

КІРОВОГРАДСЬКИЙ ІНСТИТУТ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО МАШИНОБУДУВАННЯ

На правах рукопису

СМІРНОВ Володимир Вікторович

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ
ВАГИ РУХОМИХ БІОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Спеціальність 05.13.07 «Автоматизація технологічних
процесів та виробництв»

Автореферат дисертації на здобуття
наукового ступеня
кандидата технічних наук

Кіровоград 1996

ЛННБ України ім.В.Стефаника



00739791 (-)

ДВ. 35.901

Дисертація є рукопис

Робота виконана в Кіровоградському інституті сільськогосподарського машинобудування.

Науковий керівник: кандидат технічних наук, доцент
Пащенко Василь Федорович.

Науковий консультант: академік, доктор технічних наук, професор
Носов Григорій Романович.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Руденко Микола Сергійович;
кандидат технічних наук, доцент
Баранюк Олександр Філімонович.

Провідна організація: науково-виробниче об'єднання «СЕЛТА»,
м. Симферополь.

Захист відбудеться «22» листопада 1996 р. о 12 годині.
на засіданні спеціалізованої вченої ради К 13.01.02 в Кіровоградському
інституті сільськогосподарського машинобудування за адресою:
316050, м.Кіровоград, пр. Правди, 70-А.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Кіровоградського
інституту сільськогосподарського машинобудування за адресою:
316050, м.Кіровоград, пр. Правди, 70-А.

Автореферат розісланий «19» грудня 1996 р.

Вчений секретар спеціалізованої
вченої ради, кандидат
технічних наук, доцент

Каліч В. М.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Для підвищення ефективності господарювання у галузі м'ясо-молочного виробництва необхідна вірогідна інформація про стан м'ясо-молочного стада у господарстві, дані статистичного аналізу процесу відгодовування тварин для виявлення хворих та неперспективних осіб на ранніх стадіях, а також кваліфіковані рекомендації по складанню раціону, оптимального як для всього стада, так і для окремої особи. У теперішній час отримання такої інформації є працемістким процесом. Як правило, отримана інформація не є оперативною і не завжди адекватно освітлює фізичний стан як окремої тварини, так і м'ясного або молочного стада в цілому. Рішення, прийняті на підставі цієї інформації, не завжди приносять очікуваний ефект.

Однак, така інформація може бути отримана шляхом систематичного зважування тварин, зміна ваги яких, за визначений проміжок часу, і є підставою для прийняття відповідних рішень і дій, спрямованих на досягнення кращих результатів з найменшими витратами і втратами.

Існуючі ваговимірювальні пристрої не здатні у повній мірі забезпечити оперативність інформації з високим ступенем вірогідності. Наявні маханічні статичні ваговимірювальні пристрої не дозволяють виконувати зважування тварин з достатньою точністю, оперативністю та пропускну здатністю, з усіма витікаючими з цієї обставини наслідками. Більш того, сам процес зважування, що полягає у примусовому силовому вилученні тварини із звичного середовища і поміщення її у замкнений простір (клітку або манеж, в залежності від конструкції ваговимірювального пристрою), завдає тварині шкоду, що є наслідком перенесеного стресу, що неухильно тягне за собою зниження продуктивності молоко-віддачі і зниження норми добового приросту ваги при відгодовуванні.

Альтернативою традиційному процесу зважування є застосування сучасних ваговимірювальних систем, що мають за основу досягнення в галузі мікропроцесорної техніки і сучасні технології обробки даних. Розробка динамічних ваговимірювальних систем, що дозволяють виконувати зважування біологічного об'єкту під час руху, технічними характеристиками, забезпечуючими високу точність зважування, велику пропускну здатність, і можливість статистичної обробки інформації, є однією з актуальних задач сьогодення.

Мета дослідження. Задача розробки і реалізації автоматизованої системи, для визначення ваги рухомих біологічних об'єктів, визначила мету і напрямки досліджень. Для досягнення поставленої мети вирішено наступні задачі:

1. Проведено дослідження динаміки процесу пересування біологічного об'єкту по вимірювальній платформі. На основі результатів досліджень розроблена структурна і функціональна схеми ваговимірювальної системи.

2. Проведено дослідження впливу динаміки процесу на передатні характеристики силوپриймальних елементів, з метою виявлення виникаючих в них динамічних похибок.

3. Виконана оцінка ефективності використання цифрових і аналогових фільтрів у ваговимірювальній системі.

4. Проведено дослідження процесу виникнення динамічної перешкоди з метою отримання додаткової інформації про об'єкт зважування. На основі результатів досліджень розроблено метод обробки інформації про вагу рухомого біологічного об'єкта.

5. Проведено дослідження впливу різних дестабілізуючих факторів на вимірювальну систему. На основі аналізу отриманих теоретичних і експериментальних досліджень розроблена принципова схема ваговимірювальна система.

