

## **АНАЛІЗ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПОТОКІВ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ РОБОТОЮ ПРОМИСЛОВОГО ПТАШНИКА**

*У статті досліджено інформаційні потоки системи автоматизованого управління роботою промислового пташника. Дослідження засновані на практичному завданні, що виконував колектив Національного університету біоресурсів і природокористування України при розробці науково-дослідної теми «Розробка комп'ютерно-інтегрованої системи ефективного управління енергетичними ресурсами на птахофабриках» (номер державної реєстрації № 0108U001969). В процесі цього завдання була створена та впроваджена у виробництво система автоматизованого управління мікрокліматом у промисловому пташнику. В ході створення системи були проаналізовані та змодельовані інформаційні потоки, що дало змогу розробити ефективну систему управління з підсистемою моніторингу та підтримки прийняття рішень, яка суттєво має підвищити прибутковість підприємства.*

*Ключеві слова: промисловий пташник, автоматизована система, ієрархічна система керування, потоки даних, імітаційна модель, база даних, сховище даних, OLAP технології*

Особливістю сучасних автоматизованих систем управління технологічними процесами і виробництвами є використання великих обсягів інформації, яка використовується як у режимі реального часу для прийняття миттєвих рішень та контролю за роботою системи, так і для аналізу і статистичної обробки даних та вироблення нових стратегій роботи системи [1].

Проаналізувавши можливі структури таких систем, дійшли до висновку, що автоматизована система управління роботою промислового пташника будується найчастіше як розподілена ієрархічна трирівнева система керування: 1-й рівень – датчики і виконавчі механізми; 2-й рівень – програмувальний контролер, підсилювачі частоти та шафа комутації; 3-й рівень – промисловий комп'ютер, який слугує робочою станцією системи. Для швидкого доступу до інформації, яка характеризує роботу системи в цілому, доцільно використання окремого комп'ютера (сервера) в адміністративному приміщенні промислового пташника. Особливо це важливо, якщо у птахівничому господарстві є декілька пташників. У цьому випадку робочою станцією може слугувати промисловий контролер, який розташовується у приміщенні окремого пташника, а промисловий комп'ютер буде виконувати роль сервера і розташовуватися у приміщенні адміністрації пташника.

У такій системі інформація надходить, накопичується і довгостроково зберігається у базі даних, яка розташована на комп'ютері, що по суті є центром управління промисловим пташником. Усі інформаційні потоки так чи інакше поєднані з базою даних, і для вирішення задач, що пов'язані як із процесом управління, так із процесом моніторингу, використовується єдина база даних. Отримана інформація може також використовуватися і для аналізу даних з метою оптимізації процесу управління.

Кафедрою автоматики і робототехнічних систем ім. акад. І.І.Мартиненка Національного університету біоресурсів і природокористування (НУБіП) України ведеться розробка комп'ютерно-інтегрованої системи ефективного управління енергетичними ресурсами на птахофабриках під керівництвом професора Лисенка В.П. У пташнику №4 державного підприємства "Навчально-дослідний племянний птахівничий завод ім. Фрунзе" Національного університету біоресурсів і природокористування (ДП "НД ППЗ ім. Фрунзе" НУБіП України) впроваджена експериментальна система автоматизованого управління параметрами мікроклімату [2, 3]. Ця система передбачає *вимірювання* температури двома внутрішніми і одним зовнішнім датчиками та вологості повітря у пташнику, *контроль* за витратами електроенергії, кормів, води, *моніторинг роботи* виконавчих механізмів, *формування стратегій управління* на верхньому рівні та передачу їх у пам'ять контролера (нижній рівень). Для керування мікрокліматом у пташнику

використовуються вентилятори та заслінки, що управляються сервомоторами. Беручи за основу саме цю систему, була розроблена схема інформаційних потоків даних, що зображена на рис. 1.

На схемі інформаційними потоками поєднані технічні пристрої та програмні модулі.

