

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ГОЛУБ БЕЛЛА ЛЬВІВНА

УДК 636.5252/58:62 503.51

**Автоматизоване управління параметрами
ефективності роботи промислового пташника з
підсистемою моніторингу та підтримки прийняття
рішення**

05.13.07 – автоматизація процесів керування

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації
на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2011

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Національному університеті біоресурсів і природокористування України

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

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
ФУРМАН Ілля Олександрович,
Харківський національний технічний університет
сільськогосподарства ім. П.Василенка,
професор кафедри автоматизації і комп'ютерних
технологій

кандидат технічних наук, доцент
КИШЕНЬКО Василь Дмитрович,
Національний університет харчових технологій, м. Київ,
доцент кафедри автоматизації та комп'ютерно-
інтегрованих технологій

Захист відбудеться « 9 » березня 2011 р. о 14-й годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К 26.058.05 у Національному університеті харчових технологій за адресою: 01033, Київ-33, вул. Володимирська, 68, аудиторія А-311

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного університету харчових технологій за адресою: 01033, м. Київ-33, вул. Володимирська, 68.

Автореферат розісланий « » лютого 2011 р.

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



В.М. Філоненко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Актуальність теми. Птахівництво відноситься до однієї з важливих і перспективних галузей сільського господарства. В останні роки триває перехід цієї галузі від дрібних господарств до великих високопродуктивних промислових підприємств. Це супроводжується ускладненням взаємопов'язаних комплексів технологічних, економічних, біологічних і соціальних факторів, що і викликає необхідність підвищення рівнів автоматизації основних процесів, контролю та обліку всіх параметрів, які визначають показники процесу утримання птиці, питомих витрат електроенергії та інших ресурсів, пов'язаних з виробництвом продукції птахівництва. Одночасно з цим сучасний рівень можливостей комп'ютерних технологій дозволяє реалізовувати потужні автоматизовані системи, що можуть використовуватися на всіх ланках життєвого циклу промислового підприємства.

Найважливіше значення мають економічні показники діяльності промислових птахівничих підприємств. Економічна ефективність цих підприємств прямо пропорційно залежить від обсягу виробленої продукції (яйця, м'ясо птиці) і обернено пропорційно – від витрат ресурсів, пов'язаних з роботою пташника (електроенергія, корми, вода та ін.). Тому для таких підприємств завжди актуальними залишаються питання енергозбереження та раціонального витрачання кормів. Успішне вирішення зазначених питань може бути досягнуто лише за оптимального рівня управління. Останнє вимагає створення досконалих методів моніторингу параметрів стану і роботи пташника, що забезпечується вимірюванням, накопиченням та тривалим зберіганням інформації. Моніторинг також має забезпечувати на високому рівні функції інтелектуальної ланки системи автоматичного керування параметрами і режимами роботи пташника, а для цього слід створювати можливості підтримки прийняття відповідних рішень.

Сутність проблемної ситуації полягає в тому, що існуючі методи і засоби моніторингу не забезпечують тривале зберігання інформації та можливості на базі неї приймати рішення щодо керування параметрами ефективності роботи пташника. Відповідно розробка і використання інтелектуальних методів моніторингу, що використовують широкі можливості сучасної комп'ютерної техніки, алгоритми та способи зберігання інформації, є актуальною науково-технічною задачею. Вирішення цієї задачі надасть можливість вести роботу птахівничого підприємства на рівні, що забезпечить високу економічну ефективність і конкурентоздатність.

Зв'язок роботи з науковими програмами і темами. Дослідження виконані відповідно до планів науково-дослідної роботи Національного університету біоресурсів і природокористування за темою «Розробка комп'ютерно-інтегрованої системи ефективного управління енергетичними ресурсами на птахофабриках» (номер державної реєстрації № 0108U001969).

Мета роботи. Мета роботи полягає у підвищенні ефективності процесу виробництва продукції птахівництва шляхом створення системи автоматизованого управління технологічними параметрами роботи промислового пташника з підсистемою моніторингу та підтримки прийняття рішення.

Зміст поставлених завдань. Для конкретизації завдання розглядається пташник, в якому утримуються курки-несучки. Досягнення зазначеної мети вирішується виконанням таких завдань:

- 1) провести системний аналіз об'єкта управління (промислового пташника по утриманню курок-несучок) та оцінити ступінь впливу параметрів технологічного процесу на ефективність роботи об'єкта, розробити математичну модель технологічного процесу виробництва продукції у пташниках з урахуванням біологічних особливостей птиці, технології виробництва, витрат енергоресурсів, поточних ринкових умов;
- 2) сформулювати вимоги до підсистеми моніторингу та підтримки прийняття рішення; здійснити вибір параметрів для проведення моніторингу й аналізу даних;
- 3) розробити структуру системи автоматизованого управління з підсистемою моніторингу та підтримки прийняття рішення;
- 4) розробити структуру інформаційного забезпечення системи автоматизованого управління та реалізувати її у вигляді реляційної бази даних; на основі структури розробити модель інформаційних потоків між різними вузлами системи автоматизованого управління;
- 5) розробити алгоритми моніторингу та підтримки прийняття рішення і застосувати їх у розробці програмного забезпечення;
- 6) провести випробування розробленої підсистеми моніторингу та підтримки прийняття рішення як інтелектуальної ланки комп'ютерно-інтегрованої системи ефективного управління ресурсами на птахофабриках.

Об'єкт і предмет дослідження. Об'єктом дослідження є технологічний процес виробництва яєць, реалізований за допомогою автоматизованих систем управління.

Предмет дослідження – автоматизована система управління параметрами ефективності роботи промислового пташника з підсистемою моніторингу та підтримки прийняття рішення.

Методи досліджень. При проведенні теоретичних та експериментальних досліджень використовувалися методи найменших квадратів, пошуку екстремуму, математичної статистики та планування експерименту. Теоретичні та експериментальні дослідження проводилися з використанням програмних продуктів Mathsoft MathCad, MS Excel.

Розробка структури системи автоматизованого управління проводилась на базі аналізу структур реалізованих систем, виходячи з існуючих технічних умов, коректність розробленої структури перевірялася шляхом побудови імітаційної моделі у середовищі Simulink програмного продукту MatLab.

Побудова моделі інформаційної бази системи здійснювалася відповідно до стандарту IDEFIX у середовищі програмного продукту CA Erwin Data Modeler. Розробка та реалізація структури інформаційного забезпечення, алгоритмів моніторингу та протоколу обміну інформацією між вузлами інформаційно-управляючої системи відбувались шляхом побудови імітаційної моделі у

середовищі Simulink програмного продукту MatLab та тестування на дослідних моделях системи.

При виробничій перевірці запропонованого принципу моніторингу та підтримки прийняття рішення всі показники роботи визначалися по записах бази даних. На основі цих записів, використовуючи методи теорії ймовірності та математичної статистики, обчислювалися показники економічної ефективності і проводився аналіз роботи системи автоматизації в цілому.

Наукова новизна. У процесі дослідження були отримані нові наукові результати:

- *вперше* розроблено математичну модель процесу виробництва яєць у пташнику, яка, на відміну від відомих моделей, враховує не лише технологію виробництва, але і змінність витрат енергоресурсів на створення потрібного температурного режиму в пташнику, біологічні особливості та продуктивність птиці, цінову кон'юнктуру ринку, що дозволяє прогнозувати та управляти прибутком;

- *вдосконалено* структуру та розроблено імітаційну модель системи автоматизованого управління параметрами ефективності роботи пташника, що стало основою для побудови підсистеми моніторингу та підтримки прийняття рішення;

- *вперше* розроблено модель даних інформаційної бази системи автоматизованого управління параметрами ефективності роботи пташника, що дозволяє суттєво підвищити якість моніторингу та підтримки прийняття рішення;

- *розроблено* нову підсистему моніторингу та підтримки прийняття рішення як функціонально завершеної інтелектуальної ланки автоматизованої системи управління технологічним процесом виробництва продукції у пташнику.

Практичне значення отриманих результатів. За результатами теоретичних та експериментальних досліджень розроблена і впроваджена комп'ютерно-інтегрована система ефективного управління енергетичними ресурсами на птахофабриках із використанням інтелектуальної підсистеми моніторингу та підтримки прийняття рішення.

Виробничі дослідження розробленого принципу моніторингу та підтримки прийняття рішення комп'ютерно-інтегрованої системи проведено у промисловому пташнику №4 державного підприємства «Навчально-дослідницький племінний птахівничий завод ім. Фрунзе» НУБіП України, розташованому в селищі Фрунзе Сакського району АР Крим, в процесі його планової виробничої роботи з 30.11.2008 року по 19.07.2010 року. Система використовується й понині.

Результати досліджень використовуються у навчальному процесі при підготовці фахівців за напрямом «Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології».