6. Розроблено алгоритм функціонування ваговимірювальної системи, який реалізує метод обробки інформації про вагу рухомого біологічного об'єкта, системне і прикладне програмне забезпечення. Розроблена конструкція ваговимірювальної системи з урахуванням умов експлуатації, проведені господарчі випробування, викладені рекомендації по застосуванню та інтеграції ваговимірювальної системи як об'єкту в макросистему сільськогосподарського виробництва.

Об'єкт дослідження. Динаміка процесу пересування тварини у вимірювальній платформі, процес формування динамічної перешкоди, її вплив на результат вимірювання.

Методи дослідження. Теоретичні дослідження базуються на фундаментальних законах фізики, теоретичної механіки, основних положеннях об'єктно-орієнтованого аналізу і проектування.

Моделювання процесів виконувались із застосуванням науково-технічних досягнень у галузі електроніки, комп'ютерної техніки і технологій обробки даних.

Експериментальні дослідження проводились за допомогою серійних вимірювальних пристроїв з використанням спеціальних експериментальних установок.

Наукова новизна. Досліджений процес пересування тварини як біологічного об'єкту, динаміка тангенціального і повздовжнього вісьового переміщення центру мас, процес формування динамічної перешкоди, адекватно освітлений у математичній моделі.

Розроблений метод визначення ваги рухомого біологічного об'єкта, оснований на оптимізації ширини вікна спостереження, реалізуючий основні положення закону Ньютона про суму моментів імпульсів у замкнутій системі тіл.

Розроблений алгоритм функціонування ваговимірювальної системи на основі об'єктно-орієнтованого підходу до проектування інтелектуальних систем.

Розроблена структура ваговимірювальної системи, як системи об'єктів, яка поєднує біологічний об'єкт, ваговимірювальний пристрій і людину у єдину макросистему сільськогосподарського виробництва. Запропоновані і реалізовані нові рішення по компенсації похибок силосприймальних датчиків, викликаних несиметричністю вісей деформації пружних елементів.

Практична цінність. Реалізація методу визначення ваги рухомих біологічних об'єктів без їх фіксації на вимірювальній платформі. Застосування об'єктно-орієнтованого підходу до проектування систем дозволило розглядати структуру ваговимірювальної системи як ієрархічну систему об'єктів, що саморегулюються. Створена ваговимірювальна система, яка дозволяє вимірювати вагу рухомих біологічних об'єктів у переривчастому потоці без їх травмування.

Розроблена інструментальна макромова середовища мови Асемблер дозволяє значно скоротити час на програмування пристрою керування ваговимірювальної системи.

Використання сучасних мікропроцесорних засобів і технології обробки даних дозволяє отримувати оперативну і точну інформацію про стан м'ясо-молочного поголів'я в господарстві. Розроблені програмно-технічні рішення реалізації вузлів ваговимірювальної системи дозволили підвищити її «живучість» в тяжких умовах експлуатації.

Реалізація результатів роботи. Результати дисертаційної роботи використані при виконанні НДДКР по проблемі «Створити машини, прилади, обладнання для механізації та автоматизації племінної роботи з ВРХ і конями (тема 06.01). Автоматизована система впровадженна на фермі дослідного господарства НВО «СЕЛТА». Результат дисертації використовуються в учбовому процесі на кафедрі «Автоматизація виробничих процесів» КІСМу.

Апробація роботи. Основні положення і результати роботи були заслухані і обговорені на XXIII науково-технічній конференції викладачів, аспірантів і співробітників інституту у 1991 році в КІСМі, на науково-технічній конференції «Проблеми конструювання і технологій виробництва сільськогосподарських машин» в 1991 році в КІСМі, на XXIV

науково-технічній конференції викладачів, аспірантів і співробітників інституту у 1992 році в КІСМі, на XXV науково-технічній конференції викладачів, аспірантів і співробітників інституту у 1993 році у КІСМі, на Міжнародній науково-технічній конференції з питань розвитку механізації, електрифікації та автоматизації сільськогосподарського виробництва в умовах ринкових відношень (Глеваха, 1994 р.), на XXVI науково-технічній конференції викладачів, аспірантів і співробітників інституту у 1995 році в КІСМі, на II Всеукраїнській науково-технічній конференції «Статистична інформація, методи її аналізу і комп'ютерна техніка», 1995 р., м. Кіровоград.

На захист виносяться:

1. Структура ваговимірювальної системи, як система об'єктів, яка поєднує біологічний об'єкт, ваговимірювальний пристрій і людину у єдину макросистему сільськогосподарського виробництва.

2. Метод визначення ваги біологічного об'єкту, що рухається без його фіксації на ваговимірювальній платформі, заснований на оптимізації ширини вікна спостереження.

3. Алгоритм функціонування ваговимірювальної системи, який реалізує метод оптимізації ширини вікна спостереження.