Технічні пристрої можуть бути інші, програмні модулі можуть бути реалізовані за різними алгоритмами, але загальна схема за суттю змінюватися не буде.

Для реалізації надходження інформації до бази даних використовується «Комунікаційний модуль», який зв'яже інформаційні потоки, що надходять від контролера (інформація від датчиків) з базою даних, та, навпаки, той самий модуль забезпечує передачу інформації з бази даних контролеру. Організаційно цей модуль складається з двох частин: одна частина встановлюється на комп'ютер, а друга – на програмувальний контролер. Робота цього модуля не допускає втручання оператора пташника. Вона повністю управляється таймером.

Потік даних формується відповідно протоколу обміну даними між цими пристроями, який, у свою чергу, визначається розробниками системи, та враховує усі нюанси конкретної системи автоматизації [4]. Нами був розроблений протокол обміну даними між комп'ютером та контролером, який і реалізує зв'язок між ними. Відповідно цього протоколу комп'ютер та контролер обмінюються командами. Комп'ютер є головним, і саме він ініціює отримання інформації від контролера. Команда, яка надсилається комп'ютером, починається із символу @ (комерційне at). Команда, яка надсилається контролером у відповідь, починається із символу ! (знак оклику). Кожна команда завершується комбінацією символів \r. Команди пронумеровані та можуть мати параметри. Виконання команд контролюється кодами повернення – деякими числовими значеннями. У базі даних зберігається розшифровка кожного передбаченого коду повернення. Код повернення 0 завжди означає успішне виконання поточної команди, а 1 помилку при виконанні поточної команди. Перелік команд та їхнє призначення наведено в [5].

«Модуль вибору стратегії управління» призначений для прийняття рішення щодо оптимальної стратегії управління параметрами мікрокліматом у пташнику [6]. Для цього він також використовує інформацію бази даних та передає вибрану стратегію управління контролеру, який відповідно цій стратегії передає управляючі сигнали на виконавчі механізми. Вибір стратегії управління може базуватися на різних критеріях та алгоритмах. У теперішній час затребуваною є автоматизована система управління, яка виробляє оптимальні стратегії управління, орієнтуючись на максимізацію прибутку пташнику в цілому. Для цього замало інформації, яка зчитується з датчиків системи. Передбачається отримання цінкових показників кінцевої продукції пташника і ресурсів, необхідних для утримання птиці, та збереження їх у базі даних. Крім того, алгоритми вибору оптимальної стратегії управління мікрокліматом у пташнику передбачають отримання інформації щодо прогнозу температурних показників на декілька днів уперед. Це також вимагає як реалізації введення прогнозу погоди, отриманої з Гідрометцентру, так і можливості збереження прогнозу погоди у базі даних. З організаційної точки зору цей модуль розташований повністю на комп'ютері, який слугує робочою станцією системи. За необхідністю, якщо це вимагає алгоритм вибору стратегії управління, оператор пташника вводить відповідну інформацію. Інтерфейс введення реалізується функціями цього модуля.

«Адміністративний модуль» призначений для отримання інформації, яка збережена у базі даних, задля оперативного контролю параметрів утримання та функціонування системи в цілому. У розробленому модулі передбачається можливість отримання не лише оперативної інформації, а також інформації за будь-який попередній часовий період. Інформація подається у табличному або графічному вигляді. Це єдиний модуль, який не передбачає внесення змін до бази даних. Організаційно він має бути розташований на комп'ютері, який слугує робочою станцією. Оператор пташника має можливість увесь час стежити за роботою системи, оскільки цей модуль у зручному вигляді виводить на екран комп'ютера усі робочі характеристики процесу утримання птиці. Він також може отримати інформацію, яка його цікавить, за попередній період, вказуючи часовий інтервал та параметри, які необхідно показати.