Особистий внесок здобувача. Дисертація є підсумком роботи автора. Ним проаналізована наукова література з даної проблеми, зроблені висновки, сформульовані завдання дослідження. Автор запропонував принципово новий

підхід до автоматизованого управління параметрами ефективності роботи пташника з використанням підсистеми моніторингу та підтримки прийняття рішення. Для цього самостійно розроблена математична модель процесу виробництва яєць, визначений вплив основних технологічних і енергетичних показників на економічну ефективність технологічного процесу виробництва продукції у промисловому пташнику. Розроблено також структуру, інформаційне та програмне забезпечення підсистеми моніторингу та підтримки прийняття рішення для включення її до складу автоматизованої системи управління.

Планування основних напрямів роботи, обговорення результатів та підготовка публікацій відбувалися за участю наукового керівника В.П.Лисенка, обговорення структури системи автоматизації та алгоритмів обробки даних – за участю Б.Л.Головінського, впровадження системи автоматизації – за участю В.М.Решетюка.

Апробація результатів досліджень. Основні положення і результати дисертаційної роботи висвітлені і схвалені на науково-практичних конференціях професорсько-викладацького складу Національного університету біоресурсів і природокористування (м. Київ, 2006–2010 рр.), на науково-практичних семінарах пам'яті академіка І.І. Мартиненка (м. Київ, 2007–2009 рр.), на Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем управління організаційно-технічними комплексами» (м. Київ, 2009 р.), на Міжнародній науково-практичній конференції «Комп'ютерно-інтегровані технології у виробництві та освіті» (м. Луцьк, 2010 р.).

Публікації. За темою дисертації опубліковано 14 праць (із них 11 у фахових виданнях).

Структура дисертаційної праці. Дисертаційна робота складається із вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних літературних джерел, який включає 112 найменувань, та чотирьох додатків. Повний обсяг дисертації становить 205 сторінок, з яких основний зміст викладено на 132 сторінках, містить 17 таблиць та 35 рисунків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційного дослідження з точки зору впровадження у птахівництві систем автоматизованого управління виробництвом з підсистемою моніторингу та підтримки прийняття рішення. Визначено мету й основні завдання дослідження, розкрито наукову новизну та практичну цінність роботи.

У першому розділі проведено дослідження фізіологічних основ виробництва продукції птахівництва, умов утримання курок-несучок у промислових пташниках. На продуктивність птиці у пташнику впливає велика кількість факторів, основним серед яких є температурний режим. Залежно від породи і віку птиця досягає максимальної несучості за певної температури повітря. Температура в пташнику впливає також на масу яєць та їх якість, кількість корму та води, що споживається птицею. У разі зниження температури в приміщенні зменшується несучість птиці, збільшуються витрати кормів на

виробництво яєць. За підвищеної температури несучість також знижується, птиця споживає більше води та менше корму.

Системний аналіз пташника, як об'єкта управління, дав змогу визначити, що це – надзвичайно складна біотехнічна система. До її складу входять біологічний об'єкт, засоби годування та напування, приміщення для утримання птиці та комплекс технічних засобів, які забезпечують формування умов життя. Технологічний комплекс яєчного виробництва визначено як складну організаційно-технологічну систему, що складається з великої кількості взаємопов'язаних підсистем, має високу ступінь невизначеності зовнішніх збурень та характеризується багатофакторністю.

За результатами аналізу стану автоматизації технологічних процесів визначено, що існуючі системи автоматизації яєчного виробництва характеризуються використанням лише окремих контурів регулювання технологічних параметрів, не забезпечують комплексне автоматизоване управління на всіх стадіях виробництва яєць, не враховують кон'юнктуру ринку.

Основні тенденції розвитку сучасних систем автоматизованого управління технологічним процесом у пташнику полягають у переході до комплексного управління та забезпечення отримання максимальних прибутків.

Здійснено постановку завдань дослідження, яка передбачає створення повноцінної підсистеми моніторингу та підтримки прийняття рішення як інтелектуальної ланки системи автоматизованого управління параметрами ефективності роботи промислового пташника.

Другий розділ присвячено розробці підсистеми моніторингу та підтримки прийняття рішення системи автоматизованого управління виробництвом у пташнику. Фактори, що впливають на економічну ефективність функціонування пташника, можуть бути зведені до трьох змінних експлуатаційних параметрів. Позитивний вплив на економічну ефективність пташника здійснює підвищення несучості курок в одиницю часу. Негативний вплив здійснює підвищення витрати кормів і збільшення витрати електроенергії.

Аналітичний вираз, за допомогою якого визначається залежність несучості за добу кожної курки від змін температури t_n° (t_x°) повітря в пташнику, такий:

$$f_{\text{я}}(t_x)_{\%} = 100 \cdot (1 - a_{\text{я}} \cdot t_x^2 - b_{\text{я}} \cdot t_x^3 - c_{\text{я}} \cdot t_x^4), \% \quad (1)$$

та

$$f_{\text{я}}(t_x) = Y_0 \cdot (1 - a_{\text{я}} \cdot t_x^2 - b_{\text{я}} \cdot t_x^3 - c_{\text{я}} \cdot t_x^4), \text{шт.}, \quad (2)$$

де t_x – відхилення температури повітря в пташнику від температури t_0 утримання курей розглянутого кроса, за якої досягається максимальна несучість з мінімальною витратою кормів ($t_x = t_n - t_0$; t_n – поточне значення температури повітря в пташнику), $^{\circ}\text{C}$; $f_{\text{я}}(t_x)_{\%}$ – залежність несучості курки за добу від температури в пташнику (у відсотках щодо максимального значення продуктивності Y_0 , прийнятого за 100%); $f_{\text{я}}(t_x)$ – залежність несучості курки за добу (штук яєць) від температури в пташнику $t_n(t_x)$; Y_0 – максимально можлива продуктивність за добу однієї курки розглянутого кроса, шт. яєць; $a_{\text{я}} = 1,12 \cdot 10^{-3}$; $b_{\text{я}} = 1,8 \cdot 10^{-5}$; $c_{\text{я}} = 1,7 \cdot 10^{-6}$.

Вирази (1) і (2) дійсні в межах значень t_{a1} і t_{a2} – можливих аварійних значень t_n , перехід через які може істотно знизити економічні показники роботи пташника, а також призвести до негативних наслідків для життєдіяльності курей:

$$t_{a1} < t_n < t_{a2}. \quad (3)$$

Прибуток $I_{я}(t_x)$ у гривнях від отриманих яєць за добу від курей усього пташника становить:

$$I_{я}(t_x) = f_{я}(t_x) \cdot q_k \cdot 0,1 \cdot P_{я}, \quad (4)$$

де q_k – кількість курок-несучок; $P_{я}$ – комерційна вартість одного десятка яєць у гривнях.

Прибуток $I_{я(0)}$, що досягається від отриманих яєць при утриманні курей усього пташника за температури t_0 , становить:

$$I_{я(0)} = Я_0 \cdot q_k \cdot 0,1 \cdot P_{я}. \quad (5)$$

Зниження прибутку від зменшення збору яєць $R_{i(я)}$, що відбувається через відхилення температури в пташнику від значення t_0 , обчислюється як різниця виразів (3) і (4). Використовуючи вираз (2), отримуємо:

$$R_{i(я)}(t_x) = Я_0 \cdot (a_{я} \cdot t_x^2 + b_{я} \cdot t_x^3 + c_{я} \cdot t_x^4) \cdot q_k \cdot 0,1 \cdot P_{я}. \quad (6)$$

Очевидно, що при $t_x = 0$ зниження прибутку $R_{i(я)} = 0$, тобто при підтриманні у пташнику температури t_0 прибуток від збору яєць буде максимальним.

Розрахункова функціональна залежність зміни витрати кормів $f_k(t_x)$, кг для однієї курки на одержання десяти яєць залежно від температури повітря у пташнику визначається за формулою:

$$f_{k10}(t_x) = g_0 + a_{k10} \cdot t_x^2, \quad (7)$$

де g_0 – нормативна витрата кормів (кг) на одержання десяти штук яєць від однієї курки при утримання даного кросу курей за температури t_0 ; $a_{k10} = 4 \cdot 10^{-3}$.

Витрати на корми $E_k(t_x)$, які будуть потрібні на весь пташник, із урахуванням виразу (6), складають:

$$E_k(t_x) = (g_0 + a_{k10} \cdot t_x^2) \cdot (q_k + q_n) \cdot 0,1 \cdot P_k, \quad (8)$$

де P_k – вартість одного кілограма кормів, грн.