4. Спеціалізована макромова для програмування пристроїв керування вимірювальних систем.

5. Методи по компенсації похибок тензодатчиків сили (ТДС), які виникають в процесі експлуатації ваговимірювальної системи, дозволяють спростити схему ваговимірювальної системи.

6. Зв'язуючий системний інтерфейс, що самоадаптується, який дозволяє знизити ймовірність виникнення помилок при передачі інформації в умовах зміни параметрів лінії зв'язку.

Конкретний особистий внесок. Досліджена динаміка пересування біологічного об'єкта по вимірювальній платформі. Процес формування динамічної перешкоди адекватно висвітлений у математичній моделі процесу. Розроблено метод визначення ваги біологічного об'єкта, що рухається, в умовах впливу динамічної перешкоди на результат вимірювання. Розроблена структурна схема ваговимірювальної системи, як ієрархічна система об'єктів, що саморегулюється. Розроблена спеціалізована макромова в середовищі мови Ассемблер для програмування пристрою керування ваговимірювальної системи. Загальна частка участі в опублікованих у співавторстві роботах складає 40-70%, в авторських свідоцтвах — 20-50%.

Публікації. Основні положення дисертації опубліковані в 8 роботах.

Об'єм і структура роботи. Дисертаційна робота складається з вступу, п'яти розділів, висновків і пропозицій, списку літератури, який нараховує 112 найменувань і додатків. Загальний об'єм дисертації 193 сторінки, в т. ч. 4 таблиці, 101 рисунок.

ЗМІСТ РОБОТИ

Вступ. Обгрунтована актуальність роботи, викладені основні положення, які виносяться на захист.

Розділ 1. «Стан питання і задачі дослідження». Наведено огляд структурних і кінематичних схем існуючих ваговимірювальних пристроїв. Запропонована модель для побудови структурної схеми ваговимірювальної системи: Аналіз процесу зважування рухомих механічних об'єктів показав, що існує проблема визначення точної ваги об'єкта, зумовлена наявністю динамічної перешкоди, яка може досягати значення 30% від ваги рухомого механічного об'єкту. Механізм виникнення динамічної перешкоди вивчено, аналіз показав, що основну її компоненту, на рівні 1-ї гармоніки, формують пружні механічні коливання ресор об'єкта. Динамічна перешкода має характер періодичних гармонійних згасаючих коливань, який може бути виражений функцією сіносу. Дана обставина є основою для використання методів її пригнічення. В розділі наведено аналіз методів пригнічення динамічної перешкоди при зважуванні рухомих механічних об'єктів. Однак принципова відзнака способів пересування механічних і біологічних об'єктів передбачає і різний механізм формування динамічної перешкоди, а саме: процес пересування біологічного об'єкта зумовлений дискретним процесом втрати і відновлення рівноваги з переміщенням центру маси об'єкта з однієї точки простору в іншу, на відзнаку від лінійного поступового руху механічного транспортного засобу. Аналіз існуючих методів пригнічення динамічної перешкоди при зважуванні рухомих механічних об'єктів показав, що пряме використання цих методів при зважуванні рухомих механічних об'єктів неефективне, оскільки негармонійну, неперіодичну динамічну перешкоду неможливо пригнітити, не вносячи викривлення і похибки в корисний сигнал. Розглянута відповідність існуючих пристроїв визначення ваги до сучасних вимог, поставлені задачі і напрямки досліджень.

Розділ 2. «Дослідження динаміки процесу зважування рухомих біологічних об'єктів, аналіз причин виникнення похибок у функціональних вузлах ваговимірювальних пристроїв». Дослідження динаміки процесу формування динамічної перешкоди стає можливим після моделювання кінематики процесу в замкненій системі об'єктів: біологічний об'єкт — вимірювальна платформа. Оскільки поведінка біологічного об'єкта на

вимірювальній платформі непередбачена, а поведінка вимірювальної платформи детермінована, то система координат XOY вимірювальної платформи була прийнята нерухомою, а система координат $X'O'Y'$ біологічного об'єкта — рухомою відносно системи координат вимірювальної платформи (рис.2.1.):

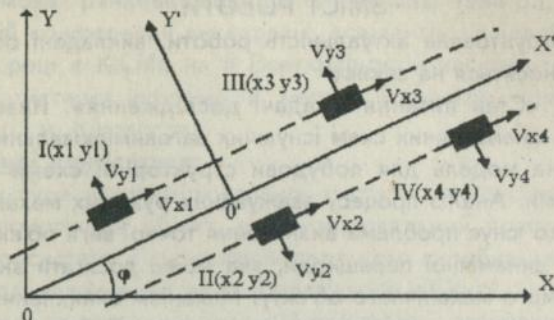


Рис. 2.1. Система координат замкнутої системи об'єктів.

