

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

На правах рукопису

ЩЕРБАТЮК ВАДИМ ЛЕОНІДОВИЧ

УДК 636.5252/58:62 503.51

**АВТОМАТИЗОВАНЕ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ
ВИРОБНИЦТВА КУРЯЧИХ ЯЄЦЬ З ПРОГНОЗУВАННЯМ
ЗБУРЕНЬ**

Спеціальність 05.13.07 – Автоматизація процесів керування

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації
на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2013

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано в Національному університеті біоресурсів і природокористування України Кабінету Міністрів України.

Науковий керівник – кандидат технічних наук, професор
ЛИСЕНКО Віталій Пилипович,
Національний університет біоресурсів і
природокористування Кабінету Міністрів України,
м. Київ, професор кафедри автоматики та
робототехнічних систем ім. акад. І. І. Мартиненка.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
ГОНЧАРЕНКО Борис Миколайович,
Національний університет харчових технологій
Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України,
м. Київ, професор кафедри автоматизації процесів
управління;

доктор технічних наук, професор
ФУРМАН Ілля Олександрович,
Харківський національний технічний університет
сільського господарства ім. П. Василенка Міністерства
аграрної політики та продовольства України,
професор кафедри автоматизації та комп'ютерно-
інтегрованих технологій.

Захист відбудеться «27» березня 2013 р. о 16:00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К 26.058.05 у Національному університеті харчових технологій за адресою: 01601, м. Київ, вул. Володимирська, 68, аудиторія А-311.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного університету харчових технологій за адресою: 01601, м. Київ, вул. Володимирська, 68.

Автореферат розісланий « » лютого 2013 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради К 26.058.05,
к. т. н., доцент

В. М. Філоненко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Актуальність теми. Птахівництво в усьому світі розвивається швидкими темпами і є одним з основних (порівняно недорогих) джерел білкових продуктів харчування населення. Цьому сприяє економічна ефективність галузі, яка обумовлена швидкістю птиці та низькими затратами кормів на виробництво продукції. За конверсією корму птахівництво перевершує всі інші підгалузі тваринництва. Так, на виробництво 1 кг протеїну продукції витрачається корму в бройлерів – 1,9 кг, корів – 2,7 кг, курей-несучок – 3,9 кг, свиней – 4,1 кг, бичків на відгодівлі – 10,6 кг. Тому перед птахівництвом стоїть стратегічне завдання задоволення потреб населення в недорогих білкових продуктах, в яких українці ще й досі відчувають дефіцит внаслідок кризи аграрного сектора. Стрімкий розвиток цієї галузі (особливо її яєчного напрямку) передбачається ще й через поживлення експорту курячих яєць та похідних продуктів до країн близького і далекого зарубіжжя, що пов'язано із дешевизною виробництва в Україні.

Забезпечення виробництва яєць, зокрема курячих, для задоволення потреб населення країни – завдання яєчного птахівництва. Ефективність індустріального виробництва яєць визначається цілою системою взаємозалежних показників: витрати на основне виробництво яєць у розрахунку на одну курку-несучку; несучість курей за рік; реалізаційна ціна; собівартість яєць; витрати кормів на одну курку-несучку за рік; вартість кормів; якість кормів та спосіб їх згодовування. Фахівці-економісти насамперед виділяють таку можливість для зростання і підвищення ефективності на кожному конкретному підприємстві, як зниження вартості кормів і поліпшення їхньої збалансованості, а також економне витрачання енергоресурсів унаслідок впровадження новітніх технологій на основі інновацій, адже на першому та другому місцях у загальних витратах (до 80...85 %) і формуванні собівартості яєць – обсяг відповідно кормів та використаних енергоносіїв, їхня ціна.

Більшість із курей-несучок в усьому світі (в Україні зокрема), що вирощуються господарствами, утримуються у замкнених спорудах із керуванням світловим режимом, потужною вентиляцією, опаленням, механізованою годівлею й автоматичним збиранням яєць. Таким чином, завдання підвищення ефективності, тобто отримання максимального прибутку від виробництва має бути ключовим при функціонуванні таких систем керування.

Для створення системи керування, яка здатна реалізувати алгоритм функціонування об'єкта за вказаним критерієм, керування процесом утримання птиці слід вести залежно від фізичного стану біологічного об'єкта, його динамічних та адаптаційних можливостей, та враховуючи ймовірні природні збурення на об'єкт керування. Відомі на сьогодні системи керування подібного типу нехтують зазначеними чинниками, що призводить до додаткових затрат під час виробництва і, як наслідок, зменшення його прибутковості. Методи, які дозволяють втілити такі підходи керування, базуються на положеннях сучасної теорії автоматичного керування, математичної статистики, теорії випадкових

процесів, теорії ігор і статистичних рішень, а також методах і засобах новітніх інформаційних технологій.

Зв'язок роботи з науковими програмами і темами. Дисертацію виконано в рамках науково-дослідної роботи Національного університету біоресурсів і природокористування України за темою “Розробка комп'ютерно-інтегрованої системи ефективного управління енергетичними ресурсами на птахофабриках ” (номер державної реєстрації № 0108U001969), в якій здобувач брав участь як виконавець.

Мета і завдання досліджень. Метою досліджень є підвищення ефективності (енергетичної і технологічної) процесу промислового виробництва курячих яєць шляхом розробки і впровадження системи автоматизованого керування на основі використання методів теорії ігор, статистичних рішень, прогнозування природних збурень і динаміки показників якості біологічного об'єкта. Основні завдання досліджень:

1. Провести аналіз відомих на сьогодні систем керування процесом виробництва курячих яєць, виявити їхні недоліки в сучасних умовах та визначити напрямки подальших досліджень.

2. Виконати системний аналіз об'єкта керування.

3. Дослідити можливі природні збурення на технічний об'єкт, здійснити їх класифікацію, створити математичні моделі, розробити систему образів збурень, методику та алгоритм їх розпізнавання з метою прогнозування. На базі фізіологічних основ промислового виробництва курячих яєць створити математичну модель зміни станів біологічного об'єкта залежно від дії зовнішніх збурень і керувань. На базі методів теорії ігор та статистичних рішень розробити алгоритм прийняття рішень з керування процесом утримання курей-несучок в умовах невизначеності. Перевірити адекватність визначених моделей, ефективність запропонованого методу прогнозування температурних змін та алгоритму прийняття рішень з керування.

4. Провести формування структури, створити технічну реалізацію, розробити програмне та інформаційне забезпечення запропонованої системи. Виконати лабораторне тестування, монтаж на технічному об'єкті, налагодження та виробничі випробування її експериментального зразка. Провести економічні розрахунки ефективності впровадження у виробництво, обґрунтувати соціальний ефект, викласти рекомендації щодо використання запропонованої системи за умов виробництва, відмінних від розглянутих.

Об'єктом дослідження є процес промислового виробництва курячих яєць і система керування цим процесом.

Предметом дослідження є процес керування промисловим виробництвом курячих яєць (моделі, алгоритми, властивості системи керування).

Методи дослідження. Методи, які використовувалися для розв'язку поставлених завдань, базуються на положеннях сучасної теорії автоматичного керування, математичної статистики, теорії випадкових процесів – для досліджень природних збурень на технічний об'єкт, їх класифікації, створення математичних моделей, розробки системи образів збурень та їх прогнозування, моделювання зміни станів біологічного об'єкта залежно від дії зовнішніх

збурень і керування; методи теорії ігор і статистичних рішень – для розробки алгоритму прийняття рішень з керування процесом утримання курей-несучок в умовах невизначеності; методи і засоби новітніх інформаційних технологій – для обробки експериментальних даних та створення програмного та інформаційного забезпечення системи автоматизованого керування.

Наукова новизна одержаних результатів. У процесі дослідження було отримано нові наукові результати:

- на відміну від відомих уперше створено такі математичні моделі природних температурних збурень, які дали змогу на основі понять образу та класу здійснити класифікацію випадкових флуктуацій температури повітря навколишнього середовища, що складають систему образів зовнішніх температурних збурень для реалізації ефективного керування умовами утримання біологічних об'єктів сільськогосподарського призначення;

- уперше створено математичну модель динаміки станів біологічного об'єкта залежно від дії зовнішніх збурень і керування; виявлено суттєву адаптаційну здатність курей-несучок до умов оточуючого середовища, врахування якої при керуванні процесом виробництва яєць дозволяє завдяки застосуванню різноманітних енергоощадних стратегій керування утримувати значення технологічних параметрів у значно ширшому діапазоні, ніж це практикувалось дотепер, не впливаючи на показники якості біологічного об'єкта;

- уперше розроблено алгоритм розпізнавання та відтворення образів майбутніх природних коливань температури повітря з метою подальшого аналізу системою керування в якості так званих стратегій природи;

- на базі методів теорії ігор та статистичних рішень уперше розроблено методiku прийняття рішень з керування процесом утримання курей-несучок в умовах невизначеності з урахуванням можливих температурних збурень на об'єкт керування та динаміки станів біологічного об'єкта, що дозволяє підвищити ефективність процесу промислового виробництва курячих яєць порівняно з відовими системами керування.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій. Положення, висновки і рекомендації, виведені у роботі, є обґрунтованими і достовірними, оскільки детально, із дотриманням передбачених вимог перевірені за допомогою аналітичних, експериментальних методів та підтверджені тривалою практикою на виробництві.