«Аналітичний модуль» призначений суто для використання адміністрацією пташника. Він розроблюється для вироблення рекомендацій щодо оптимізації витрат ресурсів та прибутку, на базі яких адміністрацією пташника приймається остаточне рішення. Цей модуль використовує інформацію, накопичену у базі даних, та заносить до бази даних рекомендації або прийняті рішення [7]. Організаційно він має бути розташований на комп'ютері, який слугує сервером, і має бути доступним лише адміністрації пташника. Дуже важливо, що у подальшому для системи може бути побудоване сховище даних для використання OLAP – технологій. OLAP (online analytical

processing, аналітична обробка в реальному часі) – це технологія обробки даних, що дозволяє швидко отримувати відповіді на багатовимірні аналітичні запити [8,9,10]. OLAP є частиною такого ширшого поняття, як бізнес-аналітика, реляційна звітність та добування даних (спосіб аналізу інформації в базі даних з метою відшукування аномалій та тенденцій без з'ясування смислового значення записів).

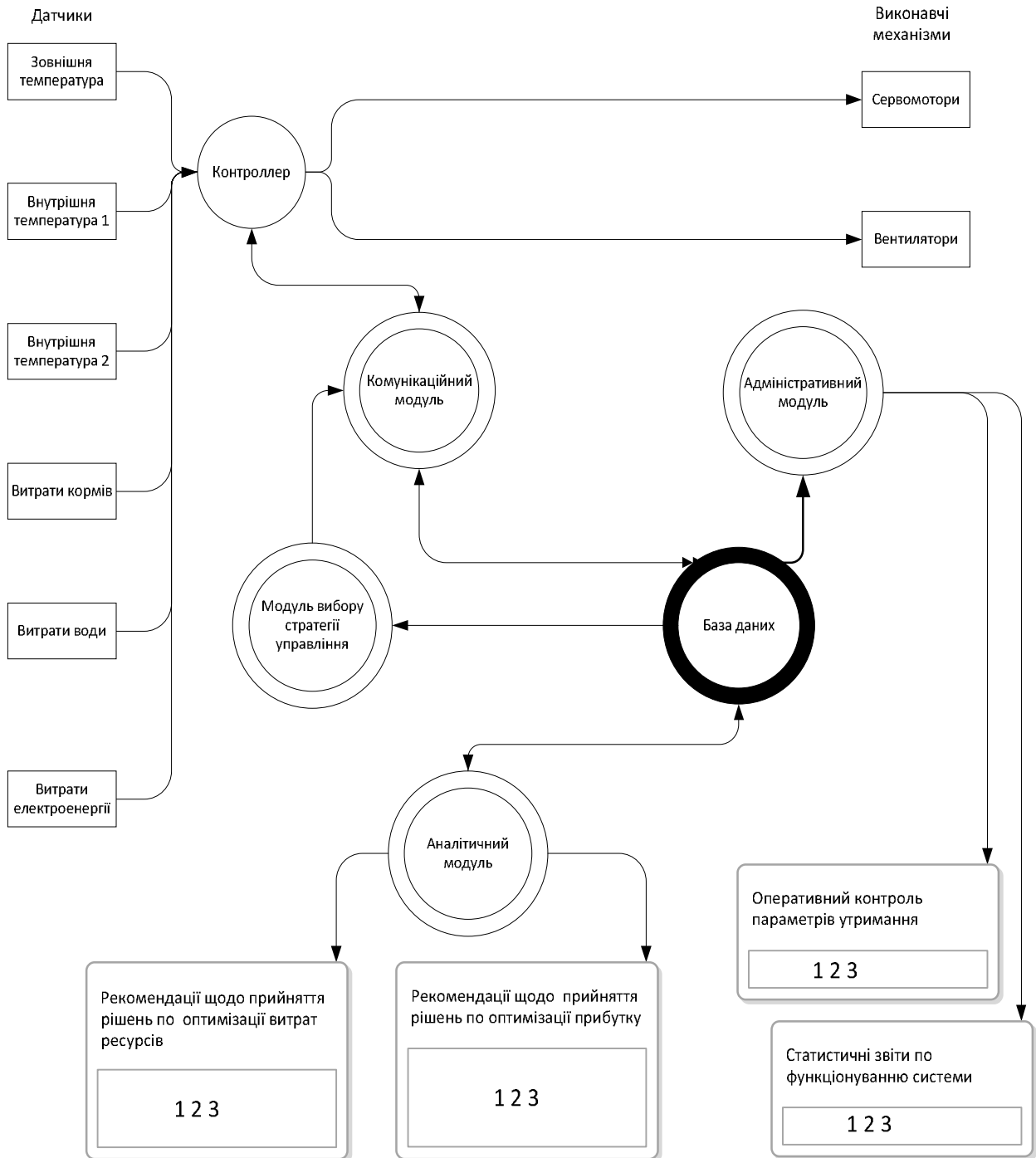


Рис. 1. Інформаційні потоки даних

Для тестування працездатності побудованої системи проведено імітаційне моделювання в середовищі пакету MATLAB у підсистемі Simulink, яке дозволяє побудувати та протестувати різні конфігурації програмної частини перед проектуванням та створенням системи і до впровадження її у виробництво. Для дослідження роботи системи побудована імітаційна модель (див. рис.2) з використанням аперіодичних ланок першого порядку.