При цьому були визначені умови, при виконанні яких можна вивести закон тангенційного переміщення центру маси:

$$\begin{aligned}
 \text{I} \begin{cases} V_{x1} \cos \varphi - V_{y1} \sin \varphi = 0 \\ V_{y1} \sin \varphi - V_{x1} \cos \varphi = 0 \end{cases} & \quad \text{II} \begin{cases} V_{x2} \cos \varphi - V_{y2} \sin \varphi = 0 \\ V_{y2} \sin \varphi - V_{x2} \cos \varphi = 0 \end{cases} & (2.1) \\
 \text{III} \begin{cases} V_{x3} \cos \varphi - V_{y3} \sin \varphi = 0 \\ V_{y3} \sin \varphi - V_{x3} \cos \varphi = 0 \end{cases} & \quad \text{IV} \begin{cases} V_{x4} \cos \varphi - V_{y4} \sin \varphi = 0 \\ V_{y4} \sin \varphi - V_{x4} \cos \varphi = 0 \end{cases}
 \end{aligned}$$

де I, II, III, IV — точки опори рухомого біологічного об'єкта на вимірювальній платформі;

V_{x_i} , V_{y_i} — миттєві швидкості точок опори у момент переносу центру маси;

φ — кут нахилу вісі X' рухомої системи координат $X'O'Y'$ відносно вісі X нерухомої системи XOY . При дотриманні умов (2.1) закон тангенційного переміщення центру маси має вигляд:

$$Y = a \sin \omega t \quad (2.2)$$

де a — амплітуда коливань центру маси в системі координат вимірювальної платформи;

ω — частота тангенційного переносу центра маси через координату X' .

При пересуванні біологічний об'єкт дискретно переносить центр маси вздовж вісі напрямку руху (координата X' рухомої системи координат). При цьому, в момент поставлення кінцівки на опору, виникає динамічний удар, що є причиною виникнення другої компоненти динамічної перешкоди. Розбивши процес пересування біологічного об'єкта на чотири фази, можна визначити, що динамічний удар виникає в момент тангенційного переносу центра маси через координату X' рухомої системи координат $X'O'Y'$ і формує перешкоду, умовно приведену до вигляду:

$$Y_{ду} = \alpha \sin \beta t \quad (2.3)$$

де α — амплітуда динамічного удару;

β — частота динамічних ударів.

Оскільки процеси тангенційного і повздовжнього вісьового переміщення центру маси є взаємно строго синхронними, то закон формування сумарної динамічної перешкоди має вигляд:

$$Y_{дп} = a \sin \omega t + \alpha \sin \beta t \quad (2.4)$$

Для проведення експериментальних досліджень було проведено розрахунок оптимальних параметрів ваговимірювальної платформи. На основі розрахункових даних була виготовлена ваговимірювальна платформа, оснащена силоприймальними елементами, блоком електроніки і серійною вимірювальною апаратурою. Біологічний об'єкт пересувався по вимірювальній платформі і результати вимірювань фіксувалися координатографом Н3031 і цифровим вольтметром В7-20. Аналіз результатів експериментальних досліджень показав, що вони з достатньою точністю відповідають теоретичним дослідженням динаміки процесу пересування біологічного об'єкта і процесу формування динамічної перешкоди.

Застосування об'єктно-орієнтованого підходу до проектування систем передбачає, що об'єкти і системи управляються повідомленнями, де повідомленнями являються як вхідна інформація (дані), сигнали стану (статус), так і керуючі сигнали старших об'єктів ієрархії системи. В цьому випадку поведінка системи може бути виражена співвідношенням:

$$Y = T(x) \quad (2.5)$$

Це співвідношення зв'язує вхідні повідомлення X і реакції Y системи на них за допомогою перетворення T , яке може бути однозначним або багатозначним. При цьому спостерігаються конкретні реакції (вихідні повідомлення) на конкретні подразники (вхідні повідомлення). Ця ситуація подана в загальному вигляді:

$$\begin{aligned} Y_1 &= f_1(x_1, x_2, \dots, x_n) \\ Y_2 &= f_2(x_1, x_2, \dots, x_n) \\ &\dots \\ Y_m &= f_m(x_1, x_2, \dots, x_n) \end{aligned} \quad (2.6)$$

або:

$$Y = f(x)$$

де f_1, f_2, \dots, f_m — функції від незалежних змінних x_1, x_2, \dots, x_n ;
 f — вектор-функція незалежних змінних x .

