

Механізація, електрифікація

УДК 636.5252/58:62
503.51
© 2010

*В. П. Лисенко,
Б. Л. Головінський,
В. М. Решетюк,*
кандидати сільсько-
господарських наук

*Б. Л. Голуб,
В. Л. Щербатюк*

*Національний
університет біоресурсів
і природокористування
України*

ДИНАМІКА ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ПРОЦЕСУ УТРИМАННЯ КУРЕЙ-НЕСУЧОК

*Проаналізовано залежність показників якості
процесу утримання курей-несучок у промислових
умовах. Розроблено математичні моделі
параметрів якості.*

Створення енергоощадних систем управління процесами утримання біологічних об'єктів сільськогосподарського призначення в агропромислових спорудах для ефективного виробництва продукції потребує досліджень змін збудовуючих впливів на об'єкт управління, самого біологічного об'єкта — його життєдіяльності, продуктивності та їх взаємозв'язку [2]. Це стосується і систем управління умовами утримання курей-несучок у промисловому пташнику.

Вивчення залежності показників якості щодо процесу утримання у промислових спорудах курей-несучок (несучість, приріст маси курей, маса яєць, падіж і витрати кормів при утриманні залежно від температури повітря в приміщеннях, де утримується птиця) базується на даних, одержаних у лабораторних умовах за допомогою зоотронів [3]. Ці показники за сталих параметрів умов утримання птиці не пояснюють залежність показників від зміни температури в часі. Аналіз динаміки параметрів якості процесу утримання курей-несучок від температурних коливань у наукових публікаціях майже відсутній. Дослідження змін показників якості можна простежити по результатах досліджень [3], проведених у Хартумському університеті (Республіка Судан) у 1972 р.

Аналіз динаміки змін показників якості процесу утримання курей-несучок у виробничих умовах (рис. 1), зафіксованих при експлуатації

дослідної системи управління [1], запропонованої і створеної на кафедрі автоматики та робототехнічних систем ім. акад. І.І. Мартиненка НУБіП України у 2008 р. та встановленої на ДП «Навчально-дослідний племінний птахівничий завод ім. Фрунзе» (Крим), дав змогу визначити деякі залежності цих показників від змін температури повітря.

Результати аналізу зміни річних природних температурних полів у степовій зоні Кримського півострова майже за 7 років (2002—2008 рр.) спостережень показали, що межі температурних збудовань перебувають у діапазоні від -25 до $+38^{\circ}\text{C}$, але тривалості перебування пташника при певних значеннях з такого інтервалу можливих температур дуже різні (табл. 1).

З огляду на те, що у пташнику для регулювання температури не передбачено опалення та пристроїв для кондиціонування повітря, утримувати птицю в комфортних температурних умовах (18 — 22°C) можна при зовнішніх температурах від -5 до $+30^{\circ}\text{C}$, які за тривалістю становлять близько 90% річного періоду утримання птиці. При цьому забезпечуються допустимі концентрації шкідливих газів у пташнику. Підтримання комфортних умов у пташнику за таких зовнішніх температурних збудовань здійснюється вентиляторами для повітрообміну з урахуванням тепловиділення птиці. За температур нижче -5°C , тривалість яких упродовж

