

МЕТОДИ ПОЛПШЕННЯ МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ІНТЕНСИВНОСТІ РОСТУ

Винниченко М.Г. канд. техн. наук, доц. Ларін В.Ю. м.н.с,
Донецький державний технічний університет

В статті приведено порівняльний аналіз чутливості, похибок та структурної організації технічних засобів виміру маси молодняка свиней для побудови інформаційно-вимірювальної системи інтенсивності росту (ІВС ІР) з заданими метрологічними характеристиками.

That clause contain the comparative analysis of sensitivity, mistakes and structural organization of technical devise of measurement a weight of youht pig for construction of information measuring system of growth intensity (IMS-IG) with given metrological haracteristics

Основною складовою частиною ІВС ІР є технічний засіб виміру маси тварини з метою визначення щодобового приросту молодняка. При нормальному фізіологічному стані і відповідному раціоні харчування для своєчасного досягнення товарної ваги молодняк щодня повинний додавати у вазі (див. табл.). Тому цей параметр є важливим показником на всіх періодах процесу життєдіяльності.

З приведеної таблиці видно, що приріст ваги щодобово складає в середньому від 80 до 500 г. Це накладає дуже жорсткі вимоги до класу точності підсистеми. Похибка виміру не повинна перевищувати 1%. Вимір маси тварини в реальних умовах утримання – складна задача і має ряд особливостей, пов'язаних із психофізіологічним станом: якщо тварина бачить ваговий пристрій, вона почуває себе стурбованою і втрачає у вазі. Тому, пристрій не повинен перевищувати нульовий рівень, щоб бути непомітним, тобто конструкція ваг повинна бути на рівні підлоги. Пристрої для зважування повинні бути вмонтовані в конструкцію станка в місцях обов'язкового перебування тварини, наприклад, у годівниць. Для підвищення достовірності контролю з імовірністю 0,997 і з погляду

Таблиця - Експериментальні дані результатів визначення живої ваги поросят за добу на одну голову

№ п/п	Вік, тиждень і місяць	Жива вага, кг	Середній приріст ту добу, г	Молочний корм, кг	Карт опля, кг	Овес підсмажений, г	Мука вівсяна або ячмінна, г, просіяна/непрсіяна	Рибна або м'ясна мука, г	Сінна мука або потертъ, г, просіяна/непрсіяна	Сіль, г	Кр ей-да, г
1	При народж.	1,2-1,5									
2	1-2 тиж.	2,2	80	0,10							
3	3-4 тиж.	5	160	0,20-30		6-10	10-25/0				
4	5-6 тиж.	6,5-8,0	260	0,50-80	0,2	20-25	50-70/0	30	10-15/0		5-7
5	7-8 тиж.	9-12	300	0,80-90	0,5	30-40	200-300/0	50-100	50/0	2	8
6	2 місяці	14-16	350	0,7	0,7	80	400/0	150	60/0	3	10
7	2-2,5 місяця	18-19	400	0,5	1,0		400-500/0	200	80/0.	3	10
8	2,5-3 місяці	20-25	450		2,0		500/0	250	100-200/0	3	15
9	4 місяці	30-40	500		2,5		0/900	300	0/300	4	15

своєчасного одержання результатів визначення приросту інформація повинна видаватися не рідше одного разу в зміну і накопичуватися в базі даних для порівняння.

У мікропроцесорний блок ІВС ІР сигнал, пропорційний поточному значенню маси повинний надходити одночасно з кодом, що ідентифікує номер тварини. Для рішення задачі підвищення точності варто вирішити задачу вибору оптимальної структурної схеми вимірювального каналу маси, що забезпечує мінімальну похибку вимірів у реальних умовах застосування. Розглянемо оцінку похибок засобів вимірів різних структур. На підставі виконаного аналізу встановлено, що у відомих технічних засобах виміру маси використовуються методи прямого і урівноваженого перетворень.

На структурній схемі засобів виміру прямого перетворення (рис.1) показано: 1 - датчик; 2 - пристрій урівноважування маси тварин і перетворення змінної напруги в постійну; 3 - масштабний підсилювач; 4 - аналого-цифровий перетворювач АЦП; 5 - індикатор.

