В якості спеціального протоколу передачі даних обраний MQTT, відповідно до концепції IoT. В якості нагрівального елемента для підтримки нормальних температурних показників обраний електронагрівач вулика потужністю 10 Вт ТК «Пасіка». Живлення подається від зовнішнього блоку живлення, напруга якого становить 12 В. Для автоматичного вмикання обігрівача до плати Arduino Uno під'єднано одноканальний модуль-реле.

Вентеляційна система реалізована за допомогою вентилятора фірми Jamicon серії JF0625-00. Його продуктивність не менше 0,5 м³/хв, робоча напруга – 12 В, струм споживання – 0,23 А.

Головна задача полягає у забезпеченні саморегулювання системи, при цьому засобами регулювання мікрокліматом є електронагрівач та вентилятор.

Для її вирішення в основу програмного забезпечення підсистеми регулювання параметрів мікроклімату покладений найбільш ефективний метод статистичного регулювання – метод використання контрольних карт (карт Шухарта), на яких позначають границю регулювання, що обмежує область допустимих значень, обчислених на підставі статистичних даних [4]. Отже, у разі виникнення невідповідності показників температури або вологості від номінальних значень (наприклад, протягом 2 годин – в залежності від налаштування) автоматично вмикається нагрівач або вентиляційна система. При цьому забезпечується створення бази даних з результатами моніторингу параметрів мікроклімату.

Статистичне регулювання показників мікроклімату в середині вулика проводиться за допомогою 8 тестів, які розроблені та запрограмовані у ПЗ.

При цьому для вбудовування статистичного контролю в процес моніторингу показників мікроклімату і розподілення функції людей і машин (автономізації) застосовано японський підхід Дзидока [5], який забезпечує автономність устаткування, його здатність відрізняти стабільність показників без участі оператора, за допомогою контрольних карт.

Ідея програмного забезпечення підсистеми регулювання параметрів мікроклімату полягає в тому, що необхідно побудувати власний класифікатор, за допомогою якого можна було б з високою ймовірністю класифікувати вихід показників температури або вологості за межі норми [6]. Після побудови такого класифікатора стало можливим отримання з високою ймовірністю сигналу про те, що при даному конкретному спостереженні має місце невідповідність. Це дозволяє удосконалити роботу системи Дзидока, а також зменшити кількість хибних спрацювань системи.

Для побудови класифікатора спочатку був вибраний один із найпростіших методів класифікації – логістична регресія. Це дає змогу, використовуючи сігмійдну функцію як гіпотезу, передбачити можливість того, що екземпляр даних, поданий на вхід регресії, належить або до класу «1», або ж до класу «0». В підсистемі регулювання параметрів мікроклімату для мінімізації функції витрат використовується ітеративний алгоритм градієнтного спуску. Для цього, необхідно розраховувати функцію витрат, а також градієнт від функції витрат для кожного вибраного значення θ . Завдяки таким розрахункам, просто і легко натренувати класифікатор на задачу класифікації присутності або відсутності невідповідності. Але такий підхід виявляється недостатнім, щоб класифікувати всі виявлені в процесі моніторингу невідповідності. Тому, було використано так звану Softmax регресію або поліноміальну логістичну регресію, яка є нічим іншим, як загальним випадком логістичної регресії.

Для вимірювання показників температури та вологості є чотири різні класи: 1 – невідповідність температурного показника відсутня; 2 – спостерігається вихід за нормований показник температури протягом тривалого часу; 3 – невідповідність температурного показника відсутня; 4 – спостерігається вихід за нормований показник вологості протягом тривалого часу. Подаючи тестове значення x , потрібно, щоб гіпотеза оцінювала

ймовірність $P(y=k|x)$, для кожного значення $k = 1, \dots, K$, де K для даної системи дорівнює 4. Припустимо, що необхідно оцінити ймовірність, з якою вхідний параметр належить до кожного k -го класу. Виходячи з цього, гіпотеза має повертати K -мірний вектор (сума елементів якого дорівнює одиниці), надаючи K оцінок ймовірності. Таким чином, для розробленої підсистеми функція гіпотези прийме вигляд

$$h_{\theta}(x) = \begin{bmatrix} P(y=1|x;\theta) \\ P(y=2|x;\theta) \\ P(y=3|x;\theta) \\ P(y=4|x;\theta) \end{bmatrix} = \frac{1}{\sum_{j=1}^4 e^{\theta^{(j)T}x}} \begin{bmatrix} e^{\theta^{(1)T}x} \\ e^{\theta^{(2)T}x} \\ e^{\theta^{(3)T}x} \\ e^{\theta^{(4)T}x} \end{bmatrix}.$$

Таким чином, застосування описаного вище математичного апарату дало змогу створити класифікатор, який з високою ймовірністю дає відповідь, чи присутня тривала невідповідність номінальному значенню показників температури або вологості, а якщо присутня, то конкретно яка. Це надає можливість більш точно визначати причину виникнення невідповідності та швидше з'ясувати шляхи для запобігання проблеми в майбутньому.

ВИСНОВОК

Завдяки розробленій системі з'явилась можливість постійного вимірювання та запису показників мікроклімату протягом доби, контролю границь цих показників і автоматичного їх регулювання, що сприяє якісному природному опиленню культурних рослин, підвищує рентабельність продукції та економічну ефективність.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Концепція управління пасікою через інтернет. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://doroshenkoaa.ru/computer/kontsepsiya-upravleniya-pasekoi-po-internetu-zaglyanem-v-budushchee-pchelovodstva> – Дата доступу: 20.10.17.
2. Мікроклімат в бджолиному гнізді. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://hyuu09.narod.ru/index/0-4> — Дата доступу: 05.10.18.
3. Підсистема моніторингу параметрів мікроклімату бджолиного вулика / І.О. Нерозна, М.В. Добролюбова // Всеукраїнська науково-технічна конференція молодих вчених у царині метрології «Technical Using of Measurement – 2018»: збірник тез доповідей учасників (ел.), 13-18 лютого 2018 р., м. Славське, 2018. – С. 26-27.
4. ДСТУ ISO 8258-2001 Контрольні карти Шухарта (ISO 8258-1991 IDT).
5. Управление производством [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.up-pro.ru/encyclopedia/dzidoka.html> – Дата доступу: 20.10.18 – Энциклопедия производственного менеджмента.
6. UFLDL Tutorial. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://ufldl.stanford.edu/tutorial/> – Дата доступу 09.05.17 – Deep Learning Tutorial.

Наук. керівник – к.т.н., доц., Добролюбова М.В.