При цьому поведінка системи може мати детермінований або вірогідний характер. На основі співвідношення (2.6) ваговимірювальна система проєктувалась як ієрархічна система об'єктів, що саморегулюються з емуляцією зворотніх зв'язків з старшим інтелектуальним об'єктом системи (пристроєм керування). Функціональна схема ваговимірювальної системи розроблювалась з використанням об'єктно-орієнтованого підходу, при цьому кожний пристрій системи представлено у вигляді об'єкта, в якому системний інтерфейс було відокремлено від його внутрішніх функцій (механізм інкапсуляції) (рис.2.2):

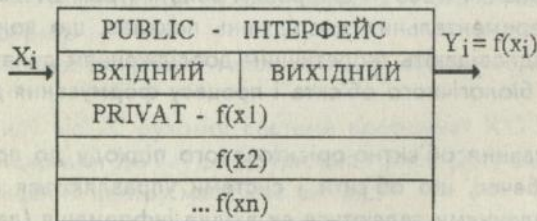


Рис. 2.2. Пристрій як об'єкт системи.

де: X_i, Y_i — вхідні і вихідні повідомлення;
 $f(x_i)$ — внутрішні функції об'єкту.

Практична реалізація даного підходу має вигляд (рис.2.3):

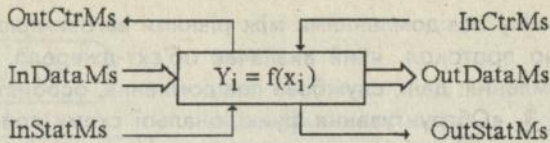


Рис.2.3. Механізм взаємодії об'єктів системи

де: InCtrMs, OutCtrMs — вхідні і вихідні керуючі повідомлення;
InDataMs, OutDataMs — вхідні і вихідні повідомлення даних;
InStatMs, OutStatMs — вхідні і вихідні повідомлення статусу.

Проведено теоретичні дослідження можливості застосування цифрових і аналогових фільтрів для пригнічення динамічної перешкоди. Зроблено висновок про ефективність використання цифрових фільтрів в ваговимірювальній системі при зважуванні рухомих біологічних об'єктів. На підставі результатів теоретичних та експериментальних досліджень була запроєктована структурна схема ваговимірювальної системи. Оскільки на практиці можливі варіанти використання шлейфу вимірювальних платформ для зважування рухомих об'єктів в динаміці і різних вантажів у статичі, то структурна схема передбачає можливість обробки інформації на різних рівнях. Тому ваговимірювальна система запроєктована за схемою комбінованої моделі (рис.2.4):

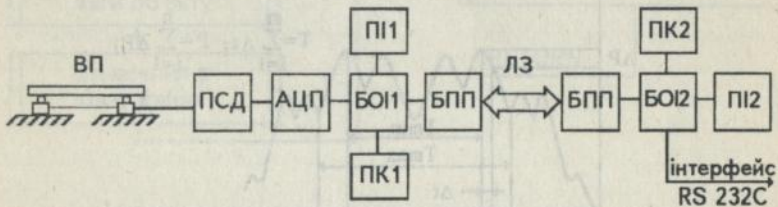


Рис.2.4. Структурна схема ваговимірювальної системи.

де: ВП — вимірювальна платформа; ПСД — підсилювач сигналу силоприймальних елементів ВП; АЦП — аналогово-цифровий перетворювач; БОІ 1, 2 — блоки обробки інформації; ПІ 1, 2 — пристрої індикації; ПК 1, 2 — пульти керування; БПП — блок прийомопередавачів.

В цій моделі самий старший об'єкт БОІ 2 ієрархії системи приймає повідомлення від БОІ 1 локальних об'єктів, фіксує надходячу інформацію і здійснює керування локальними об'єктами за допомогою механізму передачі повідомлень. Зв'язок об'єктів системи різних рівнів здійснюється через системний інтерфейс, що самоадаптується і лінію зв'язку ЛЗ.

Для обміну повідомленнями між рівнями ваговимірювальної системи розроблено протокол, який визначає об'єкт-джерело, об'єкт-приймач, тип повідомлення: дані, службове повідомлення, особистий стан, тощо.

Розділ 3. «Обґрунтування функціональної схеми пристрою, параметрів електронних вузлів і алгоритму функціонування ваговимірювальної системи». На основі структурної схеми (рис. 2.4) розроблено функціональна схема ваговимірювальної системи і функціональні схеми вузлів системи.

Реалізація методу обробки інформації про об'єкт зважування зоснована на застосуванні закону Ньютона про суму моментів імпульсів в замкненій системі тіл:

$$\sum_{i=1}^n \Delta(m_i v_i) / \Delta t = \Delta P / \Delta t = 0 . \quad (3.1)$$

де: — ΔP значення імпульсу в момент часу Δt .

Величина ΔP детермінована, оскільки є результатом реєстрації електричного еквіваленту фізичних процесів, що відбуваються у замкненій системі тіл: біологічний об'єкт → ваговимірювальна платформа і відображає поведінку біологічного об'єкту в системі (рис.3.1):

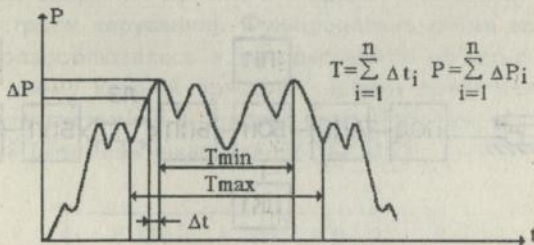


Рис.3.1. Реалізація методу вимірювання ваги об'єкту на основі оптимізації ширини вікна спостереження T.