Добові витрати електроенергії для підтримки теплового режиму в пташнику були апроксимовані алгебраїчним виразом:

$$W = W_0 \cdot \left(1 + \frac{t_x}{\Delta t}\right), \text{ кВт} \cdot \text{год}. \quad (9)$$

Або у відсотках від мінімальної витрати енергії W_0 :

$$W = 100 \cdot \left(1 + \frac{t_x}{\Delta t}\right), \%. \quad (10)$$

Тут W_0 – розрахункова витрата електроенергії для підтримання у пташнику мінімального повітрообміну протягом доби; Δt – різниця температури повітря у пташнику, яку необхідно підтримувати, і середньої зовнішньої температури протягом доби.

Витрати коштів $E_e(t_x)$ на електроенергію, що витрачається для підтримання температурного режиму у пташнику протягом доби із врахуванням виразу (10), складають:

$$E_e(t_x) = W_0 \cdot \left(1 + \frac{t_x}{\Delta t}\right) \cdot P_e, \quad (11)$$

де P_e – вартість одиниці електроенергії.

Значення t_x , за якого досягається максимальна (мінімальна) величина прибутку, визначається аналітичним шляхом, тобто з виразу:

$$\frac{d[I_y(t_x) - E_k(t_x) - E_e(t_x)]}{dt_x} = 0. \quad (12)$$

З урахуванням значень складових елементів виразу (12), представлених в (4), (8) і (11), одержимо:

$$Y_0 \cdot (2 \cdot a_y \cdot t_x + 3 \cdot b_y \cdot t_x^2 + 4 \cdot c_y \cdot t_x^3) \cdot q_k \cdot 0,1 \cdot P_y + 2 \cdot a_k \cdot 1,1 \cdot q_k \cdot 0,1 \cdot P_k \cdot t_x = -\frac{W_0}{\Delta t} \cdot P_e. \quad (13)$$

Із виразу (13) слідує, що максимальна величина прибутку від утримання курей у зоні температур, що задовольняють граничним умовам (3), досягається за негативних значень t_x ($t_n < t_0$).

На рис.1 показано графічну ілюстрацію (13), яка доводить, що параметри точок оптимальної величини теплового режиму пташника зміщуються у бік менших значень температури t_n , °C у разі зниження будь-якого з параметрів P_y , P_k , P_e .

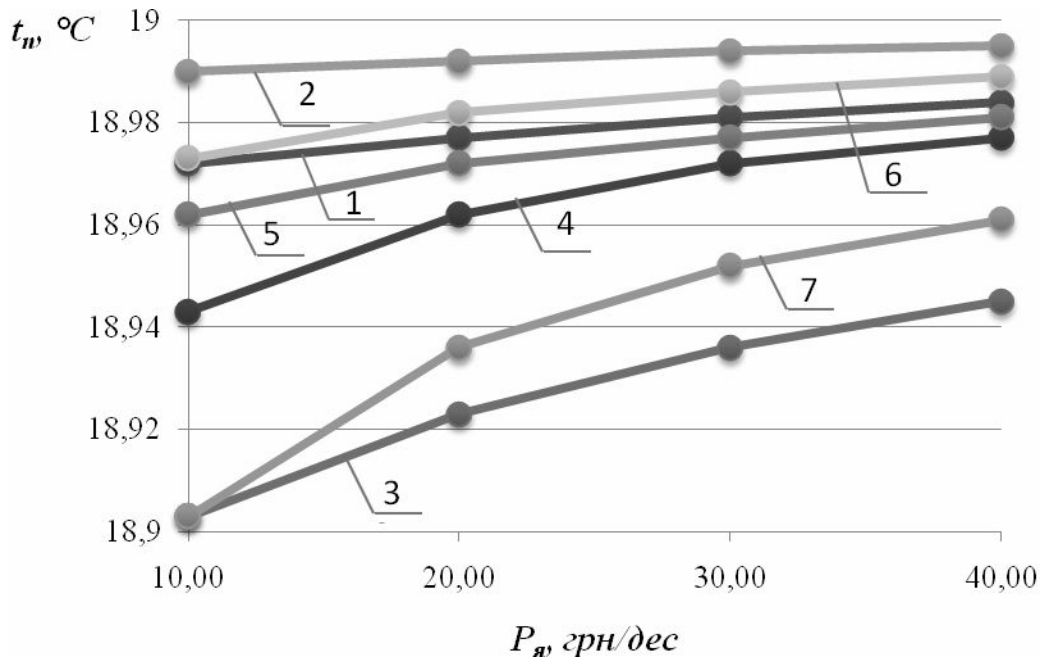


Рис. 1. Параметри точки величини температурного режиму, при якій забезпечується максимальний прибуток:

№	q_k , шт.	P_k , грн/кг	P_e , грн/кВт·год
1	10206	6	0,5846
2	30000	6	0,5846

№	$q_k, \text{шт.}$	$P_k, \text{грн/кг}$	$P_e, \text{грн/кВт}\cdot\text{год}$
3	3000	6	0,5846
4	10206	2	0,5846
5	10206	4	0,5846
6	10206	2	0,28
7	10206	2	1,0

Зниження прибутку від зменшення збору яєць $R_{i(j)}$, що відбувається через

$$R_{i(j)}(t_x) = Y_0 \cdot (a_j \cdot t_x^2 + b_j \cdot t_x^3 + c_j \cdot t_x^4) \cdot q_k \cdot 0,1 \cdot P_j. \quad (14)$$

відхилення температури в пташнику від значення t_0 , обчислюється як:

Зниження прибутку по пташнику $R_{e(k)}$ через відхилення температури повітря від оптимального значення в пташнику t_0 і відповідного підвищення вартості кормів обчислюється як:

$$R_{e(k)} = a_{k10} \cdot t_x^2 \cdot 1,1 \cdot q_k \cdot 0,1 \cdot P_k. \quad (15)$$

Величина економії або перевитрати грошових коштів на електроенергію розраховується так:

$$R_{e(e)} = \frac{t_x}{\Delta t} \cdot W_0 \cdot P_e. \quad (16)$$

Відношення суми втрат прибутку або збільшення витрат щодо розглянутих параметрів до суми оптимальних величин прибутків (збитків), які характеризують ці параметри, дозволить встановити залежність зниження величини прибутку пташника при відхиленнях температурного режиму від оптимального значення (значення t_0):

$$\frac{R_{i(j)} + R_{e(k)} + R_{e(e)}}{I_{я(0)} - E_{к(0)} - E_{e(0)}} \cdot 100 = A_R, \% \quad (17)$$

де A_R – припустиме зниження прибутку пташника, %, що задається. Значення параметрів, наведених у виразі (17), були визначені в (4), (8), (11), (14), (15), (16). У результаті підстановки цих параметрів одержимо:

$$Y_0 \cdot (2 \cdot a_j \cdot t_x + 3 \cdot b_j \cdot t_x^2 + 4 \cdot c_j \cdot t_x^3) \cdot q_k \cdot 0,1 \cdot P_j + 2 \cdot a_{k10} \cdot 1,1 \cdot q_k \cdot 0,1 \cdot P_k \cdot t_x = -\frac{W_0}{\Delta t} \cdot P_e. \quad (18)$$

За виразом (18) були проведені розрахунки для пташника НД ППЗ ім. Фрунзе НУБіП України у середовищі MathCad. Отримані результати переконують, що оптимальна зона особливо інтенсивно розширюється зі збільшенням параметрів P_j й q_k . На рисунках 2 і 3 наведено результати розрахунків параметрів ширини зони значень температурного режиму пташника залежно від заданої величини A_R зниження доходу від утримання курей за різних значень параметрів P_j , P_k , P_e , некерованих персоналом пташника, і кількості курей у пташнику q_k .