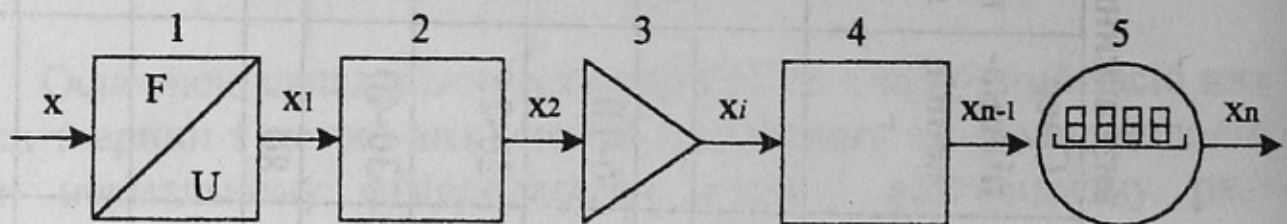


Рисунок 1.- Структурна схема засобів вимірювання

Розроблені в ДонДТУ інформаційні системи контролю маси [1] відносяться до класу засобів вимірів прямого перетворення. Чутливість (коефіцієнт перетворення) схеми S , поданої на рис. 1:

$$S = \frac{dx}{dx_{n-1}} = \frac{dx_1}{dx} \cdot \frac{dx_2}{dx_1} \cdot \dots \cdot \frac{dx_n}{dx_{n-1}} = k_1 \cdot k_2 \cdot \dots \cdot k_n$$

де $k_1 = \frac{dx_1}{dx}$; $k_2 = \frac{dx_2}{dx_1}$; \dots $k_n = \frac{dx_n}{dx_{n-1}}$ - коефіцієнт перетворення

окремих ланок.

Мультиплікативна похибка виникає при зміні коефіцієнтів k_1 , k_2 , \dots k_n із часом і під впливом зовнішніх чинників. При досить малих

Δk_i , тобто при $k_i > \Delta k_i$ відносна зміна чутливості визначиться формулою:

$$\Delta S/S = \Delta k_1/k_1 + \Delta k_2/k_2 + \dots + \Delta k_n/k_n.$$

Зміна чутливості викликає зміну вихідного сигналу

$$\Delta x_n = (S + \Delta S)x - Sx = \Delta Sx$$

Отже відносна мультиплікативна похибка виявиться

$$\delta_m = \Delta S/S$$

Адитивна похибка Δx_0 визивається дрейфом «нуля» ланок, накладенням перешкод на корисний сигнал і т.д. і може бути записана формулою:

$$\Delta x_0 = \Delta x_{01}/k_1 + \Delta x_{02}/(k_1 k_2) + \dots + \Delta x_{0n}/(k_1 k_2 \dots k_n).$$

З приведених рівнянь випливає, що в засобах вимірів, які мають структурну схему прямого перетворення, відбувається підсумовування похибок, внесених окремими ланками, що є недоліком засобів вимірів прямого перетворення.

Розглянемо структуру засобу вимірів урівноваженого перетворення (рис.2). Структурну схему (рис.1) засобів вимірів прямого перетворення можна привести до структурної схеми засобів вимірів урівноваженого перетворення шляхом охоплення структури рис.2 ланцюгом зворотного зв'язку, інакше додаванням ланцюга зворотного перетворення.