Ширина вікна спостереження є оптимальною в момент часу t, коли при зміні ширини вікна спостереження відношення P/T буде рівним нулю. В цьому випадку вага об'єкта визначається виразом:

$$G = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta P_i \quad (3.2)$$

Розроблено алгоритм функціонування ваговимірювальної системи, який реалізує метод оптимізації ширини вікна спостереження (рис.3.2):

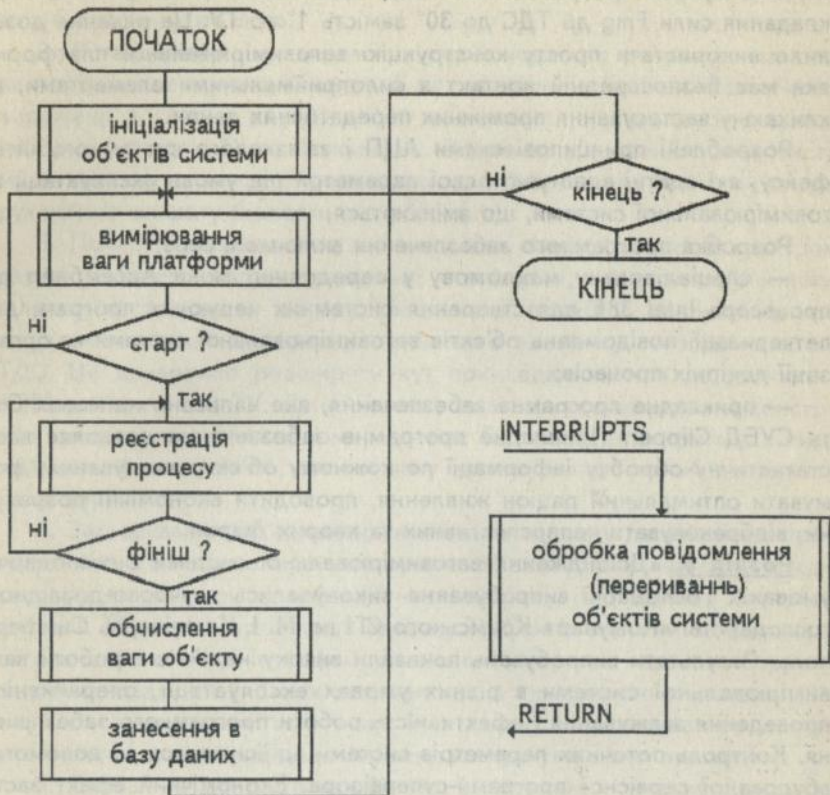


Рис. 3.2. Алгоритм функціонування ваговимірювальної системи.

Розділ 4. «Розробка принципів схем пристроїв ваговимірювальної системи і програмного забезпечення». Принципові схеми пристроїв ваговимірювальної системи розроблялись у відповідності до функціональної схеми.

Розглянуті процеси виникнення помилок і похибок в силоприймальних елементах, запропоновані два методи пригнічення похибок — компенсаційний, при якому похибки компенсуються внутрішнім опором джерела струму, і селективний, при якому похибки виділяються з корисного сигналу і потім обробляються. В результаті, вихідний сигнал тензодатчика сили ТДС в значній мірі вільний від похибок.

Застосування розроблених методів дозволило розширити кут прикладання сили F_{mg} до ТДС до 30° замість 1° по ТУ. Це рішення дозволило використати просту конструкцію ваговимірювальної платформи, яка має безпосередній контакт з силоприймальними елементами, викликаючи застосування проміжних передаточних ланок.

Розроблені принципові схеми АЦП і зв'язкового системного інтерфейсу, які здатні адаптувати свої параметри під умови експлуатації ваговимірювальної системи, що змінюються.

Розробка програмного забезпечення включає в себе:

— спеціалізовану макромову у середовищі мови Ассемблер для процесора Intel 386 для створення системних керуючих програм, диспетчеризації повідомлень об'єктів ваговимірювальної системи та організації дочірніх процесів;

— прикладне програмне забезпечення, яке написано на мовах C++ та СУБД Clipper. Прикладне програмне забезпечення дозволяє вести статистичну обробку інформації по кожному об'єкту зважування, формувати оптимальний раціон живлення, проводити економічні розрахунки, відбраковувати неперспективних та хворих тварин.