Наукове значення роботи. Наукові результати, отримані у процесі дослідження, є значним поступом у розв'язанні проблеми ефективного керування умовами утримання курей-несучок у промисловому пташнику, тобто виробництва курячих яєць, і утримання (або вирощування) біологічних об'єктів сільськогосподарського призначення в цілому, оскільки вони дають можливість підвищити рентабельність таких виробництв завдяки врахуванню ключових особливостей біотехнічних систем: прогнозування випадкових зовнішніх збурень та динаміки фізіологічних характеристик біологічного об'єкта, що є показниками якості роботи системи.

Практичне значення отриманих результатів. Розроблена система автоматизованого керування може бути використана на птахівничих господарствах не лише на території південних регіонів України, як це продемонстровано у даній роботі, а й в інших місцевостях з відмінними кліматичними умовами та при утриманні інших кросів курей. Проте це вимагатиме певних налаштувань інформаційного забезпечення системи, для чого передбачені спеціальні програмні інструменти.

Створена система автоматизованого керування успішно пройшла виробничі випробування в одному з пташників Державного підприємства «Навчально-дослідний племінний птахівничий завод ім. Фрунзе Національного аграрного університету» (далі – ДП НДППЗ ім. Фрунзе; Автономна Республіка Крим, Сакський р-н, с. Фрунзе) упродовж періоду з 30.11.2008 р. до 20.10.2010 р. і в повному обсязі забезпечила виконання передбачених функцій щодо утримання птиці, що підтверджено Актом виробничого випробування системи керування (Акт виробничого випробування № 3 від 26.10.2010 р.), та впроваджена у виробництво на тому ж підприємстві (Акт про впровадження результатів науково-дослідних, дослідно-конструкторських та технологічних робіт від 26.10.2010 р.). Річний економічний ефект від провадження склав 105338 грн.

Науково-технічний ефект полягає у доведенні на практиці можливості прогнозування природних температурних збурень на технічний об'єкт, виявленні і моделюванні динаміки властивостей птиці як біологічного об'єкта; розробці підсистеми прийняття рішень, яка забезпечує максимальний прибуток від виробництва продукції.

Значний економічний ефект результатів досліджень полягає у підвищенні рентабельності виробництва курячих яєць за рахунок зменшення витрат енергоресурсів у процесі утримання птиці.

З точки зору соціального ефекту використання розробленої автоматизованої системи керування процесом утримання курей-несучок є економічно обґрунтованим прикладом реконструкції, переоснащення і модернізації застарілих існуючих птахівничих підприємств. Застосування даної системи суттєво удосконалює структуру керування технологічними процесами, спрощує виконання звітності, полегшує аналіз та планування виробництва.

Особистий внесок здобувача. Дисертація є самостійною роботою автора. Ним проаналізовано наукову літературу з даної проблеми, сформульовано завдання досліджень, зроблено висновки.

У публікаціях особистий внесок полягає в наступному: формування масивів експериментальних даних при дослідженні промислового пташника, природних температурних збурень та біологічних об'єктів [3, 7-11]; постановка задачі ефективного керування умовами утримання курей-несучок у промислових умовах [3, 9, 10]; одержання математичних моделей температурних флуктуацій, змін станів біооб'єкта та оцінка їх адекватності [7, 9, 11]; розробка алгоритмів розпізнавання образів майбутніх температурних змін та прийняття рішень з керування [3, 4, 9-11]; створення окремих вузлів та складових технічної реалізації, програмного та інформаційного забезпечення розробленої системи [1, 2, 4-6, 11]; аналіз економічної, соціальної ефективності розробки та

складання рекомендацій щодо використання даної системи в умовах виробництва, відмінних від розглянутих [9, 11]. Планування основних напрямків роботи, обговорення результатів досліджень та підготовка публікацій проходили за участю наукового керівника проф., канд. техн. наук В. П. Лисенка та доцента, канд. техн. наук, провідного наукового співробітника Б. Л. Головінського.

Апробація результатів дисертації. Основні результати досліджень доповідались та обговорювались на нижче перерахованих конференціях: наукові конференції Національного університету біоресурсів і природокористування України протягом 2008-2011 рр.; Міжвузівська науково-практична конференція «Новітні технології автоматики» (м. Київ, 21.10.2009 р.); Міжнародна науково-технічна конференція «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем управління організаційно-технічними комплексами» (м. Київ, 26-27.11.2009 р.); Міжнародна науково-технічна конференція «Комп'ютерно-інтегровані технології у виробництві та освіті» (м. Луцьк, 8-9.04.2010 р.); Міжвузівська науково-практична конференція "Автоматика та комп'ютерно-інтегровані технології" (м. Київ, 12.05.2010 р.).

Публікації. За темою дисертаційної роботи опубліковано 11 друкованих праць, в яких викладено основний зміст виконаних досліджень, з них 7 статей у фахових виданнях, 1 стаття у закордонному науковому журналі, 1 теза доповіді на науковій конференції, 1 рекомендації, 1 деклараційний патент України на корисну модель.

Структура дисертації. Дисертаційна робота складається із вступу, 4-х розділів, списку використаних джерел із 136 найменувань, 9 додатків. Повний обсяг дисертації складає 190 аркушів, з яких основний зміст викладено на 138 сторінках друкованого тексту, містить 51 рисунок та 18 таблиць.

Автор висловлює вдячність за вагому допомогу в проведенні досліджень науковому керівникові В. П. Лисенку, а також Б. Л. Головінському, В. М. Решетюку та Б. Л. Голуб.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційного дослідження з точки зору необхідності максимізації прибутку від промислового виробництва курячих яєць, що можливо за умов керування процесом утримання птиці залежно від фізичного стану біологічного об'єкта, його динамічних та адаптаційних можливостей, та враховуючи ймовірні природні збурення на об'єкт керування. Визначено мету й основні завдання дослідження, розкрито наукову новизну та практичну цінність роботи.

Перший розділ присвячено аналізу сучасного стану розвитку систем керування умовами промислового утримання курей-несучок. Стійка динаміка нарощування обсягів виробництва продукції, зростання попиту на яйця на внутрішньому ринку країни, стимулюючі заходи держави щодо збільшення частки промислового виробництва продукції, потенційні можливості виробників для зменшення собівартості яєць, низька вартість кормів порівняно

з іншими країнами та зростання обсягу експорту яєць свідчить про те, що підгалузь яєчного птахівництва України продовжить інтенсивно розвиватися в майбутньому, тому потребує і буде потребувати ефективних систем керування виробництвом.

Від початку ХХ ст. значний влад у вивчення, дослідження та практичне впровадження розробок з автоматизації птахівництва зробили такі видатні вчені, як Р. М. Славін, В. О. Бесекерський, С. А. Кишечников, Г. Є. Кістень, І. І. Мартиненко, Ю. А. Куров, М. Є. Писанко, І. Ф. Кудрявцев, Ю. Н. Пчюлкін, Д. М. Мурусідзе, М. М. Неділько, американські вчені Дж. Гуттар, П. Саутвелл, Р. Макелрой, Дж. Томпсон, Р. Кассанова, Дж. Вивілл, П. Макналті; британський науковець С. Кокс, голландці В. Ехрет, С. Щолтиссек, К. Семмлер, шведський дослідник Г. Густафссон.

Вивчено структуру собівартості нинішнього виробництва курячого яйця. Виявлено, що 80...85 % витрат – це енергоресурси (корми та енергоносії), тому підвищення рентабельності такого виробництва залежить у першу чергу від економного витрачання енергоресурсів.

Усебічний аналіз відомих на сьогодні систем автоматизованого керування процесом виробництва курячих яєць показав, що вони всі без виключень є системами стабілізації параметрів мікроклімату, не враховують майбутньої зміни збурюючих дій (температурних зокрема) на технічний об'єкт протягом усього періоду утримання птиці та нехтують динамічними властивостями біологічного об'єкта, що в наслідку приводить до перевитрат енергоресурсів та зменшення прибутковості виробництва курячих яєць.

Виконано постановку задачі створення системи автоматизованого керування, доведено необхідність прийняття рішень з керування в умовах невизначеності, що пов'язано із стохастичним характером зовнішніх природних збурень на об'єкт керування та фізіологічних властивостей курей-несучок, їхніх адаптаційних якостей.