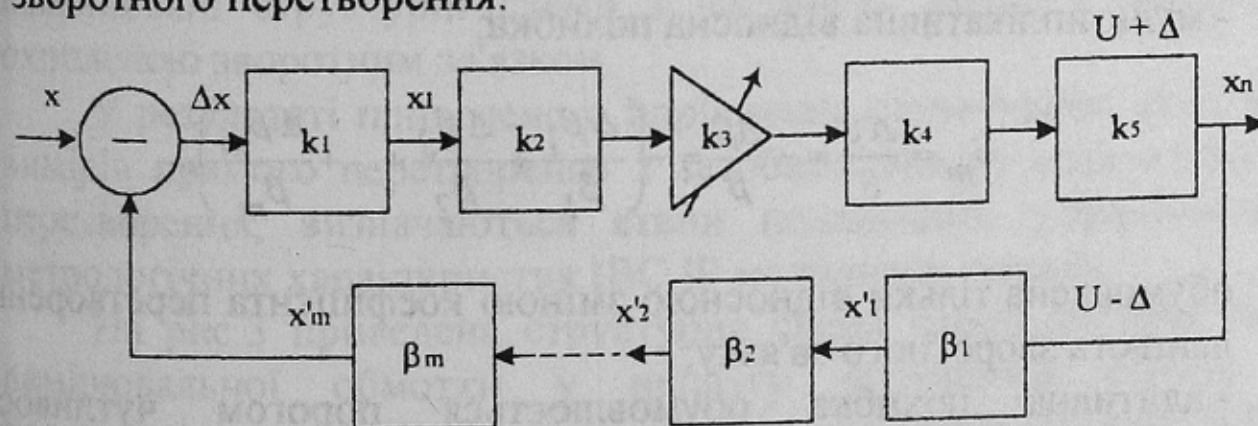


Рисунок 2.- Структура засобів вимірювання урівноважуючого перетворення

Для ланцюга зворотного зв'язку $\beta_1 = \frac{dx'_1}{dx_n}$; $\beta_2 = \frac{dx'_2}{dx_1}$; ... $\beta_m = \frac{dx'_m}{dx_{m-1}}$.

Вихідний сигнал ланцюга зворотного зв'язку:

$$x'_m = x_n \cdot b_1 \cdot b_2 \dots b_m = x_n \beta.$$

Для структурної схеми рис.2.

$$\Delta x S = x_n \quad \text{або} \quad (x - x_n \beta) S = x_n, \text{ відкіля}$$

$$\left(1 - \frac{x_n}{x} \beta\right) S = \frac{x_n}{x} \quad \text{або} \quad S \beta = \frac{S}{1 + \beta S},$$

де $S_\beta = \frac{x_n}{n}$ - чутливість усієї системи, охопленої зворотним зв'язком.

При повній компенсації $\Delta x = x - x'_m = 0$, що можливо якщо в ланцюзі прямого перетворення передбачена ланка, що інтегрує, із характеристикою перетворення

$$x_i = \int_0^t F(x_{i-1}) dt$$

При повній компенсації:

$$x_n = x / \beta$$

- чутливість (коефіцієнт перетворення): $S_\beta = \frac{dx_n}{dx} = \frac{1}{\beta}$

- мультиплікативна відносна похибка:

$$\delta_m = \frac{\Delta S}{S} = -\frac{\Delta \beta}{\beta} = -\left(\frac{\Delta \beta_1}{\beta_1} + \frac{\Delta \beta_2}{\beta_2} + \dots + \frac{\Delta \beta_m}{\beta_m}\right),$$

обумовлена тільки відносною зміною коефіцієнта перетворення ланцюга зворотного зв'язку;

- адитивна похибка обумовлюється порогом чутливості інтегруючої i - ланки і порогом чутливості самої ланки, що інтегрує, (X_i).

Поріг чутливості засобу вимірів із повною компенсацією:

$$\Delta x = \Delta x_1 + \frac{\Delta x_2}{k_2} + \frac{\Delta x_3}{k_1 \cdot k_2} + \dots + \frac{\Delta x_i}{k_1 \cdot k_2 \dots k_{i-1}}$$

При неповній компенсації в засобах вимірів немає інтегруючої ланки:

- чутливість засобу вимірів $S_\beta = \frac{S}{1 + \beta S}$,

- вихідний сигнал $x_n = x \cdot S_\beta = \frac{x \cdot S}{1 + \beta S}$,

- мультиплікативна похибка:

$$\delta_m = \frac{\Delta S_\beta}{S_\beta} = \delta_k \frac{1}{1 + \beta S} - \delta_\beta \frac{S\beta}{1 + S\beta}$$

де $\delta_k = \frac{\Delta S}{S}$; $\delta_\beta = \frac{\Delta \beta}{\beta}$, тобто мультиплікативна похибка структурної схеми ланцюга прямого перетворення послабляється в $(1 + \beta S)$ раз.