Розділ 5. «Дослідження ваговимірювальної системи в господарчих умовах». Господарчі випробування виконувались в учбово-дослідному господарстві «Комунар» Кримського СГІ ім. М. І. Калініна, м. Симферополь. Результати випробувань показали високу надійність роботи ваговимірювальної системи в різних умовах експлуатації, оперативність проведення зважування і ефективність роботи програмного забезпечення. Контроль поточних параметрів системи здійснювався за допомогою вбудованої сервісної програми-супервізора. Економічний ефект застосування даної ваговимірювальної системи, виражений в одиницях працевитрат на проведення зважування групи тварин зі 100 голів склав 29 люд./год. при періодичності проведення вимірювань 1 раз на місяць. При періодичності зважування тварин 4 рази на місяць економія складає 118 люд./год.

Висновки: Результати проведених досліджень, реалізація ваговимірювальної системи, результати господарчих випробувань, дозволили зробити наступні висновки.

1. Існують принципові відзнаки динаміки процесу пересування механічних та біологічних об'єктів. Ці відзнаки передбачають процес формування динамічної перешкоди, котра є основним фактором, який визначає точність вимірювання ваги рухомого об'єкту. Встановлено, що застосування традиційних методів і засобів пригнічення динамічної перешкоди, які використовуються при вимірюванні ваги рухомих

механічних об'єктів, неефективне при визначенні і реєстрації ваги рухомих біологічних об'єктів.

2. Встановлено, що динамічна перешкода, як результат взаємодії векторів сил в замкненій системі тіл, являючись фізичною величиною, виражена в своєму електричному еквіваленті, несе в собі додаткову інформацію про об'єкт зважування. Зокрема, відносний рівень екстремумів функції динамічної перешкоди дає інформацію про стан опорно-рухаючого апарату біологічного об'єкту.

3. Похибки вимірювання, які викликані недосконалістю електромеханічної системи ваговимірювальної платформи, зводяться до мінімуму шляхом застосування методу компенсації похибок, викликаних несиметричністю вісей деформації пружного елемента тензодатчика сили ТДС. Це дозволило розширити кут прикладання сили до датчика до $\pm 30^\circ$ замість 1° по ТУ. Дане рішення дозволило використати конструкцію вимірювальної платформи, що має безпосередній контакт з силоприймальним елементом, виключаючи застосування проміжних важелів і балансирів.

4. Застосування об'єктно-орієнтованого підходу до аналізу і проектування систем дозволило інтегрувати об'єкти різної природи в єдину систему за рахунок використання механізму інкапсуляції внутрішніх функцій об'єкту та організації взаємодії об'єктів системи за допомогою загальносистемного інтерфейсу на рівні «чорних ящиків». Структура ваговимірювальної системи запроєктована як ієрархічна система об'єктів, що саморегулюються, і яка має здатність адаптуватись до умов оточуючого середовища, що змінюються (до умов експлуатації).

5. Вирішена основна проблема — усунення впливу динамічної перешкоди на результат вимірювання за допомогою використання евристичних алгоритмів обробки інформації. Наприклад, застосовано розроблений метод оптимізації ширини вікна спостереження при обробці інформації про об'єкт зважування.

6. Схематичні і конструктивні рішення, а також алгоритми функціонування ваговимірювальної системи, дозволяють проводити визначення і реєстрацію ваги рухомих біологічних об'єктів у переривчастому потоці, що значно (на 87%) підвищує оперативність проведення зважування, виключає виникнення стресової ситуації у тварин, їх травмування і пов'язаних з цими факторами втрат продуктивності.

7. Вирішено проблему оперативного одержання вірогідної інформації про стан м'ясо-молочного стада, що дозволяє керівникам і спеціалістам господарств приймати кваліфіковані рішення по підвищенню ефективності господарювання у ринкових умовах.

8. Економічна ефективність застосування автоматизованої системи для визначення ваги рухомих біологічних об'єктів виражена в одиницях працевитрат на проведення одного контрольного зважування для групи тварин $K_{ст}=100$ голів, складає 29.7 люд./год. при періодичності проведення вимірювань $T=1$ раз/міс., або, при періодичності проведення зважувань $T=4$ раз/міс. — 118.8 люд./год.

9. Результати проведених досліджень і дані, отримані в процесі створення ваговимірювальної платформи, дозволяють визначити шляхи подальших досліджень в галузі створення «інтелектуальних» систем, що самонавчаються. Вагається перспективним і життєво необхідним створення універсального базового блоку (контролера), який має здібність до самонавчання, для використання його в якості управляючого об'єкту в різних пристроях автоматики у всіх галузях сільського господарства.

ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ДИСЕРТАЦІЇ ВИКЛАДЕНІ В НАСТУПНИХ РОБОТАХ:

1. Г. Р. Носов, В. В. Смирнов. Дослідження та оптимізація параметрів активних і цифрових фільтрів вимірювальної системи ваговимірювального комплексу в умовах масового виробництва. «Розробка і технологія виробництва сільськогосподарських машин»// Збірник наукових праць. Київ. ІСДО. —1994. — С. 79-81.