Прийняття рішень з керування умовами утримання біологічних об'єктів за допомогою таких критеріїв ефективності як досягнення максимуму продуктивності біооб'єктів з урахуванням їх якості, зведення до мінімуму того чи іншого виду витрат на утримання тощо в сільському господарстві є складною задачею. Стан біооб'єкта є результатом не лише детермінованих дій, а й залежить від випадкових збурень, обумовлених метеоумовами, які не можуть бути передбаченими і точно визначеними. Таким чином, слід приймати рішення для керування в умовах невизначеності. Такий показник ефективності залежить ще й від випадкових факторів:

$$I = \int_{t_n}^{t_k} f(x, y, u) dt, \quad (1)$$

де $f(x, y, u)$ – функція, яка залежить від стану біооб'єкта (x), невизначених умов або факторів (y) і прийнятого рішення (u) щодо керування процесом за весь час утримання біооб'єкта від початку (t_n) до закінчення технологічного процесу (t_k).

У цьому випадку задача знаходження оптимального рішення для керування умовами утримання біологічних об'єктів формулюється таким чином: при

заданому стані x з урахуванням невідомих факторів y знайти таке керування u , яке б по можливості звели до максимуму показник ефективності I процесу. Застереження “по можливості” перетворює задачу в категорію задач, в яких вибір рішення здійснюється в умовах невизначеності.

Тому найбільш прийнятним буде єдиний критерій I , який максимізує прибуток, що складається з різниці вартості B_n отриманої продукції і вартості B_e основних витрат на її виготовлення, враховуючи невизначеність стану об'єкта:

$$I = \sum_{i=1}^k (B_{ni} - B_{ei}) \Rightarrow \max \quad (2)$$

де k – кількість станів у часі, в яких перебуває система упродовж всього виробничого процесу від моменту посадки курей-несучок до припинення утримання.

Для реалізації поставлених задач система автоматизованого керування повинна являти собою дворівневу систему, функціональну структуру якої показано на рис. 1. Система керування процесом промислового виробництва курячих яєць з прогнозуванням збурень має складатися з таких блоків:

- підсистеми прийняття рішень (ППР), яка включає блок розпізнавання образів (БРО), блок прийняття рішень (БПР), блок керування (БК);
- локальної системи керування (ЛСК), що складається з локального автоматичного керуючого пристрою (ЛАКП), виконавчих елементів (ВЕ), об'єкта керування (ОК).

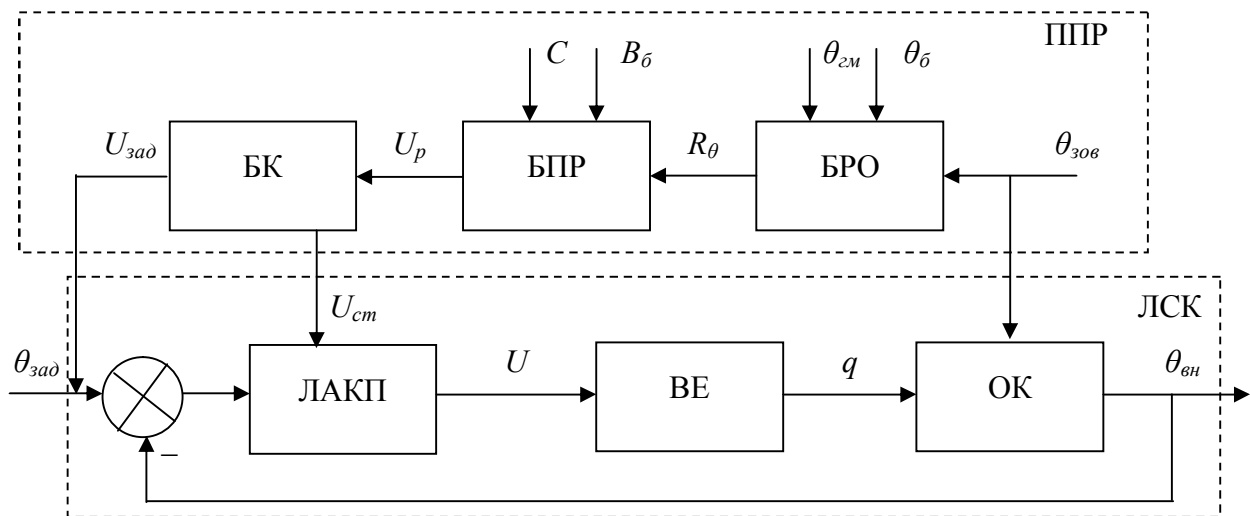


Рис. 1. Функціональна схема системи автоматизованого керування

Експериментальні дослідження та вищеперераховані задачі виконувались на базі ДП НДППЗ ім. Фрунзе, а саме для пташника № 4 даного підприємства. Дослідження проводились у період листопад 2008 р. – липень 2010 р.: від моменту посадки батьківського стада курей-несучок кросу Хайсекс білий та до закінчення терміну утримання птиці.

У **другому розділі** наведено результати досліджень можливих природних збурень на технічний об'єкт, здійснено їх класифікацію, створено математичні моделі, розроблено систему образів збурень, методику та алгоритм їх розпізнавання з метою прогнозування. На базі фізіологічних основ

промислового виробництва курячих яєць створено математичну модель зміни станів біологічного об'єкта залежно від дії зовнішніх збурень і керувань. Обґрунтовано і описано використання підходу статистичної гри (гри системи керування з природою) для прийняття керуючих рішень при виробництві курячих яєць в умовах невизначеності.

На основі даних, отриманих від Українського гідрометеорологічного центру (далі – УГМЦ), було побудовано річні реалізації коливань температури повітря (як основних природних збурень на ОК), що спостерігались на вищевказаній місцевості. Ці реалізації представляють собою нестационарний випадковий процес і визначення його статистичних характеристик є дуже складною стохастичною задачею, розв'язок якої практично неможливий. Однак, аналіз зміни окремих ділянок річних реалізацій показав, що вони можуть бути прогнозовані, так як є реалізаціями або стаціонарних випадкових

процесів, або стаціонарних процесів з адитивними детермінованими складовими, тобто квазістаціонарних процесів.

Кожну з річних реалізацій можна подати у вигляді 60-90 таких стаціонарних або квазістаціонарних ділянок (образів). Кластерний аналіз методом К-середніх усіх можливих ділянок показав, що будь-яка з них може бути віднесена до одного з п'яти класів (рис. 2).

До першого класу слід віднести такі об'єкти, які є ділянками стаціонарного випадкового процесу і характеризуються значеннями сталого математичного сподівання, тобто лінійним трендом, паралельним вісі часу (рис. 3а).

Наявні ділянки зміни температурних збурень, що мають змінне математичне сподівання, причому ці зміни завжди можна апроксимувати прямими лініями (трендами) (рис. 3б, 3г). До другого класу відносяться ділянки із змінним математичним сподіванням і випадковими флуктуаціями (рис. 3б).

Ділянки, які, крім випадкових складових, мають адитивну гармонічну складову, викликану постійними добовими змінами

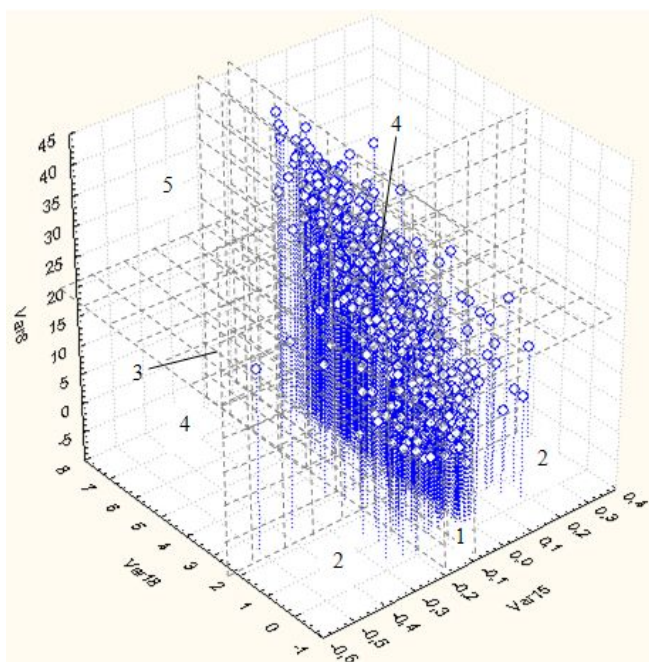


Рис. 2. Діаграма розподілу вихідних даних основних апріорних ознак температурних збурень за класами у зоні Кримського півострова за спостереженнями з 2001 до 2010 рр.