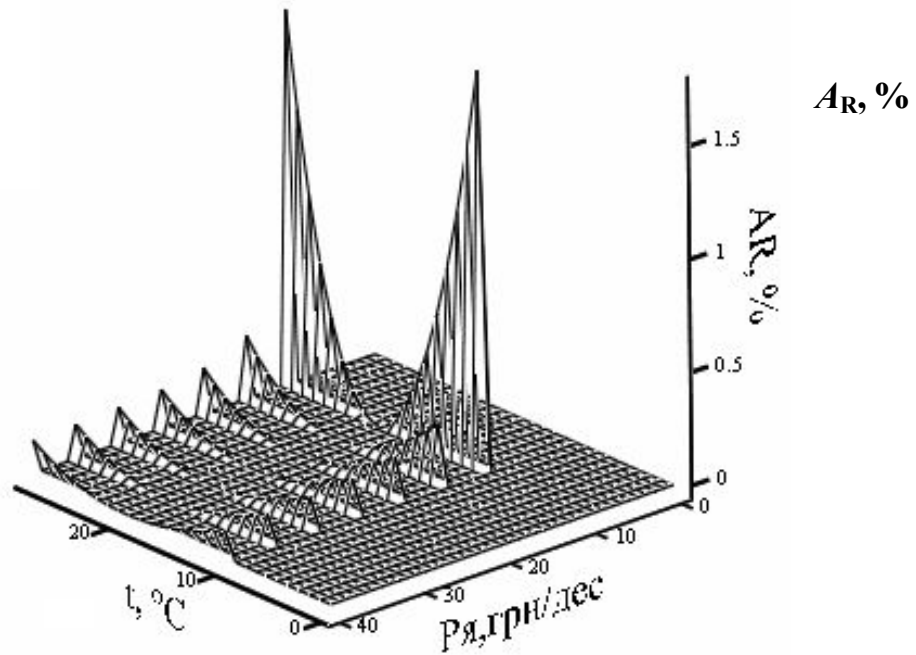
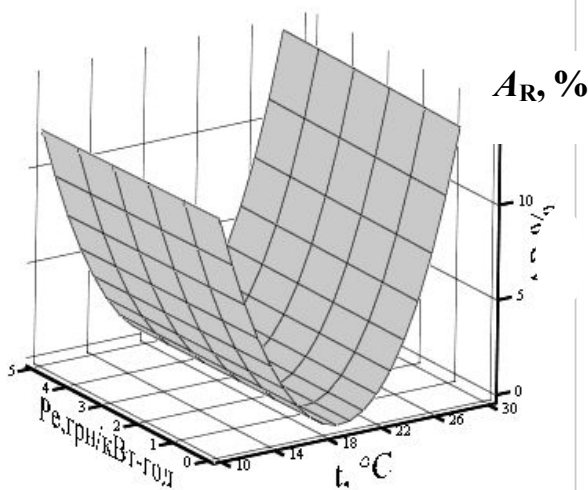
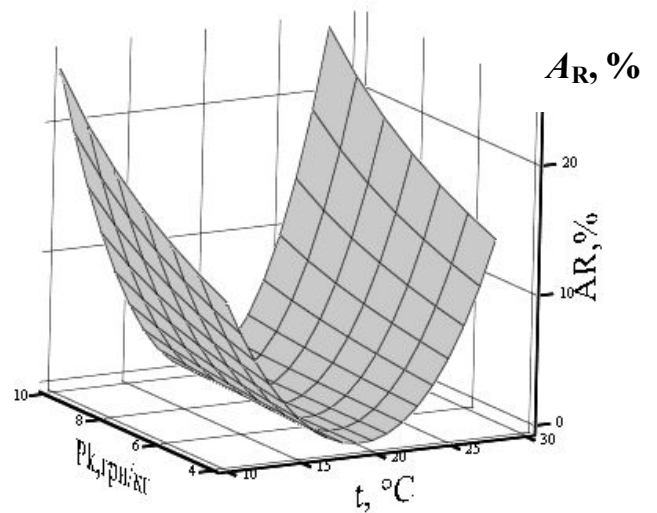


Рис.2. Залежність прибутку від температури повітря та цін на яйця



а)



б)

Рис. 3. Залежність прибутку від температури повітря та цінових показників:
а) вартості кормів; б) вартості електроенергії

За результатами досліджень та на підставі аналізу структури подібних автоматизованих систем була побудована структурна схема автоматизованої системи управління параметрами ефективності роботи промислового пташника (рис.4). Таким чином, система побудована як розподілена ієрархічна трирівнева система керування: перший рівень – датчики і виконавчі механізми; другий рівень – програмувальний контролер та його інфраструктура; третій рівень – промисловий комп'ютер, на якому встановлено програмне й інформаційне забезпечення підсистеми моніторингу та підтримки прийняття рішень.

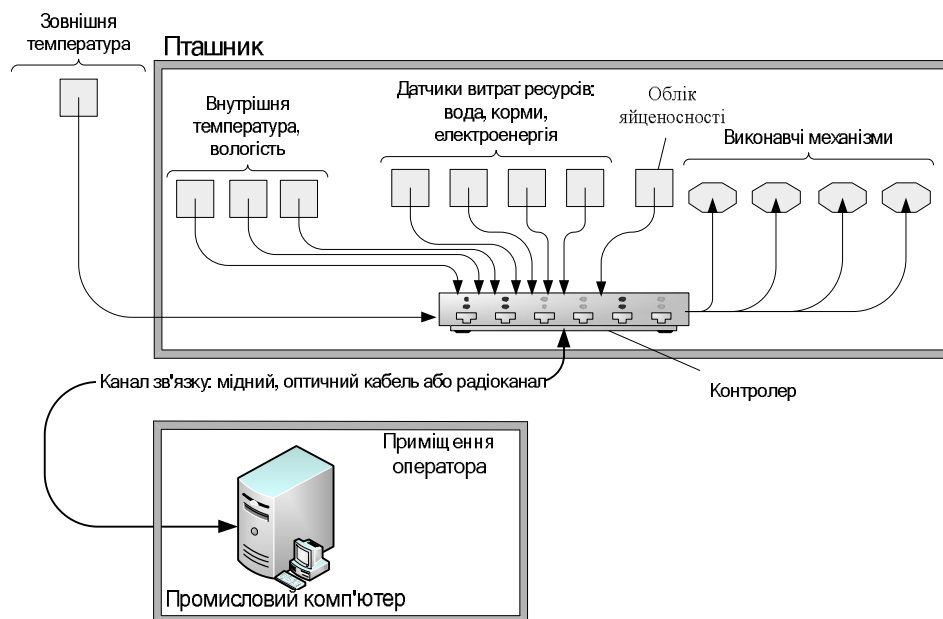


Рис. 4. Структурна схема системи автоматизованого управління

За отриманими даними розроблено алгоритм вибору ширини температурної зони відповідно до величини очікуваного прибутку, блок-схему якого показано на рис. 5.

Третій розділ присвячено розробці та реалізації інформаційного забезпечення системи автоматизованого управління. Для побудови логічної моделі даних використано програмний засіб CA Erwin Data Modeler. За основу прийнято стандарт IDEFIX. Найпоширенішим засобом моделювання даних є діаграми "сутність-зв'язок" (ERD). Саме цей засіб використовувався при побудові структури інформаційного забезпечення системи.

У результаті моделювання даних визначено 26 сутностей та логічний зв'язок між ними. Для кожної сутності визначено перелік атрибутів і відповідних типів даних. Отримана модель даних інформаційного забезпечення відповідає реляційній структурі бази даних у третій нормальній формі. Для побудови фізичної моделі даних обрано безкоштовну версію Microsoft SQL Server 2008. Вона має повну для даної системи функціональність і забезпечує можливість використання бізнес-аналітики – середовища підтримки прийняття рішення.

Протягом проведення експериментальних робіт як у лабораторних умовах, так і у пташнику, структура бази даних удосконалювалася, доповнювалася новими інформаційними одиницями і на рівні нових сутностей (таблиць), і на рівні їхніх атрибутів (стовпців). У результаті цих вдосконалень структура повністю відповідає задачам, які необхідно вирішувати у процесі функціонування системи автоматизованого управління.