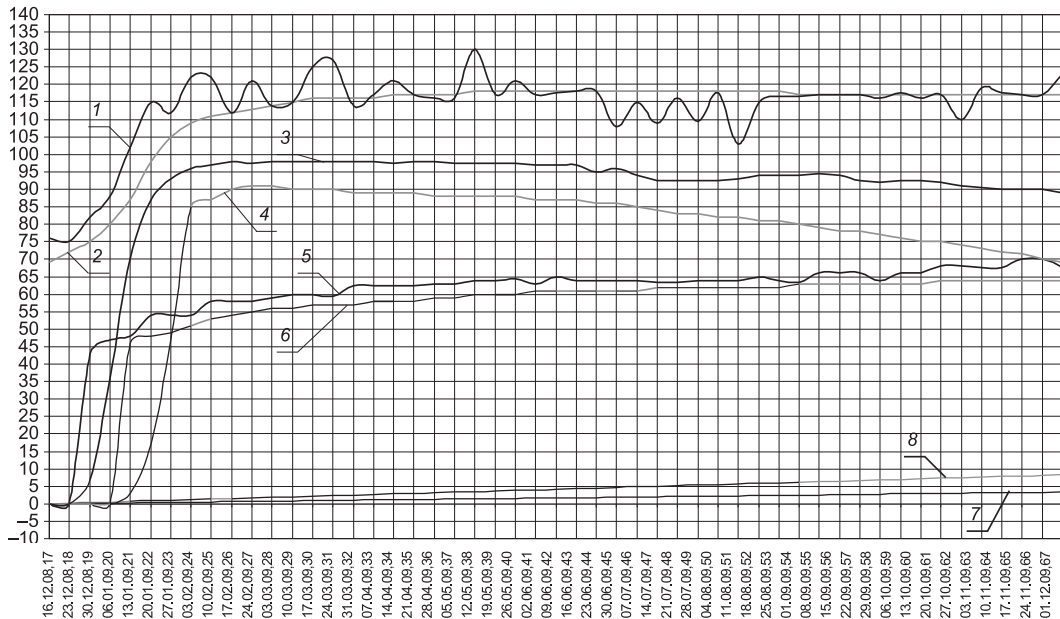


Рис. 1. Графік зміни показників якості процесу утримання курей-несучок за період 16.12.2008—01.12.2009 рр.: 1 — фактичне споживання корму, г/(1 курка·1 доба); 2 — нормативне споживання корму, г/(1 курка·1 доба); 3 — фактична продуктивність курей-несучок, %; 4 — нормативна продуктивність курей-несучок, %; 5 — фактична маса яйця, г; 6 — нормативна маса яйця, г; 7 — фактичний падіж, %; 8 — нормативний падіж, %

року не перевищує 7%, спостерігається зниження температури повітря у пташнику та підвищення концентрації шкідливих газів, що призводить до незначного зниження несучості курей, але не впливає на їх падіж. За підвищених температур, що за тривалістю при річному утриманні не може перевищувати 15%, має місце зростання значення температури порівняно з комфортними умовами, не зважаючи на роботу вентиляційного устаткування на повну потужність.

Майже весь період (з листопада 2008 р. до грудня 2009 р.) система забезпечувала ком-

фортні умови утримання курей. Відхилення від таких умов спостерігали упродовж майже 17 тижнів — з травня по серпень 2009 р. (рис. 2).

При цьому значні тривалі відхилення температури мали місце з 7 червня по 7 серпня. Максимальні добові коливання температури повітря у цей період були у межах 20—36°C. Відхилення середніх значень добової температури від заданих 20°C становили 3—5°C.

Залежності показників якості біологічних об'єктів від зміни температурних умов визначали за даними, наведеними на рис. 2. Система управління умовами утримання птиці у періоди з 28.04

1. Сумарні річні тривалості перебування температури повітря за межами пташника у можливих діапазонах її зміни

Діапазон зміни температури повітря, °С	Сумарна річна тривалість перебування температури повітря у діапазоні, годин	Відсоток перебування температури повітря у діапазоні (за рік), %
від -25 до -20	0—5	0—0,06
від -20 до -15	0—104	0—1,2
від -15 до -10	0—178	0—2
від -10 до -5	96—315	1,1—3,6
від -5 до +30	7880—8136	90—92,9
від +30 до +35	430—893	4,9—10,2
більше +35	98—439	1,1—5