Моделювання починається з імітації сигналів, що надходять від апаратної частини комплексу: значення температури, вологості, витрат ресурсів (вода, електроенергія та корми). Для цього використовуємо послідовний порт комп'ютера. На послідовний порт за допомогою програмного емулятора подається послідовність даних, які імітують сеанс взаємодії комп'ютера з контролером. Емулятор здатний виконувати команди комп'ютера так, як це робить контролер, і передавати всі необхідні дані. Імітуються дані зовнішньої температури, внутрішньої температури, відносної вологості, витрат води, електроенергії, кормів, стан вентиляторів та заслінок.

Потік даних, отриманий з послідовного порту за допомогою **Communication Module**, роз'єднується на окремі складові, після чого підсистема **Input Data Validation** перевіряє отримані дані на достовірність. Явно недостовірні дані (які скоріше за все виникають в результаті виникнення перешкод у магістралях зв'язку через електричні та магнітні поля у виробничому середовищі) відкидаються, і запит даних повторюється. Достовірні дані направляються на зберігання до бази даних для подальшої обробки.

**Data Analyzer Subsystem** отримує дані з бази даних та виконує попередній аналіз. Частину даних, які потребують невідкладної візуалізації чи реагування, **Data Analyzer Subsystem** відправляє до підсистеми **Operative status Subsystem**. **Operative status Subsystem** готує дані для візуалізації і відображає їх у вигляді таблиць, діаграм, графіків.