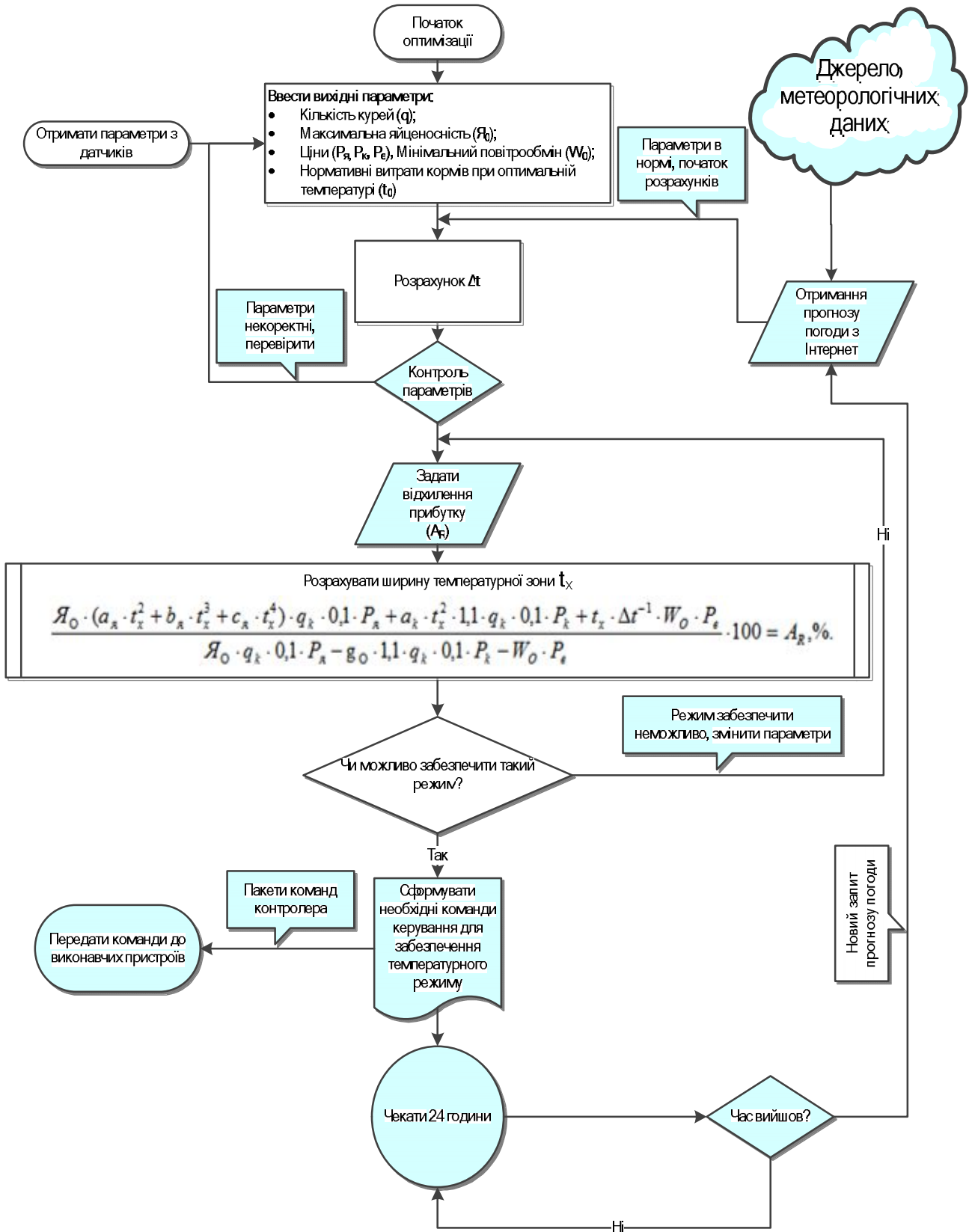


Рис. 5. Алгоритм вибору параметрів управління

У четвертому розділі розглянуто питання розробки алгоритмів та відповідного програмного забезпечення системи автоматизованого управління із підсистемою моніторингу та підтримки прийняття рішення. Для тестування

параметрами об'єкта. Імітація роботи моделі у середовищі MatLab довела її працездатність.

На промисловому комп'ютері, що входить до складу системи, встановлений програмний комплекс, який забезпечує виконання таких функцій:

- ✓ моніторинг системи через отримання даних щодо робочих параметрів системи;
- ✓ відображення поточної інформації у режимі реального часу;
- ✓ відображення збереженої інформації у вигляді графіків і таблиць;
- ✓ архівування даних про параметри роботи системи та експорт даних;
- ✓ взаємодія з підсистемою керування;
- ✓ ведення протоколу роботи системи й дій оператора;
- ✓ безпосереднє визначення оператором можливих стратегій управління та відхилення значення прибутку від максимального;
- ✓ забезпечення дружнього інтерфейсу між системою і оператором тощо.

Графічний інтерфейс програмного забезпечення включає робоче вікно, вікно деталізації параметрів та вікно технічних параметрів. На рис. 7 представлено робоче вікно програмного забезпечення, в якому відображені поточні значення усіх найважливіших параметрів процесу утримання курок-несучок.

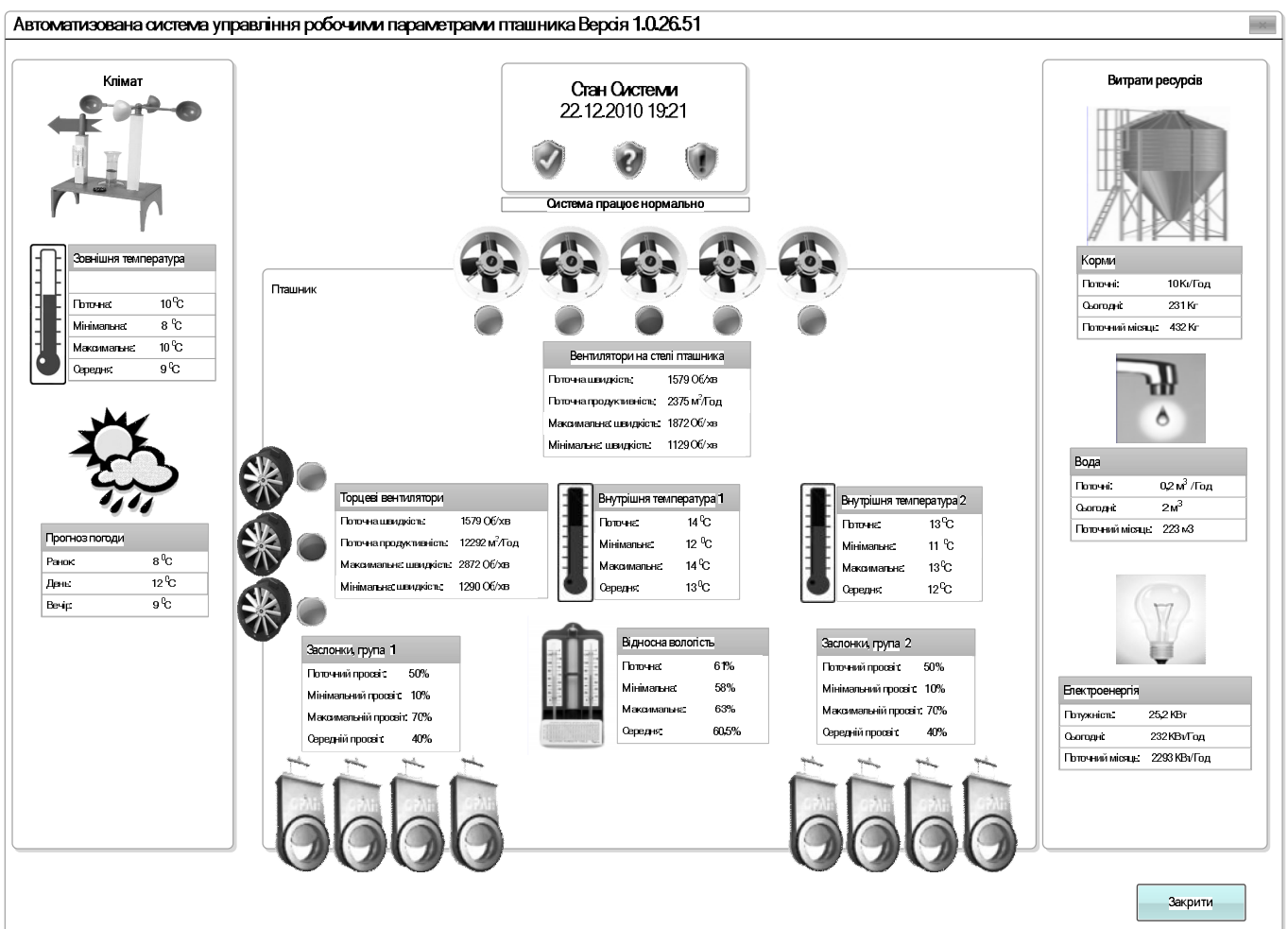


Рис.7. Вікно перегляду параметрів роботи системи

Вікно деталізації параметрів системи відображає зміни основних параметрів технологічного процесу у часі. На цьому екрані оператор вибирає довільний проміжок часу, за який є необхідність переглянути покази датчиків і лічильників, що включені до системи автоматизації.

Вікно технічних параметрів відображає допоміжну інформацію, яка дозволяє оператору отримати протокол роботи системи і слідкувати за її роботою.

Середовище підтримки прийняття рішень оформлена у вигляді програмного модуля (рис.8), який у графічному вигляді представляє стан температурних параметрів за поточний день: графік «Поточний стан температурного режиму пташника», прогноз на 1...7 днів, графік «Прогноз температурного режиму пташника» і рекомендації щодо вибору стратегії управління «Повідомлення підсистеми підтримки прийняття рішень», а також переваги та недоліки стратегій управління, що пропонуються.

Таким чином, програмне забезпечення системи представляє собою сукупність окремих програмних модулів, які виконують призначені для них функції. Воно також являється самостійною роботою автора.