(Var8 – максимальне значення температури на ділянці, °C; Var15 – коефіцієнт b лінійного тренду $a+b \cdot t$, °C/год.; Var18 – амплітуда гармонічної складової, °C; 1, 2, 3, 4 та 5 – позначення областей у просторі координат Var8, Var15 та Var18, обмежених площинами, до яких потрапили об'єкти 1-го, 2-го, 3-го, 4-го та 5-го класів відповідно)

температури, належать до третього класу (рис. 3в).

Ділянки із змінним математичним сподіванням, випадковими флуктуаціями та гармонічними складовими входять до четвертого класу (рис. 3г).

Окрім того, виділено ще один особливий клас збурень, який характеризується лише значеннями температури і не залежить від характеру її зміни. Необхідність його виокремлення обумовлена обмеженнями щодо допустимих параметрів мікроклімату при утриманні біооб'єктів. Даний клас визначається залежно від кросу птиці, конструктивних особливостей і потужностей технічних пристроїв системи керування. Визначальним для цього набору ділянок збурень є значення максимальної температури. Пороговим значенням для курей кросу Хайсекс білий є $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ділянки із миттєвими величинами температури, які перевищують вказане значення, слід відносити до цього класу.

Серед реалізацій температурних збурень з 2001 до 2010 рр. мали місце ділянки переходу, на яких за порівняно короткий час (5...10 год.) трапляються значні зміни температури (5...15 $^{\circ}\text{C}$), які не можна віднести до жодного з перелічених класів. Тому до описаної вище системи образів додано ще один клас під назвою «Нерозпізнаний образ». Проте такі ділянки становлять не більше 2 % усього часу.

Результати визначення статистичних характеристик понад 500 ділянок показали, що вони можуть бути апроксимовані стаціонарними випадковими процесами з кореляційними функціями сірого або рожевого шумів.

Як показують розрахунки на основі поняття стійкості метеоподій, ймовірність появи кількості діб у серіях з 4 діб завжди перевищує 0,7, тому прогноз температурних коливань можна зробити на 4-добовий проміжок.

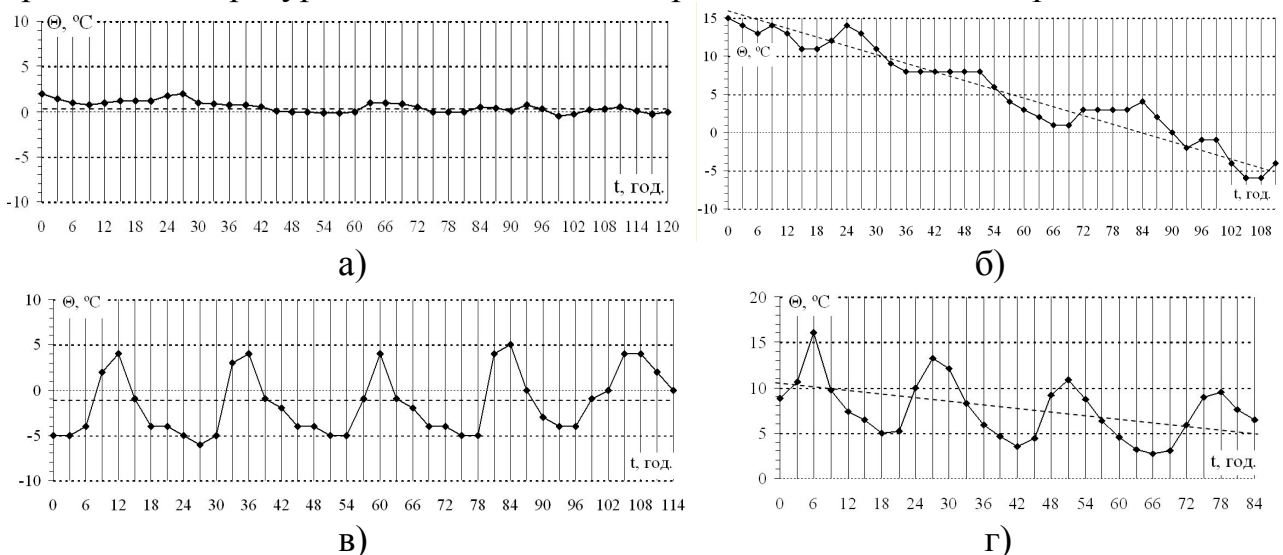


Рис. 3. Ділянки класів 1-4 температурних збурень

Для вивчення динаміки показників якості утримання птиці нами у виробничих умовах реєструвались значення температурних збурень, несучості та витрат кормів у часових зонах, коли система керування не здатна була підтримувати комфортні умови через відсутність пристроїв для кондиціювання та нагрівних елементів. Такі дослідження упродовж усього періоду утримання

курей-несучок показали, що навіть значні відхилення температури (з розкидом до 15...16 °С) повітря від комфортних умов (якщо тривалість їх дії не перевищує доби) не впливають на такий показник якості, як несучість. При цьому середнє квадратичне відхилення випадкових флуктуацій несучості від нормативної кривої становило $\sigma \cong 0,00508$ шт./(1 курка·1 доба), коефіцієнт варіації – $\nu \cong 0,52$ %. Такі ж висновки можна зробити і відносно споживання кормів.

Показники якості утримання, такі як несучість, приріст маси тіла курей та витрати кормів змінюються під дією тривалих (понад 1 добу) відхилень середніх значень добової температури. Так, динамічна характеристика несучості може бути подана інерційною ланкою із запізненням та передаточним коефіцієнтом, значення якого залежать від величини відхилення середньодобової температури від заданих 20 °С. При цьому постійна часу становить близько 4...5 діб, а запізнення – 7...8 діб.

При тривалій дії підвищеної середньодобової температури повітря спостерігається зниження споживання птицею кормів. Так, утримання птиці при середній температурі 24 °С зменшувало споживання кормів птицею на 3,4 % і становило в середньому 114 г/(1 курка·1 доба) при нормі 118 г/(1 курка·1 доба). Наближено залежність зміни споживання кормів від температурних відхилень можна апроксимувати звичайною ланкою запізнення із часом 10...12 діб.

Відхилення температури повітря, які мали місце у період дослідження, не вплинули на зміну маси яєць та падіж птиці. Спостерігалось зниження маси тіла птиці на 3%, але після відновлення заданих температурних параметрів маса знову підвищувалась і не відрізнялась від рекомендованої.

Для оцінки адекватності теоретичних і експериментальних змін несучості було визначено статистичні характеристики різниць значень несучості між розрахованою кривою при однотижневому усередненні і результатами експерименту. Середнє значення суми цих різниць дорівнювало 0,00043 шт./(1 курка·1 доба), що на порядок менше середніх значень відхилень і практично близьке до нуля. Середнє квадратичне значення різниць між теоретичною і експериментальною кривими $\sigma \cong 0,00497$ шт./(1 курка·1 доба), що збігається із середнім квадратичним відхиленням флуктуацій несучості при комфортних умовах утримання.

Для прийняття керуючих рішень при виробництві курячих яєць використано підхід статистичної гри (гри системи керування з природою), який в умовах невизначеності є основним методом в теорії прийняття рішень, що було доведено А. Вальдом.

У запропонованій системі керування гра з природою є парною матричною грою і описується двомірною матрицею, елементами якої у даній системі керування є величини прибутків, які можна отримати при застосуванні відповідних стратегій керування при появі тих чи інших стратегій природи.

Для вибору оптимальних стратегій керування при аналізі платіжної матриці обрано критерій Гурвіца помірного оптимізму або узагальненого максимуму, оскільки він рекомендує при прийнятті рішень не керуватися крайніми позиціями песимізму і оптимізму, а міру останнього вибирати виходячи із властивостей системи (у нашому випадку – це точність передбачення стратегій

природи, особливості біологічного об'єкту, його здатність до адаптації до оточуючого середовища тощо).

Третій розділ присвячено розробці та реалізації системи автоматизованого керування.

Вибір найбільш ефективної стратегії керування при утриманні курей-несучок в першу чергу залежить від того, з якою точністю система керування умовами утримання біологічних об'єктів здатна розпізнати можливі збурення, що будуть діяти на технічний об'єкт упродовж найближчих декількох діб.

Завдання алгоритму розпізнавання образів ділянок температурних збурень полягає у послідовному уточненні детермінованих та статистичних характеристик змін температури зовні технічних об'єктів, в яких утримуються біологічні об'єкти, і ґрунтується на порівнянні міри близькості об'єкта (ділянки зміни температури повітря) з усіма класами збурень. За міру близькості прийнято середньоквадратичну віддаль (виражену в °C) між об'єктом і сукупністю об'єктів усіх класів.