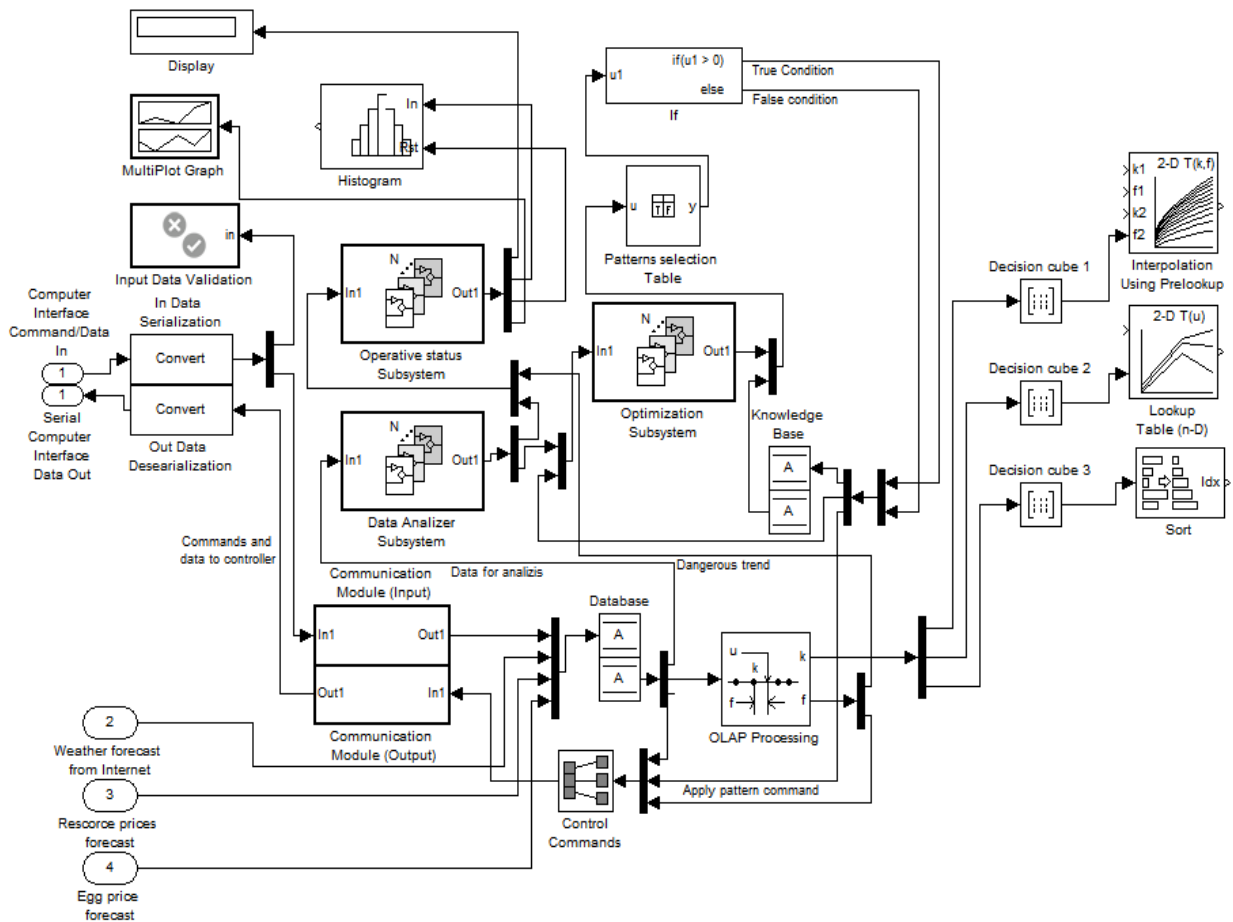


Рис.2. Імітаційна модель

Обробку даних для вироблення команд керування технологічним об'єктом здійснює **Optimization Subsystem**. За результатами аналізу в підсистемі **Patterns selection Table** виконується пошук готових стратегій управління в базі знань **Knowledge Base** шляхом розпізнавання образів. Якщо потрібна стратегія знайдена і має статус «вдалої», вона використовується як поточна стратегія управління шляхом передачі її у підсистему **Control Commands** для генерації команд управління на її основі. Якщо стратегія управління не знайдена у базі знань, то вона розраховується (або, у випадку «невдалої» стратегії, уточнюється) і передається у підсистему **Control Commands** для генерації команд управління. Параметри технологічного об'єкту постійно контролюються, і якщо розрахована або уточнена стратегія не дозволяє

забезпечити задані параметри процесу, знову уточнюється. Таким чином, за кілька ітерацій стратегія або набуває статус «вдалої», або система не може забезпечити задані параметри технологічного процесу, і генерується аварійна ситуація, яка потребує втручання людини.