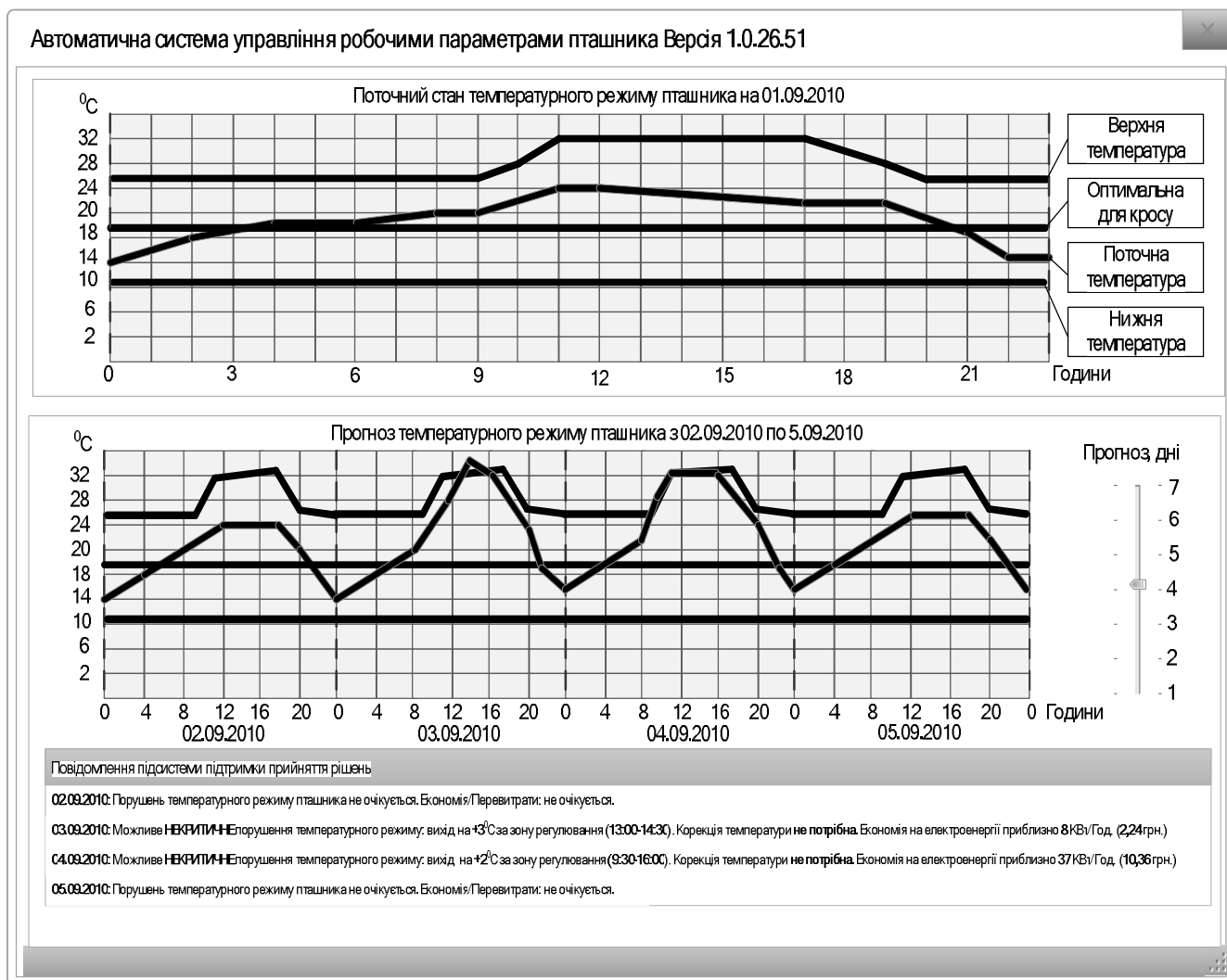


Рис. 8. Середовище підтримки прийняття рішення

У п'ятому розділі наведено аналіз результатів виробничого випробування та розрахунку економічної ефективності впровадження системи автоматизованого управління з підсистемою моніторингу та підтримки прийняття рішення. Виробниче випробування розробленої системи проводилася в комплекті з комплексом технічних засобів комп'ютерно-інтегрованої системи управління енергетичними ресурсами на птахофабриках. Цей комплекс розроблений під керівництвом професора В. П. Лисенка на кафедрі автоматики і робототехнічних систем ім. акад. І.І. Мартиненка НУБіП України. Виробнича перевірка комплексу проводилася в пташнику №4 державного підприємства "Навчально-дослідницький племінний птахівничий завод ім. Фрунзе" НУБіП України, розташований в селищі Фрунзе Сакського району АР Крим, в період з жовтня 2008 року.

За даними, одержаними у результаті моніторингу, побудовані графіки, які ілюструють зміну зовнішньої і внутрішньої температури повітря у пташнику протягом доби (рис.9). Графічна ілюстрація цих змін свідчить про те, що, не дивлячись на значні коливання зовнішньої температури повітря, температура повітря у пташнику знаходиться у межах оптимальної зони і практично не змінюється. Це дозволяє дати позитивну оцінку розробленій автоматизованій системі управління температурним режимом у пташнику.

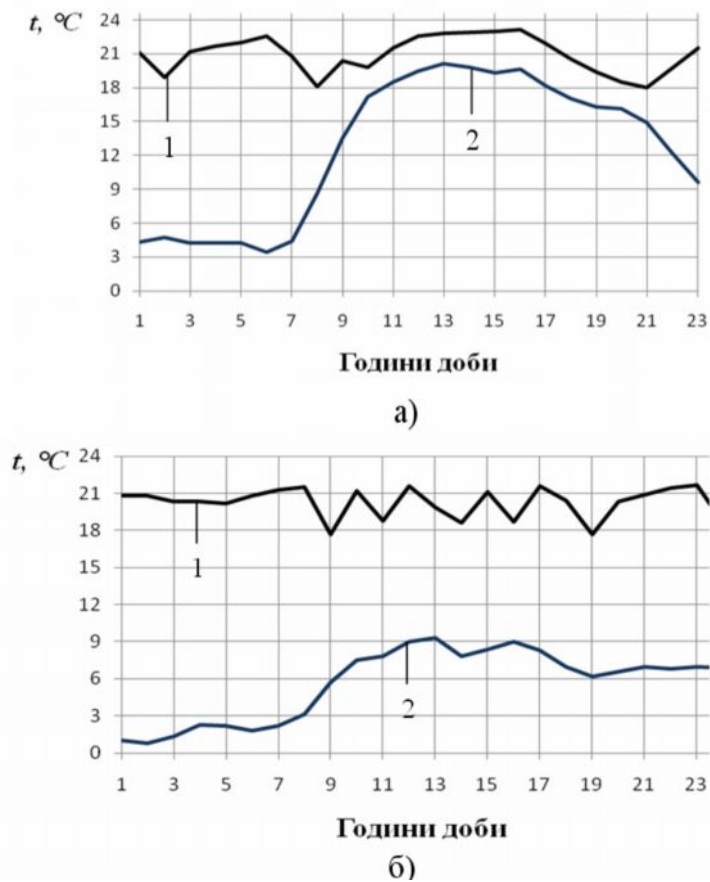


Рис. 9. Зміна температури повітря за: а) 28.09.2009 р.; б) 15.11.2009 р.
1 – внутрішня температура повітря у пташнику, °С; 2 – зовнішня температура повітря, °С.

Дані, отримані за допомогою підсистеми моніторингу, були оброблені методами математичної статистики, і представлені у таблиці.

Таблиця

Кількісні показники коливання температури в пташнику

№ п/п	Оцінюваний параметр	Дата проведення вимірів		
		01.02.09	15.02.09	01.03.09
1	Задане допустиме зниження прибутку пташника, A_R , %	0,15	0,15	0,15
2	Межі зони допустимих значень теплового режиму, $(t_1...t_2)$, $^{\circ}\text{C}$	18 – 20	18 – 20	18 – 20
3	Параметри величин температури за період виміру:			
3а	математичне очікування, m_t , $^{\circ}\text{C}$	18,6	18,7	18,5
3б	максимальне значення, $t_{n\max}$, $^{\circ}\text{C}$	19,5	19,5	19,3
3в	мінімальне значення, $t_{n\min}$, $^{\circ}\text{C}$	17,5	17,7	17,0
3г	середнє квадратичне відхилення температури відносно мат. очікування, σ_t , $^{\circ}\text{C}$	0,33	0,37	0,31
3д	коефіцієнт варіації величини температури, ν_t , %	1,75	1,98	1,68
4	Ймовірність попадання величини температури в зону допустимих значень, $P(t_1...t_2)$, %	98,23	99,00	93,32

При розрахунку економічної ефективності застосування розробленої інтелектуальної підсистеми моніторингу і підтримки прийняття рішення як ланки автоматичної системи управління енергетичними ресурсами пташника враховувалося підвищення продуктивності птиці, що досягалося, зміни кількості кормів, що витрачаються, і витрат енергії порівняно з нормативними вимогами або іншими офіційними показниками. Значення показників за нормативними вимогами бралися при цьому як базові і їм умовно привласнювалися нульові значення.