Десятирічні дослідження (2001-2010 рр.) щодо розпізнавання образів природних змін температури показали, що з досить високою точністю можливо передбачати характер зміни температури, використовуючи три основні етапи розпізнавання. За даними УГМЦ з достатнім ступенем точності можливо здійснити оцінку у 50...60 % випадків. У половині випадків образи, які пропонує система, належать до одного і того ж класу, але параметри образу належать найближчим образам цього класу. Після аналізу і обробки 24-годинних спостережень температурних збурень розпізнавання образу здійснюється із 100 % достовірністю, але його параметри можуть не досить точно відповідати майбутній реалізації зміни температури, а коливаються в допустимих межах граничних значень параметра даного образу. Після обробки 48-годинних спостережень здійснюється уточнення параметрів образу, і значення помилок параметрів образу та реальної майбутньої реалізації не перевищує 0,8 °C.

Наші спостереження упродовж десяти років (2001-2010 рр.) дозволили побудувати методику визначення можливих реалізацій зміни температури та приймати їх за «стратегії природи».

Для відтворення можливих реалізацій температурних збурень за даними статичними характеристиками, що давало б змогу прогнозувати збурення, використовувався метод формуючих фільтрів. Це модель, яка формує випадковий процес $\theta(t)$ з білого шуму $v(t)$, приводить рівняння системи до стохастичного диференціального рівняння. Найчастіше це стохастичні диференціальні рівняння Іто:

$$\frac{dX(t)}{dt} + \alpha X(t) = AV(t) \text{ та } \frac{d^2X(t)}{dt^2} + \beta \frac{dX(t)}{dt} + \gamma X(t) = B \left[\frac{dV(t)}{dt} + \xi V(t) \right], \quad (3)$$

де $X(t)$ – стаціонарний випадковий процес із нульовим математичним сподіванням; $V(t)$ – білий шум із одиничною інтенсивністю; $\alpha, \beta, \gamma, \xi, A, B$ – сталі коефіцієнти, які визначаються із статистичних характеристик образів. У зв'язку з тим, що випадкові процеси, які входять у диференціальне рівняння різних систем, завжди визначаються шляхом стохастичного оцінювання спостережень,

будь-який випадковий процес з може розглядатись як результат деякого лінійного перетворення рішення стохастичного диференціального рівняння. Для стаціонарних і таких, які можна привести до стаціонарних, випадкових процесів існує метод знаходження стохастичного диференціального рівняння за відомими експериментальними характеристиками випадкових процесів.

Для вибору раціональної стратегії керування системою, яка підтримує задані умови утримання курей у пташнику, необхідно здійснити аналіз прогнозованих змін температурних збурень, які будуть діяти на пташник у найближчі 4 доби. Очевидно, що визначити точно майбутню зміну температури, яка буде однією з реалізацій випадкового процесу $\theta(t)$, неможливо. Нами запропоновано відтворити ряд реалізацій, що будуть подібні дійсній реалізації у майбутньому і вибрати таку стратегію керування, яка дасть найкращі показники при дії будь-якої з відтворених реалізацій. Відтворення здійснювалось за допомогою пакету програм MATLAB.

Порівняння реалізацій реальних температурних змін (рис. 4, крива 1) і відтворених за запропонованою методикою (рис. 5) показує їх задовільну ідентичність щодо періодичності відхилень та значень.

Для прикладу на рис. 6 проілюстровано відтворення температурних збурень на усіх трьох етапах розпізнавання образів 4-го класу.

Оцінку точності відтворення образів здійснено за допомогою довірчих інтервалів. Реалізації, які продукуються за допомогою блок-схем у середовищі MATLAB Simulink, мають гауссівський

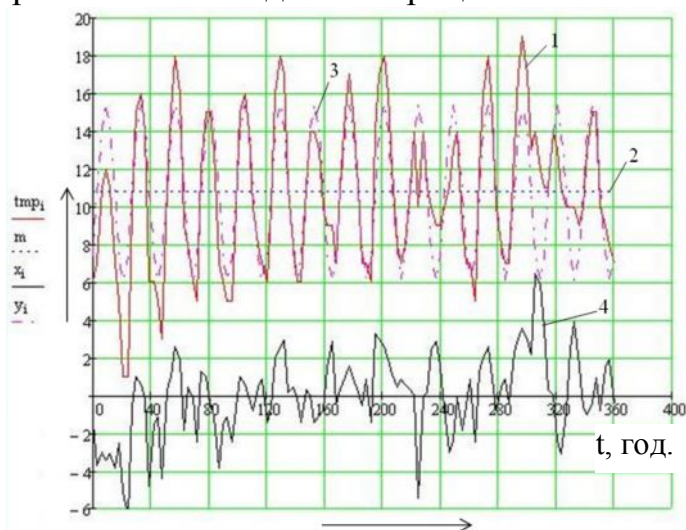


Рис. 4. Дійсна зміна температури повітря в часі (1) з виділеною першою гармонікою (3) при розкладанні її в ряд Фур'є (2 – математичне сподівання, 4 – різниця між значеннями кривої 1 і суми ліній 2 та 3)

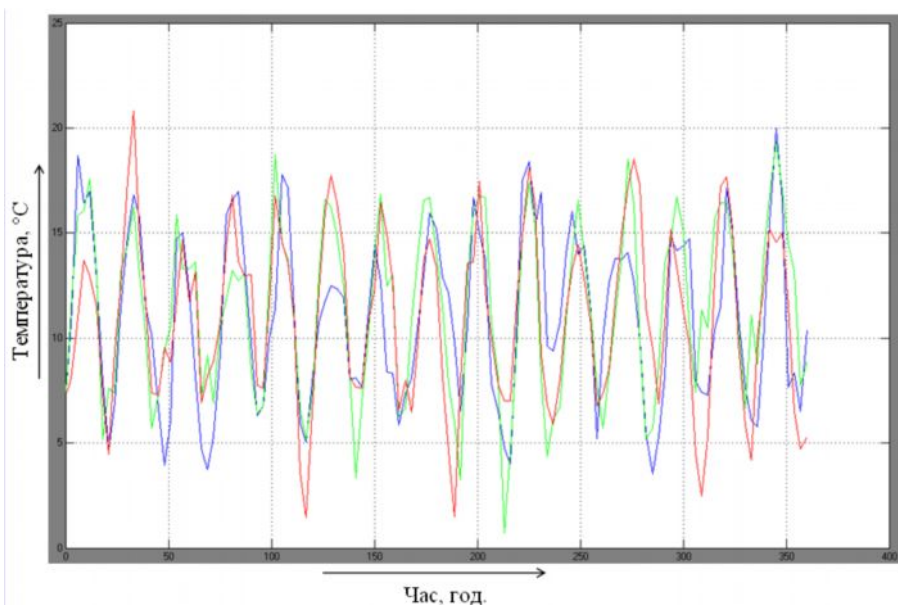


Рис. 5. Реалізації відтворених температурних збурень

розподіл температур у будь-якому перетині сукупності реалізацій. Розподіл ймовірності появи амплітуд та апроксимована крива густини розподілу ймовірностей наведені на рис. 7.

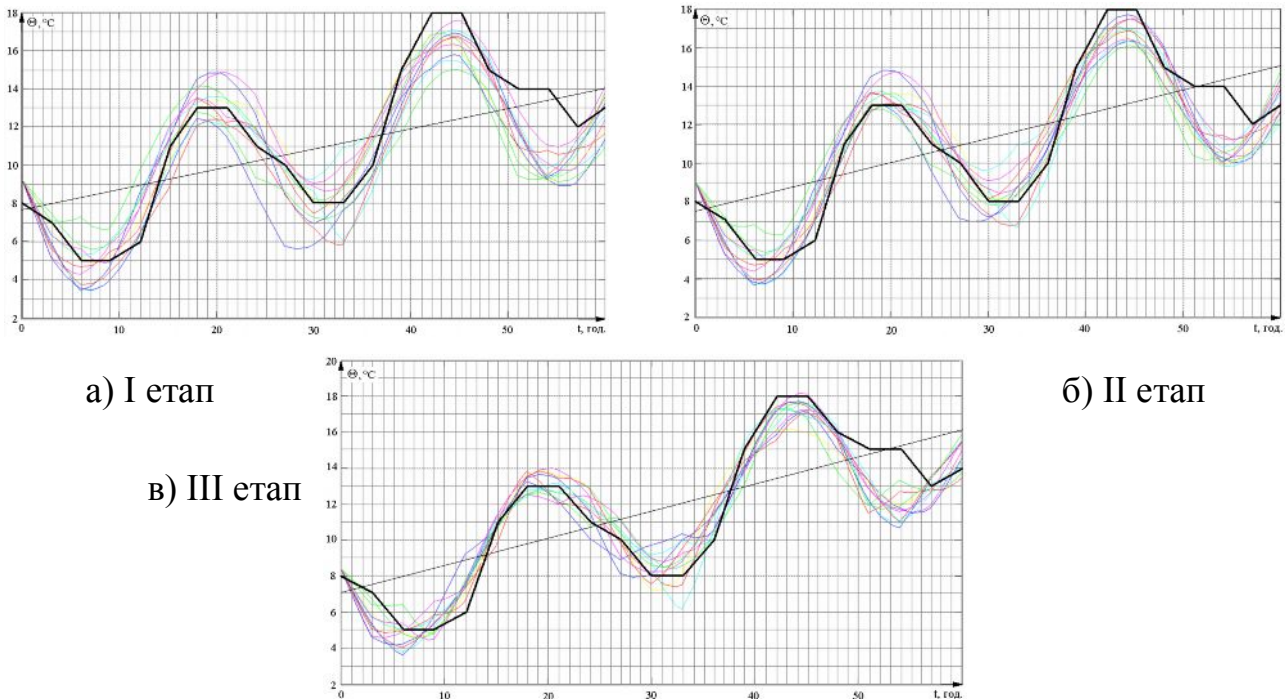


Рис. 6. Відтворення температурного образу 4-го класу на 3-х етапах алгоритму його розпізнавання