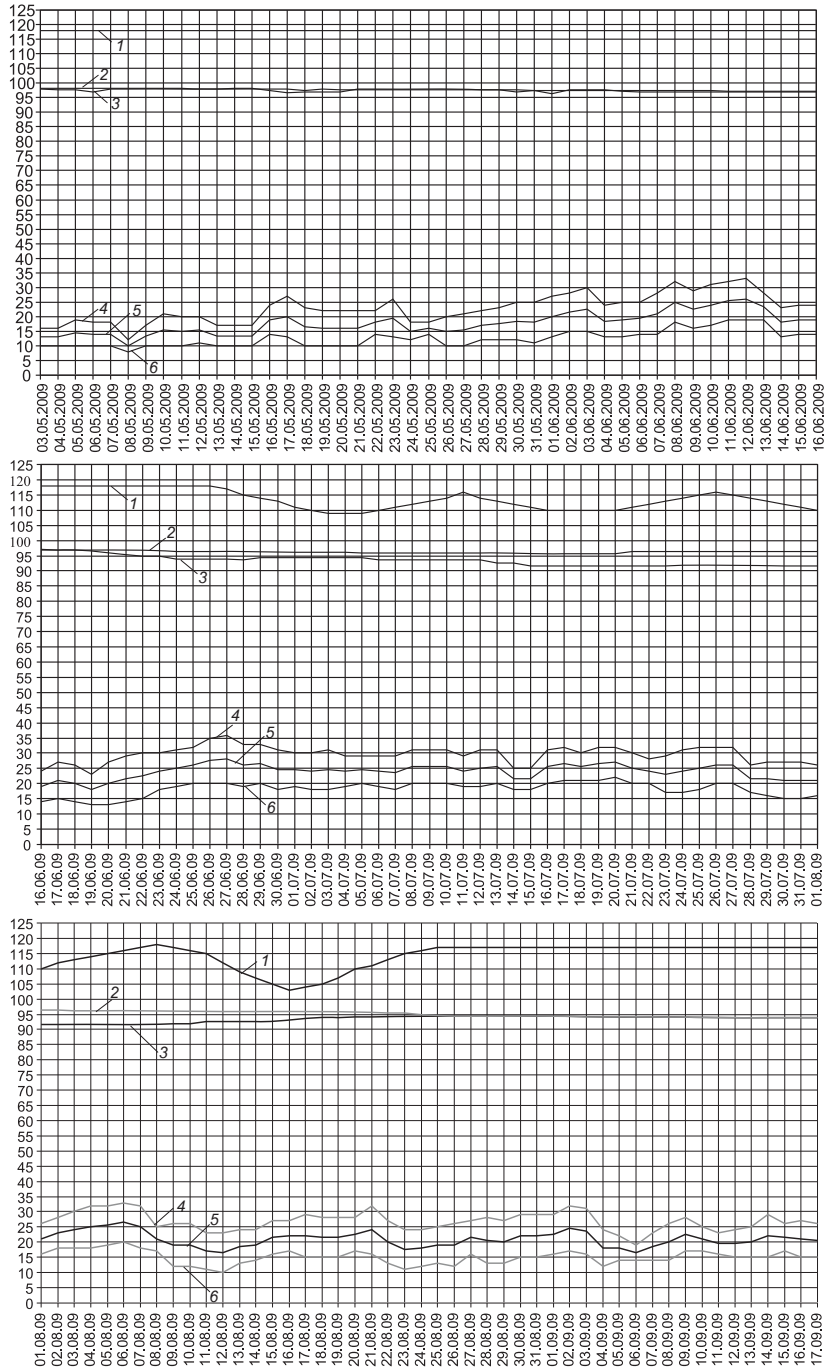


Рис. 2. Зміна температури повітря з 03.05.2009 по 17.09.2009 рр.: 1 – фактичне споживання корму, г/(1 курка·1 доба); 2 – планова продуктивність курей-несучок, %; 3 – фактична продуктивність курей-несучок, %; 4 – максимальне значення температури повітря протягом доби, °С; 5 – середнє значення температури повітря протягом доби, °С; 6 – мінімальне значення температури повітря протягом доби, °С

2. Параметри коливань несучості курей за комфортних умов утримання

№ п/п	Дата	Величина f_i відхилення	Значення f_i^2	№ п/п	Дата	Величина f_i відхилення	Значення f_i^2	№ п/п	Дата	Величина f_i відхилення	Значення f_i^2
1	28.04	-0,002	0,000004	25	22.05	+0,003	0,000009	49	15.06	0	0
2	29.04	-0,003	0,000009	26	23.05	+0,003	0,000009	50	16.06	0	0
3	30.04	-0,003	0,000009	27	24.05	-0,006	0,000036	51	01.09	-0,001	0,000001
4	01.05	-0,011	0,000121	28	25.05	-0,003	0,000009	52	02.09	-0,001	0,000001
5	02.05	-0,002	0,000004	29	26.05	-0,012	0,000144	53	03.09	-0,001	0,000001
6	03.05	-0,001	0,000001	30	27.05	+0,003	0,000009	54	04.09	-0,001	0,000001
7	04.05	-0,001	0,000001	31	28.05	+0,003	0,000009	55	05.09	-0,001	0,000001
8	05.05	-0,001	0,000001	32	29.05	+0,004	0,000016	56	06.09	-0,001	0,000001
9	06.05	-0,001	0,000001	33	30.05	-0,004	0,000016	57	07.09	-0,001	0,000001
10	07.05	-0,001	0,000001	34	31.05	-0,006	0,000036	58	08.09	-0,001	0,000001
11	08.05	-0,001	0,000001	35	01.06	-0,006	0,000036	59	09.09	0	0
12	09.05	-0,001	0,000001	36	02.06	-0,005	0,000025	60	10.09	0	0
13	10.05	-0,001	0,000001	37	03.06	-0,004	0,000016	61	11.09	0	0
14	11.05	-0,007	0,000049	38	04.06	-0,003	0,000009	62	12.09	0	0
15	12.05	-0,012	0,000144	39	05.06	-0,003	0,000009	63	13.0	0	0
16	13.05	-0,01	0,0001	40	06.06	-0,002	0,000004	64	14.09	0	0
17	14.05	-0,01	0,0001	41	07.06	-0,001	0,000001	65	15.09	0	0
18	15.05	-0,01	0,0001	42	08.06	-0,001	0,000001	66	16.09	0	0
19	16.05	+0,001	0,000001	43	09.06	0	0	67	17.09	0	0
20	17.05	+0,002	0,000004	44	10.06	-0,001	0,000001	68	18.09	0	0
21	18.05	+0,002	0,000004	45	11.06	+0,001	0,000001	69	19.09	0	0
22	19.05	+0,002	0,000004	46	12.06	+0,001	0,000001	70	20.09	0	0
23	20.05	+0,003	0,000009	47	13.06	+0,001	0,000001	71	21.09	0	0
24	21.05	+0,003	0,000009	48	14.06	0	0	72	22.09	0	0