При зборі даних для визначення економічної ефективності враховувалися кількість курей в пташнику в середньому в кожному календарному місяці і загальна кількість знесених яєць за кожний календарний місяць. Ці дані порівнювалися з показниками, передбаченими нормативними вимогами. Потім підраховувалося підвищення фактичної несучості по відношенню до нормативних вимог у кожному календарному місяці. Комерційна вартість перевищення фактично знесених яєць над нормативною кількістю і становила додатковий прибуток підприємства, отриманий в результаті застосування запропонованого методу моніторингу як ланки автоматичної системи управління енергетичними ресурсами пташника.

Під час розрахунку економічної ефективності враховувалися ціни, що склалися на календарний період проведення робіт: яйця, $P_{\text{я}} = 40$ грн/дес; корми, $P_{\text{к}} = 2$ грн/кг; електроенергія, $P_{\text{е}} = 0,5846$ грн/кВт-год. Розроблена і впроваджена

інтелектуальна система управління виробництвом дозволяє збільшити економічну ефективність процесу виробництва яєць на птахофабриці, що підтверджено актом випробування системи в пташнику №4 державного підприємства "Навчально-дослідницький племінний птахівничий завод ім. Фрунзе" НУБіП України. При цьому прибуток пташника за 2009 рік за рахунок регулювання несучості курей становив 113180 грн. Додаткові витрати пташника за 2009 рік становили: на корми – 1128 грн., на електроенергію – 1359,8 грн. Додатковий річний прибуток від застосування розробленої і дослідженої системи склав 105338 грн.

ВИСНОВКИ

Дисертація присвячена вирішенню науково-технічного завдання, яке полягає у розробці інтелектуальної підсистеми системи управління виробництвом яєць на промисловій основі, що дає змогу визначити економічно доцільні параметри температурного режиму в пташнику, зменшити витрати ресурсів та регулювати несучість птиці і тим самим збільшити прибуток підприємства.

Виконані теоретичні та експериментальні дослідження дозволяють зробити такі висновки.

1. Системний аналіз пташника, як об'єкта управління, дозволив визначити, що це – складна біотехнічна і організаційно-технологічна система.

Основні тенденції розвитку сучасних систем автоматизованого управління технологічним процесом у пташнику полягають у переході до комплексного управління та забезпечення отримання максимальних прибутків, що і призводить до необхідності створення підсистеми моніторингу та підтримки прийняття рішення як інтелектуальної ланки системи автоматизованого управління параметрами ефективності роботи промислового пташника.

2. Розроблена математична модель процесу виробництва яєць на промисловій основі враховує технологію виробництва, витрати ресурсів на створення необхідної продуктивності птиці, її біологічні особливості, кон'юнктуру ринку щодо вартості ресурсів та продукції птахівництва. Для адаптації моделі до реального об'єкта, параметри якого змінюються в процесі експлуатації, запропоновано метод найменших квадратів. Відносна похибка його використання не перевищує 5%.

3. Управління процесом виробництва яєць у промисловому пташнику проводиться за критерієм мінімального відхилення від заданого прибутку. Визначення економічно ефективної зони значень температури повітря в пташнику, що враховує динаміку процесу, його технологічну, біологічну та економічну складові, дозволяє забезпечити виробництво із заданим прибутком за рахунок зменшення витрат та регулювання несучості птиці. Безпосередні дослідження на виробництві дозволили встановити, що температура повітря в пташнику на 3-4°C відхиляється від економічно доцільної температури.

4. Відповідно до розробленої структури система автоматизованого управління на основі підсистеми моніторингу та підтримки прийняття рішення побудована як розподілена ієрархічна трирівнева система керування: перший рівень – датчики і виконавчі механізми; другий рівень – програмований контролер

та його інфраструктура; третій рівень – промисловий комп'ютер, який слугує робочою станцією системи.

5. Розроблено інформаційне та програмне забезпечення системи мовою програмування C++ у середовищі Embarcadero® RAD Studio 2010 з використанням Microsoft SQL Server 2008, що забезпечує: отримання та відображення технологічних параметрів; реалізацію алгоритму обробки даних; розрахунок параметрів утримання несучок залежно від заданих параметрів прибутку; обмін інформацією та формування команд управління режимами роботи системи; ведення статистики роботи технологічного обладнання та стану технологічних процесів; аварійної сигналізації та архівування інформації; аналітичної обробки даних і підтримки прийняття рішень.

6. Розроблена і впроваджена інтелектуальна система управління виробництвом дозволяє збільшити економічну ефективність процесу виробництва продукції на птахофабриці, що підтверджено актом випробування системи в пташнику №4 державного підприємства "Навчально-дослідницький племінний птахівничий завод ім. Фрунзе" НУБіП України, розташованого в селищі Фрунзе Сакського району АР Крим. Додатковий річний прибуток від застосування розробленої і дослідженої системи склав 105338 грн.

7. Запропоновані методи побудови підсистеми моніторингу та підтримки прийняття рішення можуть бути використані для інтелектуальної підтримки не лише управлінням виробництвом яєць, а й будь-яким виробництвом продукції тваринницького походження.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Лисенко В. П. Проектування бази даних та програмного забезпечення в процесі оперативного управління пташником / В. П. Лисенко, Б. Л. Голуб // Електрифікація та автоматизація сільського господарства. – 2006. – №1(16). – С. 63–69. *(Автору належить розробка структури та методика впровадження бази даних для системи управління пташником).*

2. Розробка та дослідження автоматичного частотного сканера визначення складу колоїдних суспензій та емульсій / В. П. Лисенко, В. М. Штепа, С. М. Кобелєв, В. М. Пуха, Б. Л. Голуб // Аграрна наука і освіта. – 2008. – № 5–6 (9) – С.142–145. *(Автору належить розробка програмного забезпечення).*

3. Проектування програмної архітектури комп'ютерно-інтегрованої системи птахофабрики / В. П. Лисенко, Б. Л. Головінський, Б. Л. Голуб, В. Л. Щербатюк // Вісник аграрної науки. – 2009. – №8. – С. 58–61. *(Автору належить проектування та розробка алгоритмів і програмного забезпечення).*

4. Лисенко В. П. Загальна архітектура енергоощадної комп'ютерно-інтегрованої системи автоматичного управління умовами утримання курей-несучок / В. П. Лисенко, Б. Л. Голуб, В. Л. Щербатюк // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2009. – №139. – С. 27–31. *(Автор визначив інформаційне і програмне забезпечення підсистеми верхнього рівня енергоощадної комп'ютерно-інтегрованої системи автоматичного управління умовами утримання курей-несучок).*

5. Голуб Б. Л. Синтез інформаційно-управляючої системи приймальної комісії вищого навчального закладу на основі систематизації і формалізації інформаційних потоків / Б. Л. Голуб // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2009. – №139. – С. 126–129.

6. Голуб Б. Л. Система моніторингу та аналізу параметрів процесу утримання курей-несучок / Б. Л. Голуб, В. П. Лисенко // Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем управління організаційно-технічними комплексами : міжнар. наук.-техн. конф., 26–27 листоп. 2009 р. : тези доп. – К. : НУХТ, 2009. – С.75–76. *(Автор розробив програмне та інформаційне забезпечення системи моніторингу).*

7. Лисенко В. П. Вибір та аналіз параметрів, які використовуються у системі моніторингу показників ефективності процесу утримання курей-несучок / В. П. Лисенко, Б. Л. Голуб // Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». – Луцьк : ЛНТУ, 2010. – Вип. 27. – С.171–176. *(Автор розробив математичну модель процесу виробництва яєць у пташнику, яка враховує технологію виробництва, змінність витрат енергоресурсів на створення потрібного температурного режиму в пташнику, біологічні особливості та продуктивність птиці, кон'юнктуру ринку щодо вартості енергетичних ресурсів, кормів та продукції птахівництва, і дозволяє визначити деяку зону в осередку оптимальної температурної точки, при роботі в якій відбудеться зниження прибутку в межах заданої, зазвичай невеликої, величини).*

8. Лисенко В. П. Інформаційне забезпечення та його використання в автоматизованих системах управління птахівничими підприємствами / В. П. Лисенко, Б. Л. Голуб, В. Л. Щербатюк // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2010. – №148. – С. 28–35. *(Автор проаналізував важливість розробки структури інформаційного забезпечення та навів приклади).*

9. Лисенко В. П. Створення програмного забезпечення для промислових контролерів у системах автоматичного управління умовами утримання біооб'єктів сільськогосподарського призначення / В. П. Лисенко, Б. Л. Голуб, В. Л. Щербатюк // Біоресурси і природокористування. – 2010. – Т.2. – №1-2. – С. 117–123. *(Автору належить ідеологія розробки програмного забезпечення для промислових контролерів).*

10. Технічні засоби комп'ютерно-інтегрованої системи ефективного управління енергетичними ресурсами на птахофабриках / В. П. Лисенко, Б. Л. Головінський, В. М. Решетюк, В. М. Штепа, А. А. Руденський, Б. Л. Голуб, Д. С. Лавінський, В. М. Пуха, В. Л. Щербатюк // Біоресурси і природокористування. – 2010. – Т.2. – №3–4. – С. 111–118. *(Автору належить розробка як інформаційного, так і програмного забезпечення комп'ютерно-інтегрованої системи ефективного управління енергетичними ресурсами на птахофабриках).*

11. Динаміка показників якості процесу утримання курей-несучок / В. П. Лисенко, Б. Л. Головінський, В. М. Решетюк, Б. Л. Голуб, В. Л. Щербатюк //

Вісник аграрної науки. – 2010. – С.41–47. (*Автору належить моніторинг показів датчиків автоматизованої системи та експорт даних у середовище MS Excel*).