Перевірку відповідності експериментальних даних нормальному закону розподілу проведено за критеріями Пірсона χ^2 та Колмогорова, що показала повну відповідність теоретичних та експериментальних даних (за критерієм Пірсона – 0,75; Колмогорова – 1,0).

У ході прийняття рішень з керування процесом утримання курей-несучок можливі температурні збурення (стратегії природи) для кожної стаціонарної ділянки слід вибрати з десяти відтворених реалізацій. Для цього останні необхідно подати у вигляді функцій розподілення ймовірностей появи тих чи інших значень флуктуацій (рис. 8), що дає можливість більш точно визначити, які з реалізацій відповідають максимальним, середнім і найменшим відхиленням (рис. 9). Ці три апроксимовані функції розподілення і є можливими стратегіями природи.

Набір стратегій керування включає: стратегію стабілізації температури (A_4) на рівні максимальної несучості; постійний повітрообмін, коли математичне сподівання відповідає температурі на рівні максимальної несучості (A_3);

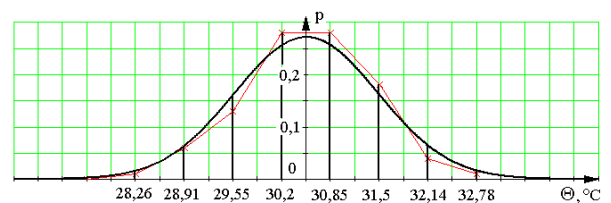


Рис. 7. Розподіл ймовірності появи значень температури у перетині випадкового процесу, відтвореного у середовищі MATLAB Simulink

стратегії A_1 , A_2 та A_5 , що забезпечують підтримання середнього значення внутрішньої температури повітря на рівнях 18, 19 та 20 °C, що відповідають нижньому граничному, середньому та верхньому граничному значенням комфортної зони утримання птиці за температурою.

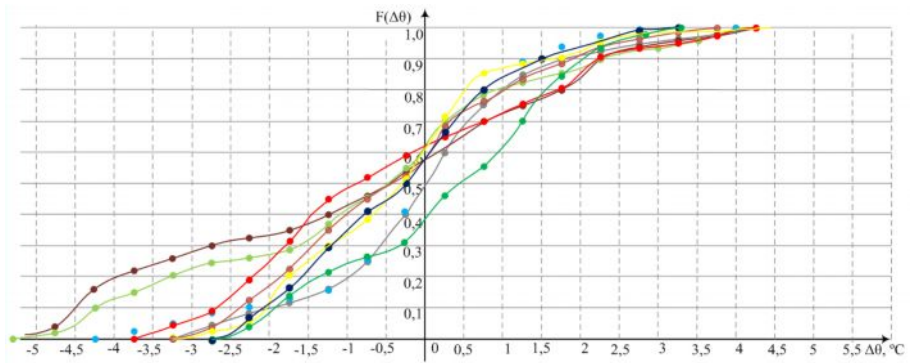


Рис. 8. Функції розподілення ймовірностей температурних флуктуацій для кожної з десяти реалізацій образу температури повітря

Якщо розглянути систему керування з її прагненням отримати максимальний прибуток у процесі виробництва з однієї сторони, а природу з її температурними змінами, які точно визначити неможливо, з іншої сторони, то взаємодію цих сторін можна описати як гру, причому гру з природою або статистичну гру. Це безкоаліційна парна матрична гра в чистих стратегіях. У процесі прийняття керуючого рішення система володіє інформацією, що

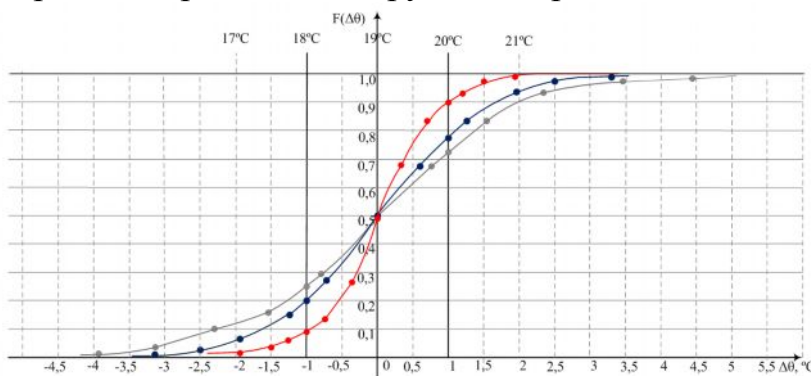


Рис. 9. Функції розподілення ймовірностей змін температури повітря, які вважаються стратегіями природи

навколишнє середовище може прийняти один із кількох станів – стратегій природи (реалізацій температурних змін у часі) і стикається з невизначеністю відносно того конкретного стану, якого набуде природа протягом найближчого часу. Гра з природою описується платіжною матрицею H (табл. 1).

У даній грі рядки A_i – стратегії керування системи, а стовпці Π_j – стратегії природи. Елементи платіжної матриці a_{ij} – прибуток від виробництва курячих яєць, який можна отримати при застосуванні стратегії керування A_i під час реалізації стратегії природи Π_j . У запропонованій системі керування значення a_{ij} визначається за формулою:

$$a_{ij} = C_{\text{я}} N - (C_{\text{к}} M + C_{\text{е}} E), \quad (4)$$

де $C_{\text{я}}$, $C_{\text{к}}$ і $C_{\text{е}}$ – вартість відповідно курячого яйця, одиниці корму та 1 кВт·год. електроенергії; N – кількість яєць, знесених протягом відпрацювання стратегії природи Π_j ; M – кількість корму, спожитого всіма курми-несучками у даному пташнику

Таблиця 1

Платіжна матриця

A_i	Π_j			
	Π_1	Π_2	...	Π_n
A_1	a_{11}	a_{12}	...	a_{1n}
A_2	a_{21}	a_{22}	...	a_{2n}
...	...	...	...	...
A_m	a_{m1}	a_{m2}	...	a_{mn}

за цей же період; E – кількість кВт·год. електроенергії, витраченої упродовж відпрацювання стратегії керування A_i .

Приклад розрахунку платіжної матриці наведено у табл. 2.

Вибір оптимальної стратегії керування здійснюється шляхом аналізу платіжної матриці за допомогою критерію Гурвіца. Він забезпечує отримання середньозваженого прибутку з невеликими ризиками, виходячи з умови:

$$Hu = \max_i (\chi \max_j a_{ij} + (1 - \chi) \min_j a_{ij}), \quad (5)$$

де χ – коефіцієнт оптимізму, якому у запропонованій системі керування надається значення $\chi=0,75$. Ефективність такого рішення підтверджена експериментальними дослідженнями системи керування у виробничих умовах.

Алгоритм функціонування запропонованої системи автоматизованого керування процесом виробництва курячих яєць представлено у вигляді блок-схеми на рис. 10.

Схему технічної реалізації розробленої системи автоматизованого керування наведено на рис. 11. З цією метою використано сучасне обладнання закордонного та вітчизняного виробництва. Розроблено, відлагоджено програмне та інформаційне забезпечення системи.

У **четвертому розділі** представлено результати виробничих випробувань та впровадження дослідного зразка розробленої системи автоматизованого керування, а також надано рекомендації щодо використання даної системи керування за вихідних умов виробництва, відмінних від розглянутих. Перед встановленням у пташнику останній пройшов випробування та відлагодження у лабораторних умовах. Крім того, відпрацювання алгоритмів розпізнавання образів та прийняття рішень виконано на спеціально створеному натурному макеті промислового пташника.