2. В. В. Смирнов, В. Ф. Пащенко, Л. Г. Вихрова. К вопросу оптимизации структуры весоизмерительного комплекса. «Проблемы надежности эксплуатации машин»// Тезисы научно-технической конференции, посвященной 25-летию образования кафедры ремонта машин. —Кировоград. —1994. Ч. 1. — С. 69-70.

3. В. В. Смирнов, В. Ф. Пащенко, Л. Г. Вихрова. К анализу погрешностей силоприемных элементов весоизмерительных систем. «Проблемы надежности эксплуатации машин»// Тезисы научно-технической конференции, посвященной 25-летию образования кафедры ремонта машин. —Кировоград. —1994. Ч. 1. — С. 75-76.

4. В. В. Смирнов, В. Ф. Пащенко, Л. Г. Вихрова. Практическое применение результатов анализа причин возникновения погрешности сигнала в процессе разработки высокоточных динамических весоизмерительных систем. «Международная научно-техническая конференция по вопросам развития механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства в условиях рыночных отношений»// Тезисы докладов 15-17 ноября. —Глеваха. —1994. Ч. 1. — С. 85-86.

5. В. В. Смирнов, В. Ф. Пащенко, Л. Г. Вихрова. Повышение качественных характеристик динамических весоизмерительных систем с помощью системного подхода к вопросу разработки функциональных узлов системы на стадии их анализа и проектирования. «Международная научно-техническая конференция по вопросам развития механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства в условиях рыночных отношений» // Тезисы докладов 15-17 ноября. — Глеваха. — 1994. Ч. 1. — С. 92-94.

6. В. В. Смирнов, Г. Р. Носов, В. Ф. Пащенко. Оптимизация архитектуры динамических весоизмерительных систем. «Проблемы автоматизации и энергосбережения в машиностроении» // Сборник научных статей. Кировоградское областное отделение Инженерной Академии Украины. — Кировоград. — 1995. — С. 20-24.

7. В. В. Смирнов, Г. Р. Носов, В. Ф. Пащенко. Некоторые вопросы программирования встроенных устройств управления с/х машин, оборудования и приборов автоматики. «Проблемы автоматизации и энергосбережения в машиностроении» // Сборник научных статей. Кировоградское областное отделение Инженерной Академии Украины. — Кировоград. — 1995. — С. 24-28.

8. В. В. Смирнов, Г. Р. Носов, В. Ф. Пащенко. Практические вопросы проектирования инструментальных макроязыков в среде языка Ассемблер. «Проблемы автоматизации и энергосбережения в машиностроении» // Сборник научных статей. Кировоградское областное отделение Инженерной Академии Украины. — Кировоград. — 1995. — С. 28-33.

АННОТАЦИЯ

Смирнов В.В. Автоматизированная система для определения веса движущихся биологических объектов. Рукописная диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.07 — Автоматизация технологических процессов и производств. Кировоградский институт сельскохозяйственного машиностроения 1996 г. Содержит результаты теоретических и экспериментальных исследований динамики процесса передвижения биологического объекта и процесса формирования динамической помехи. Разработан метод определения веса движущегося биологического объекта, реализующий механизм оптимизации ширины окна наблюдения, основанный на законе Ньютона о сумме моментов импульсов в замкнутой системе тел. Осуществлена техническая

реализация и внедрение весоизмерительной системы, приводятся данные о ее эффективности в процессе эксплуатации.

SUMMARY

Vladimir V.Smirnov. Automatized system for determinate and registration weight of the biology objects in motion. Manuscript dissertation to stand for the degree of the candidate of technical sciences on speciality 05.13.07 Automation of technological processes and productions, Kirovograd Institute of Agricultural Engineering, Kirovograd, 1996. The dissertation contains the theoretical and experimental researches the process of the biology object motion and the process wrong signal getting. Designed the method for the biology objects in motion weight determination by using the mechanism width window observe optimization on the ground the Newton second law. Technical realization and introduction of the dynamical weighmeasuring system have been carried out, the data on its efficiency while in service are given.

Ключові слова: динамічна перешкода, метод визначення ваги, оптимізація ширини вікна спостереження, об'єктно-орієнтований підхід, макромова, алгоритм.

Комп'ютерна верстка *Кожузар С.Г.*

Здано в набір 01.10.96. Підписано до друку 16.10.96.

Формат 60x84 1/16. Папір газетний. Надруковано на різнографі.

Умов. друк. арк. 1. Зам. №713/96. Тираж 100 прим.

© РВЛ. КІСМ. м.Кіровоград, пр. Правди 70А.

тел. 597-541, 559-245, 597-551.

111111113

AB. 35.901
AB 35.901