Програмна частина системи здатна також забезпечувати підтримку прийняття рішень для оптимізації процесів виробництва. Дані з бази даних **Database** отримує підсистема **OLAP Processing**, яка перетворює дані з таблиць бази даних у вигляд, потрібний для сховища даних. Сховище даних, вже сформоване для OLAP, використовує багатовимірні моделі даних, що дозволяє виконувати складні аналітичні та спеціалізовані запити за короткий проміжок часу. Підсистема **OLAP Processing** може виявляти небезпечні тенденції у технологічному процесі (як то різкі зміни температури, витрат ресурсів тощо) і передавати цю інформацію підсистемі **Control Commands** для генерації команд невідкладного реагування на ситуацію та інформування оператора.

### Висновки

1. Сучасні автоматизовані системи управління технологією виробництва продукції, зокрема, сільськогосподарського призначення, побудовані як багаторівневі ієрархічні системи, які, зазвичай, у процесі функціонування мають оброблювати велику кількість інформації. Для ефективного управління потоками інформації необхідні ретельний аналіз і моделювання інформаційної моделі та інформаційних потоків автоматизованих систем управління.

2. Використання промислового комп'ютера у системах автоматизації управління дозволяє централізовано зберігати інформацію, необхідну для роботи системи. Ця інформація має бути збережена в реляційній базі даних, на основі якої може бути створено сховище даних.

3. Запропонована схема інформаційних потоків дозволила пов'язати між собою технічні і програмні елементи системи.

4. На базі розробленої схеми інформаційних потоків побудована імітаційна модель інформаційного та програмного забезпечення системи, яка була успішно протестована у підсистемі Simulink пакету MatLab. Імітаційна модель може стати основою для проектування будь-якої автоматизованої системи управління технологією виробництва продукції сільськогосподарського призначення.

1. Методи і засоби сучасного автоматизованого управління: навчальний посібник / [Лисенко В. П., Головінський Б. Л., Голуб Б. Л., Руденський А. А.] – К.: Видавничий центр НАУ, 2007. – 62 с.
2. 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.: Видавничий центр НАУ, 2007. – 19 с.
3. Рекомендації щодо побудови енергоощадних систем при промисловому виробництві сільськогосподарської продукції / [Лисенко В. П., Головінський Б. Л., Голуб Б. Л. та ін.] / – К.: Видавничий центр НУБіП, 2010. – 28 с.
4. Лисенко В. П. Моделювання технологічних процесів у тваринництві: методичні вказівки / Лисенко В. П., Кузьменко Б. В., Касаткін Д. Ю. – К.: НАУ, 2002. – 54с.
5. Лисенко В. П. Проектування програмної архітектури комп'ютерно-інтегрованої системи птахофабрики / Лисенко В. П., Головінський Б. Л., Голуб Б. Л., Щербатюк В. Л. // Вісник аграрної науки. – 2009. – №8. – С. 58–61.
6. Лисенко В. П. Інформаційне забезпечення та його використання в автоматизованих системах управління птахівничими підприємствами / Лисенко В. П., Голуб Б. Л., Щербатюк В. Л. // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2010. – №148. – С. 28–35.
7. Гектор Гарсиа-Молина. Системы баз данных / Гектор Гарсиа-Молина, Джеффри Д. Ульман, Дженнифер Видом. – М., Спб., К.: «Издательский дом ВИЛЬЯМС», 2003. – 1088 с.
8. Дьяконов В. П. Справочник по применению системы PC MatLAB / Дьяконов В. П. – М.: Физматлит, 1993. – 112 с.

*Луцьк, 2011. Випуск №3*

9. Перминов Г. И. Хранилища данных / Г.И. Перминов. – Интернет-университет информационных технологий. – ИНТУИТ.ру, 2009. – 200 с.
10. Туманов В. Е. Проектирование хранилищ данных для систем бизнес-аналитики / В. Е. Туманов // Интернет-университет информационных технологий. – ИНТУИТ.ру, БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 615 с.