- адитивна похибка:

$$\Delta x_0 = [\Delta x_{01} / k_1 + \Delta x_{02} / (k_1 k_2) + \dots + \Delta x_{0n} / (k_1 k_2 \dots k_n)] - (\beta_2 \beta_3 \dots \beta_m \Delta x'_{01} + \beta_3 \beta_4 \dots \beta_m \Delta x'_{02} + \dots + \Delta x'_{0m}).$$

Можливий варіант, при якому засоби вимірів можуть мати комбіновані структурні схеми з частиною ланцюга перетворення охопленою зворотним зв'язком.

У результатіведеного порівняння структурних схем засобів вимірів прямого перетворення з засобами виміру урівноважуючого перетворення, визначаються етапи подальшого удосконалювання метрологічних характеристик ІВС ІР молодняку свиней.

На рис.3 приведена структурна схема перетворювача сигналу вимірювальної обмотки у напругу постійного струму. Для придушення гармонійних складових використані активні ФНЧ1, і пасивні ФНЧ2 фільтри низьких частот. В цій схемі застосований зворотний зв'язок по напрузі живлення, який може регулюватися

регулятором РН. Після перетворення і гальванічної розв'язки ТР2 через випрямляч В2, LC-фільтр Ф та регулятор сигнал подається на інвертуючий вхід підсилювача У, на неінвертуючий вхід якого подається корисний сигнал з вимірювальної обмотки МПП, що перетворює вимірювальну величину F в напругу U після перетворення і часткового придушення гармонічних складових та через гальванічну розв'язку ТР1, випрямляч В1.

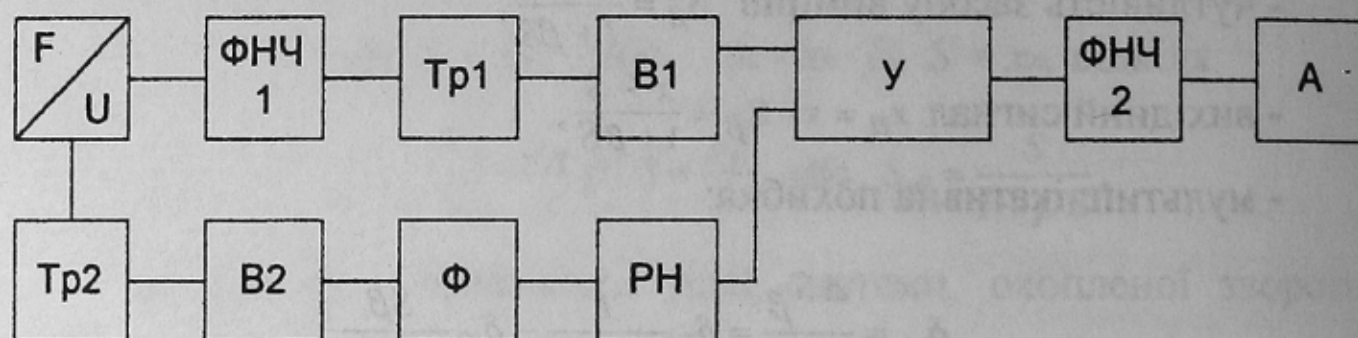


Рисунок 3.- Структурна схема урівноважуючого перетворювача сигналу МПП

Таке вмикання забезпечує обмеження потужності вихідного сигналу і додаткову компенсацію змінних складових. Остаточне придушення змінних складових відбувається RC-фільтром низьких частот ФНЧ2, після якого сигнал подається на блок А зв'язку з мікро ЕОМ.

Ця схема дає можливість покращити лінійність характеристик за рахунок додаткового придушення гармонічних складових. В ЕОМ відбувається остаточна лінеаризація та накопичення інформації для подальшого визначення приросту ваги контрольованих об'єктів.

Висновки. Проведені дослідження похибок і структурних схем перетворювачів для вимірювального ланцюга МПП. Вони дозволяють на структурному рівні вибрати принцип побудови перетворювача, заданої чутливості і відповідного класу точності для вимірювання маси молодняку свиней в системі визначення інтенсивності росту.

Список посилань.

1. Отчет о научно-исследовательской работе «Разработка технических средств реализации нового способа медико-биологической оценки состояния биообъекта» №0194У022749, 1996,-142 с.