Впровадження розробленої системи автоматизованого керування дозволило збільшити прибуток від виробництва курячих яєць завдяки зменшенню енергетичних витрат на утримання птиці порівняно із системами стабілізації параметрів мікроклімату.

Оцінку економічної ефективності впровадженої системи проведено шляхом порівняння упродовж 2009 р. виробництв яєць у пташнику № 4 ДП НДППЗ ім. Фрунзе, де було встановлено розроблену систему автоматизованого керування, та у пташнику № 1 цього ж підприємства. Зазначені технічні споруди ідентичні за своїми габаритними розмірами, теплофізичними характеристиками, вентиляційним устаткуванням, клітковим обладнанням, кросом та чисельністю птиці, яка там утримувалася. Системою керування умовами утримання курей-несучок у пташнику № 1 була система стабілізації температури повітря, створена на базі вимірювача-регулятора ОВЕН ТРМ1.

Таблиця 2

Приклад платіжної матриці, грн.

A_i	Π_j		
	Π_1	Π_2	Π_3
A_1	11775,4	11682,8	11666,2
A_2	11769,7	11775,4	11692,1
A_3	11854,4	11801,3	11775,4
A_4	11737,7	11747,3	11760,2
A_5	11775,4	11775,4	11775,4

Рис. 10. Алгоритм функціонування системи автоматизованого керування процесом виробництва курячих яєць з прогнозуванням збурень

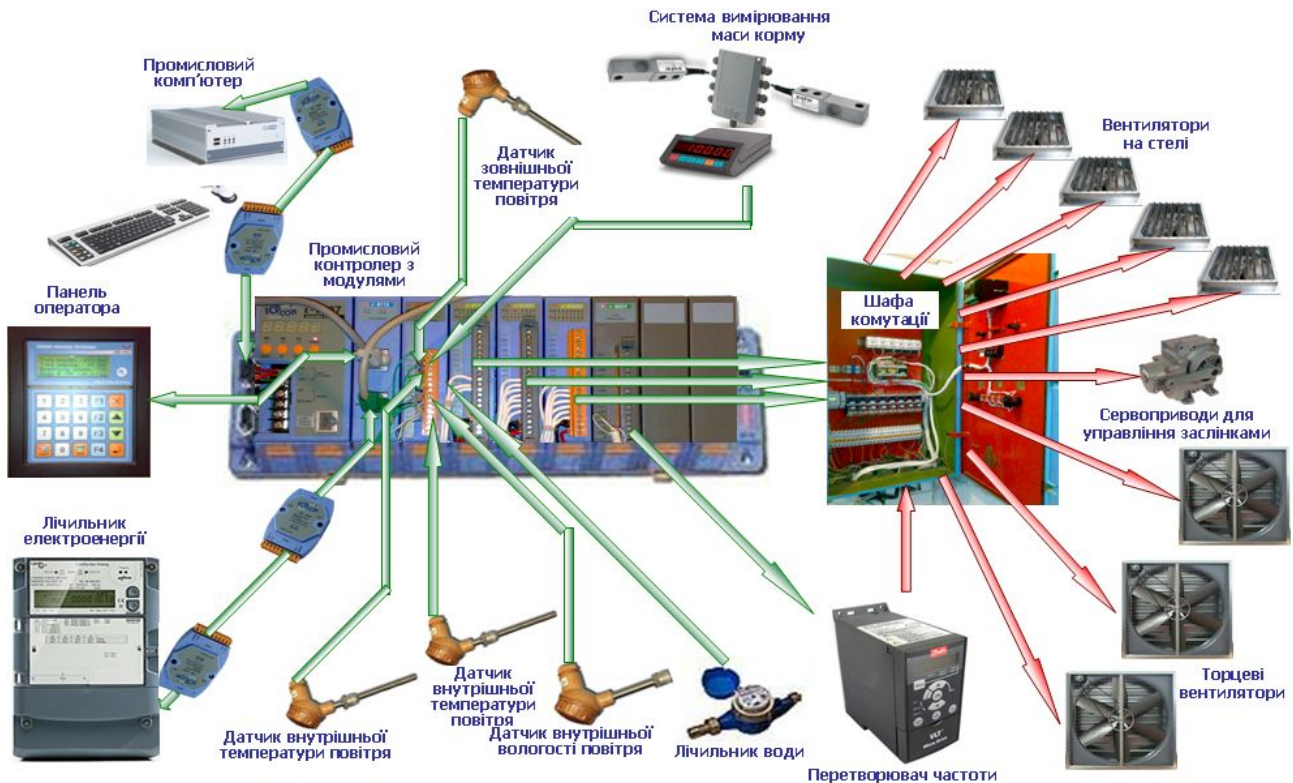


Рис. 11. Схема технічної реалізації розробленої системи автоматизованого керування

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі запропоновано нове розв'язання задачі підвищення ефективності (енергетичної і технологічної) процесу промислового виробництва курячих яєць шляхом розробки і впровадження системи автоматизованого керування на основі використання методів прогнозування природних збурень і динаміки показників якості біологічного об'єкта, теорії ігор, статистичних рішень.

1. Аналіз відомих на сьогодні систем керування процесом виробництва курячих яєць показав, що вони всі без виключень є системами стабілізації параметрів мікроклімату, не враховують майбутньої зміни збурюючих дій (температурних зокрема) на об'єкт керування протягом усього періоду утримання птиці та нехтують динамічними властивостями біологічного об'єкта. Як наслідок, ефективність виробництва при такому керуванні знижується.

2. Доведено, що найбільш прийнятним критерієм ефективності роботи системи керування процесом виробництва курячих яєць є максимізація прибутку від одержаної продукції з урахуванням динаміки фізичного стану біологічного об'єкта та можливих температурних збурень на об'єкт керування.

3. На базі багаторічних спостережень і досліджень природних температурних збурень здійснено їх класифікацію (на основі понять образу та класу), створено математичні моделі та розроблено систему образів таких збурень. Встановлено, що майбутні можливі температурні флуктуації можуть бути прогнозовані у вигляді реалізацій стаціонарних (квазістаціонарних)

випадкових процесів на період у 4 доби з імовірністю більшою ніж 0,7. Практично всі річні температурні коливання (98 %), характерні для Кримського півострова, можна описати за допомогою системи із 361-го образу температурних збурень. Встановлено, що показники якості утримання птиці, такі як несучість, приріст маси тіла курей та витрати кормів змінюються під дією лише тривалих відхилень середніх значень добової температури. Так, динамічна характеристика несучості може бути подана інерційною ланкою (постійна часу – 4...5 діб) із запізненням (7...8 діб). На показники якості процесу утримання курей-несучок не впливають добові коливання температури повітря зовні пташника з розкидом до 15...16 °С за умови компенсації температурних збурень на рівні середнього за добу значення. Залежність зміни споживання кормів від температурних відхилень можна апроксимувати звичайною ланкою запізнення із часом 10...12 діб. Перевірка адекватності визначених моделей показала, що середнє квадратичне значення різниць між теоретичною і експериментальною кривими несучості становить $\sigma \cong 0,00497$ шт./(1 курка·1 доба), що збігається із середнім квадратичним відхиленням флуктуацій несучості при комфортних умовах утримання.

4. Розроблено алгоритм розпізнавання образів майбутніх природних флуктуацій температури повітря, їх відтворення з метою подальшого аналізу в якості стратегій природи. Дана методика включає 3 основні етапи розпізнавання, на останньому з яких значення помилок параметрів образу та реальної майбутньої реалізації не перевищує 0,8 °С. На базі методів теорії ігор та статистичних рішень розроблено алгоритм прийняття рішень з керування умовах невизначеності. Вибір раціональної керуючої дії здійснюється на основі аналізу платіжної матриці. Результати виробничих випробувань показали, що оптимальними стратегіями керування є далеко не алгоритми стабілізації.

5. Проведено побудову структури та створено технічну реалізацію запропонованої системи автоматизованого керування, за допомогою методів і засобів новітніх ІТ розроблено програмне та інформаційне забезпечення останньої. При цьому обґрунтовано дворівневу архітектуру системи, перевірено надійність такого рішення. Виконано лабораторне тестування, монтаж на технічному об'єкті, налагодження та виробничі випробування експериментального зразка системи автоматизованого керування на базі ДП НДППЗ ім. Фрунзе в промисловому пташнику № 4. Упродовж періоду виробничих випробувань з 30.11.2008 р. до 20.10.2010 р. (до закінчення терміну утримання стада курей) зазначена система в повному обсязі забезпечила виконання передбачених функцій щодо утримання птиці.