12. Енергоощадна система управління умовами утримання біологічних об'єктів на сільськогосподарських підприємствах промислового типу. Методичні рекомендації до розробки проектної документації на виготовлення, монтаж та експлуатацію автоматизованих систем управління параметрами мікроклімату в сільськогосподарських приміщеннях / [Лисенко В. П., Головінський Б. Л., Голуб Б. Л., Руденський А. А.]. – К.: Вид. центр НАУ, 2007. – 19 с. (*Автору належить розробка рекомендацій щодо впровадження як інформаційного, так і програмного забезпечення автоматизованих систем управління параметрами мікроклімату в сільськогосподарських приміщеннях*).

13. Рекомендації щодо побудови енергоощадних систем при промисловому виробництві сільськогосподарської продукції / [В. П. Лисенко, Б. Л. Головінський, В. М. Решетюк, Б. Л. Голуб, А. А. Руденський, В. М. Пуха, В. Л. Щербатюк]. – К. : Вид. центр НУБіП, 2010. – 28 с. (*Автору належить розробка рекомендацій щодо впровадження як інформаційного, так і програмного забезпечення енергоощадних систем при промисловому виробництві сільськогосподарської продукції*).

14. Методи і засоби сучасного автоматизованого управління : навч. посіб. / [Лисенко В. П., Головінський Б. Л., Голуб Б. Л., Руденський А. А.] – К. : Видавничий центр НАУ, 2007. – 62 с. (*Автору належить розробка методичних вказівок щодо розробки бази даних та програмного забезпечення для автоматизованої системи управління виробництвом яєць на птахофабриках*).

АНОТАЦІЯ

Голуб Белла Львівна. Автоматизоване управління параметрами ефективності роботи промислового пташника з підсистемою моніторингу та підтримки прийняття рішення. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.07 – автоматизація процесів керування. – Національний університет біоресурсів і природокористування, Київ, 2011.

Дисертація присвячена створенню інтелектуальної системи управління промисловим виробництвом продукції птахівництва, що дозволить максимізувати прибуток та мінімізувати витрати ресурсів за рахунок визначення оптимального значення температурного режиму залежно від заданих економічних показників та прогнозування економічної ситуації. Система управління поєднала в собі організаційно-економічні, біологічні та технологічні процеси в єдиний комплекс. Для знаходження економічно оптимального рішення розроблено алгоритм визначення оптимальної температури в пташнику, який враховує цінові показники продукції, кормів і енергетичних ресурсів, біологічні властивості птиці та теплофізичні властивості пташника. Дана система – система нового класу, в ній здійснюється накопичення та аналіз інформації в процесі роботи, враховуються:

зміна зовнішньої температури; кількість та продуктивність птиці; витрати ресурсів; вартість продукції, кормів, води та енергетичних ресурсів.

Ключові слова: інформаційне забезпечення, програмне забезпечення, система моніторингу, система підтримки прийняття рішень, витрати ресурсів, птахівництво, виробництво, несучість, температурний режим, продуктивність птиці, максимізація прибутку, система управління, математичне моделювання, оптимізація прибутку.

АННОТАЦІЯ

Голуб Белла Львовна. Автоматизированное управление параметрами эффективности работы промышленного птичника с подсистемой мониторинга и поддержки принятия решения. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.07 – автоматизация процессов управления. – Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, Киев, 2011.

Диссертация посвящена созданию интеллектуальной системы управления промышленным производством продукции птицеводства, которая позволит максимизировать прибыль и минимизировать затраты ресурсов за счет определения оптимального значения температурного режима в зависимости от заданных экономических показателей и прогнозирования экономической ситуации.

Система управления объединила в себе организационно-экономические, биологические и технологические процессы в единый комплекс. Для нахождения экономически оптимального решения разработан алгоритм определения оптимальной температуры в птичнике, учитывающий ценовые показатели продукции, кормов и энергетических ресурсов, биологические свойства птицы и теплофизические свойства птичника.

Данная система – система нового класса, в ней осуществляется накопление и анализ информации в процессе работы, учитываются: изменение внешней температуры, количество и производительность птицы; расход ресурсов, стоимость продукции и затраченных ресурсов.

В диссертации проведен системный анализ промышленного птичника, в результате которого было определено, что птичник – чрезвычайно сложная биотехническая и организационно-технологическая система со сложными взаимосвязями.

Для прогнозирования и управления прибылью промышленного птичника в диссертации представлена математическая модель процесса производства яиц в промышленном птичнике, которая учитывает не только технологию производства, но и изменение расходов энергоресурсов на создание необходимого температурного режима в птичнике, биологические особенности и производительность птицы, ценовую конъюнктуру рынка.

Разработанные алгоритмы обработки информации, представленные в диссертации, позволяют не только осуществлять мониторинг параметров работы птичника, но и «подсказывать» персоналу птичника оптимальные решения, приводящие к повышению эффективности производства яиц.

В соответствии со стандартом IDEFIX разработана и представлена в диссертации модель информационной базы системы: на логическом уровне – в среде программного продукта CA Erwin Data Modeler, на физическом уровне – в среде программного продукта Microsoft SQL Server 2008.

Программное обеспечение системы разработано на языке C++ в среде Embarcadero® RAD Studio 2010. Оно выполняет как функции автоматизированного управления исполнительными механизмами системы, так и функции подсистемы мониторинга и поддержки принятия решения.

Автоматизированная система управления параметрами эффективности работы птичника с подсистемой мониторинга и поддержки принятия решения представляет собой с точки зрения архитектуры трехуровневую распределенную иерархическую систему. На первом уровне этой системы находятся измерительная аппаратура, исполнительные механизмы; на втором уровне – контроллер со своей инфраструктурой; на третьем уровне – промышленный компьютер, на котором установлено информационное и программное обеспечение системы.

Представленная в диссертации разработка прошла производственные испытания. Анализ результатов испытаний был осуществлен по записям в базе данных системы. Он показал, что автоматизированная система управления параметрами эффективности работы промышленного птичника позволяет на самом деле повысить эффективность его работы. Актом производственного испытания подтверждается, что дополнительная годовая прибыль за счет внедрения системы составила 105338 грн.

Ключевые слова: информационное обеспечение, программное обеспечение, система мониторинга, система поддержки принятия решений, затраты ресурсов, птицеводство, производство, яйценоскость, температурный режим, продуктивность птицы, максимизация прибыли, система управления, математическое моделирование, оптимизация прибыли.

ABSTRACT

Golub B.L. Automated parameter control system of the efficiency of industrial chicken house with a monitoring subsystem and decision support. – Manuscript.

Thesis for the Ph.D. degree in specialty 05.13.07 – automation of control processes. – National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kiev, 2011.

The dissertation is devoted to creating an intellectual system for production control of poultry products, which allows maximizing profit and minimizing the costs of resources by determining the optimal value of temperature depending on the set of economic characteristics and forecasting the economic situation.

Control system combined the organizational-economic, biological and technological processes in a single complex. To find the economically optimal solutions has been developed an algorithm for determining the optimal temperature in the house, taking into account the price indices of products, feed and energy resources, biological properties and thermal properties of poultry housing.

This system – the system of the new class, it provides the accumulation and analysis of information in the technological process, the following parameters are taken into account: changes in environment temperature, the quantity and productivity of poultry, consumption of resources, cost of production, feed, water and energy resources.

Key words: information, software, system monitoring, decision support system, resource costs, poultry production, egg production, temperature control, hens productivity, profit maximization, the control system, mathematical modeling, optimization of profit.

Підп. до друку __.__.2011. Формат 60×90¹/16. Папір офсетний.
Ум. друк. арк. 0,9. Обл.- вид. арк. 0,9. Тираж 100 пр. Зам. ____.

Видання та друк – Національний науковий центр “Інститут аграрної економіки”
03680, м. Київ-680, вул. Героїв оборони, 10.

Свідоцтво суб’єкта видавничої справи ДК № 2065 від 18.01.2005 р.