6. Впровадження розробленої системи автоматизованого керування дозволило збільшити прибуток від виробництва курячих яєць завдяки зменшенню енергетичних витрат на утримання птиці порівняно із відомими системами стабілізації параметрів мікроклімату. Фактична річна економія від даного впровадження склала 105338,36 грн. Внаслідок використання розробленої системи автоматизованого керування порівняно із традиційною системою стабілізації параметрів мікроклімату практично незмінною залишається продуктивність птиці (несучість), зменшуються витрати

енергоресурсів, зокрема електричної енергії – на 20,82 %, кормів – на 0,5 %. Розроблено рекомендації щодо використання запропонованої системи автоматизованого керування за умов виробництва, відмінних від розглянутих. Показано, що така система керування може бути використана не лише на території південних регіонів України, а й в інших місцевостях з відмінними кліматичними умовами та при утриманні інших кросів курей.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Проектування програмної архітектури комп'ютерно-інтегрованої системи птахофабрики [Текст] / Віталій Пилипович Лисенко, Борис Леонтійович Головінський, Белла Львівна Голуб, Вадим Леонідович Щербатюк // Вісник аграрної науки. – 2009. – № 8. – С. 58-61.

2. Загальна архітектура енергоощадної комп'ютерно-інтегрованої системи автоматичного управління умовами утримання курей-несучок [Текст] / Віталій Пилипович Лисенко, Белла Львівна Голуб, Вадим Леонідович Щербатюк // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2009. – № 139. – С. 27-32.

3. Адаптивне енергоощадне управління умовами утримання біологічних об'єктів в агропромислових спорудах з використанням прогнозування збурень та методів теорії ігор [Текст] / Віталій Пилипович Лисенко, Вадим Леонідович Щербатюк // Міжвузівський збірник «Наукові нотатки» Луцького НТУ. – 2010. – № 6. – С. 177-181.

4. Інформаційне забезпечення та його використання в автоматизованих системах управління птахівничими підприємствами [Текст] / Віталій Пилипович Лисенко, Белла Львівна Голуб, Вадим Леонідович Щербатюк // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: «Техніка та енергетика АПК». – 2010. – № 148. – С. 28-35.

5. Створення програмного забезпечення для промислових контролерів у системах автоматичного управління умовами утримання біооб'єктів сільськогосподарського призначення [Текст] / Віталій Пилипович Лисенко, Вадим Леонідович Щербатюк, Белла Львівна Голуб // Біоресурси і природокористування. – 2010. – Том 2, № 1-2. – С. 117-122.

6. Технічні засоби комп'ютерно-інтегрованої системи ефективного управління енергетичними ресурсами на птахофабриках [Текст] / Віталій Пилипович Лисенко, Борис Леонтійович Головінський, Володимир Михайлович Решетюк, Володимир Миколайович Штепа, Анатолій Андрійович Руденський, Белла Львівна Голуб, Дмитро Сергійович Лавінський, Володимир Михайлович Пуха, Вадим Леонідович Щербатюк // Біоресурси і природокористування. – 2010. – Том 2, № 3-4. – С. 111-117.

7. Динаміка показників якості процесу утримання курей-несучок [Текст] / Віталій Пилипович Лисенко, Борис Леонтійович Головінський, Володимир

Михайлович Решетюк, Белла Львівна Голуб, Вадим Леонідович Щербатюк // Вісник аграрної науки. – 2010. – № 12. – С. 41-47.

8. Dynamics of quality indexes of laying hens keeping process due to fluctuations of temperature disturbances in an industrial poultry house / V. Lysenko, B. Golovinskiy, V. Reshetyuk, B. Golub, V. Shcherbatyuk // Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW. – 2011. – Vol. 57. – P. 79-92.

9. Пат. 44637 UA, МПК G05B 13/00 (2009) Система керування процесом утримання біологічних об'єктів сільськогосподарського призначення [Текст] / Лисенко Віталій Пилипович, Головінський Борис Леонтійович, Щербатюк Вадим Леонідович ; заявник і власник Національний університет біоресурсів і природокористування України. – № u200904172 ; заявл. 28.04.2009 ; опубл. 12.10.2009, Бюл. № 19, 2009 р.

10. Енергоощадна адаптивна система управління процесом утримання біологічних об'єктів сільськогосподарського призначення з прийняттям рішень в умовах невизначеності [Текст] / Віталій Пилипович Лисенко, Вадим Леонідович Щербатюк // Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем управління організаційно-технічними комплексами : Матеріали Міжнар. наук.-техн. конф. 26-27.11.2009 р. в Національному університеті харчових технологій. – Київ, 2009. – С. 84-85.

11. Рекомендації щодо побудови енергоощадних систем при промисловому виробництві сільськогосподарської продукції [Текст] : методичні рекомендації / Віталій Пилипович Лисенко, Борис Леонтійович Головінський, Володимир Михайлович Решетюк, Белла Львівна Голуб, Анатолій Андрійович Руденський, Володимир Михайлович Пуха, Вадим Леонідович Щербатюк. – К. : Вид. центр Національного університету біоресурсів і природокористування України, 2010. – 28 с.

АНОТАЦІЯ

Щербатюк, В. Л. Автоматизоване керування процесом виробництва курячих яєць з прогнозуванням збурень. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.07 – автоматизація процесів керування. – Національний університет харчових технологій, Київ, 2013.

Дисертація присвячена питанням розробки системи автоматизованого керування процесом промислового виробництва курячих яєць на основі прогнозування зовнішніх природних збурень на об'єкт керування, динаміки фізіологічних властивостей біологічних об'єктів (курей-несучок), їх адаптаційних характеристик та підсистеми прийняття рішень з керування з використанням теорії ігор та статистичних рішень. Розроблена система пропонує нове розв'язання задачі підвищення ефективності (енергетичної і технологічної) зазначеного процесу виробництва, що підтверджено у ході виробничих випробувань.

Ключові слова: система автоматизованого керування, біологічний об'єкт, виробництво яєць, підвищення ефективності, адаптивний контур, максимізація прибутку, прогнозування збурень, температурні образи, стратегії природи, стратегії керування.

АННОТАЦИЯ

Щербатюк, В. Л. Автоматизированное управление процессом производства куриных яиц с прогнозированием возмущений. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.07 – автоматизация процессов управления. – Национальный университет пищевых технологий, Киев, 2013.

Диссертация посвящена вопросам разработки системы автоматизированного управления процессом промышленного производства куриных яиц на основе прогнозирования внешних природных возмущений на объект управления, динамики физиологических свойств биологических объектов (кур-несушек), их адаптационных характеристик и подсистемы принятия решений по управлению с использованием теории игр и статистических решений. Разработанная система предлагает решение задачи повышения эффективности (энергетической и технологической) указанного процесса производства, что подтверждено в ходе производственных испытаний.

Ключевые слова: система автоматизированного управления, биологический объект, производство яиц, повышение эффективности, адаптивный контур, максимизация прибыли, прогнозирования возмущений, температурные образы, стратегии природы, стратегии управления.

ABSTRACT

Shcherbatiuk, V. Automatic egg production control system on the basis of the disturbance prediction. – Manuscript.

Thesis for the Ph. D. degree in the specialty 05.13.07 – automation of control processes. – National University of Food Technologies, Kyiv, 2013.

Automatic egg production control system for the sales income maximizing at the cost of resource consumption reducing in particular by means of using certain decision-making subsystem is presented. Due to the pattern recognition unit the subsystem is capable of predicting indeterminate process disturbances. The decision-making unit provides optimal algorithms for the biological object keeping parameters control because of stochastic decision theory methods.

The presented system in contrast to the existing control systems takes into consideration future disturbance changes (air temperature in particular) affecting control object for all hen-keeping period and dynamic biological object characteristics.

On the basis of long-term observations and research of nature temperature disturbances using the pattern and frame concept classification of air temperature

pieces was performed, mathematical models of them were determined, the system of such disturbance patterns was developed. Future probable air temperature fluctuations can be predicted as stationary or quasi-stationary realizations of stochastic process. The period of the prediction is 4 days.

It is established that the poultry quality indexes such as egg production, body mass increase and feed consumption change only under long-term (more than 1 day) average twenty-four-hour air temperature deviations. The mathematical model of egg productivity dynamics can be presented as a relaxation circuit with time lag. The relation between the feed consumption and air temperature fluctuations was approximated as a time lag element.

Future air temperature pattern recognition algorithm, air temperature realizations reproduction for further analysis as nature strategies were developed. Pattern recognition technique consists of the three stages. At the beginning it uses weather forecast data of meteorological service. After twenty-four-hour and forty-eight-hour time the algorithm having statistical data of air temperature fluctuations of previous two days recounts and defines more exactly current air temperature pattern.

Due to game theory and statistical decision methods decision-making behavior was developed. It is needed for making control decisions under partial uncertainty which occurs while controlling egg production.

Key words: automatic control system, biological object, egg production, efficiency raise, adaptive loop, profit maximization, disturbance prediction, air temperature patterns, nature strategies, control strategies.