по 06.06.2009 р. та з 06.08 по 22.09.2009 р. утримувала середнє значення температури у межах комфортної зони — 18—22°C. Як видно з рис. 2, у ці періоди утримання курей-несучок їхня несучість і споживання кормів відповідали нормативним не зважаючи на те, що реальні значення температури коливались у досить значних межах (від 15 до 36°C). У ці часові проміжки мали місце незначні випадкові відхилення несучості птиці. У табл. 2 наведено статистичні характеристики цих відхилень.

Середнє квадратичне відхилення випадкових флуктуацій несучості курей становило $\sigma \cong 0,00508$ шт./(1 курка·1 доба), коефіцієнт варіації — $v \cong 0,52\%$. Тому слід вважати, що навіть значні відхилення температури від комфортних умов (якщо тривалість їх дії становить кілька годин і не перевищує доби) не впливають на несучість. Аналогічні висновки можна зробити і щодо споживання кормів. У періоди з комфортними умовами утримання споживання кормів відповідало нормативним значенням навіть без флуктуацій.

Як видно з рис. 2, перше відхилення середньої температури від верхньої межі комфортної зони спостерігали з 07.06 до 13.06 і становило у середньому 25 °С. Вплив такого відхилення на несучість курей виявився лише через 8 днів після його появи. Зміщення на 7—8 днів спостерігали і надалі внаслідок зміни усереднених температурних параметрів. При цьому зміна проходила поступово і наростала з часом. Усталене значення несучості курей наступало через 12—20 днів. Приблизно таку саму динаміку впливу на несучість курей спостерігали і в дослідженнях, описаних у [4].

Динамічні елементи, які запізнюються з реакцією на вхідне збурення і поступово за певний час досягають свого усталеного значення, моделюються динамічною характеристикою інерційної ланки із запізненням. Передаточна функція останньої визначається за формулою:

$$W(s) = \frac{k}{Ts+1} e^{-\tau s} \quad (1)$$

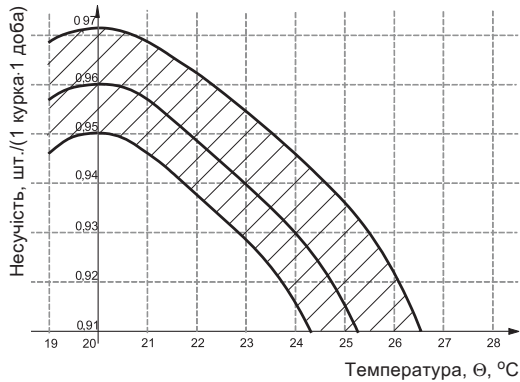


Рис. 3. Залежність несучості курей від усталених значень температури (для визначення коефіцієнта передачі динамічних характеристик несучості від температури у часі)

За даними попереднього аналізу затримок на вхідні сигнали та періоду досягнення уста-

лених значень приймаємо величину запізнення рівною $\tau=8$ добам, а інерційність — $T=5$ діб.

Коефіцієнт передачі k у (1) визначається за допомогою залежності зміни добової несучості однієї курки від усталених значень температури повітря при утриманні. Як видно з графіків (рис. 2), усталеним значенням температури повітря характеризується період з 28.06 до 28.07 (тривалість — 31 доба), середні значення температури коливались навколо значення 25°C . При цьому несучість курей знизилась на 0,045 шт. яєць/(1 курка·1 доба) — з 0,96 до 0,915 шт./1 курка·1 доба). У зв'язку з тим, що на графіках рис. 2 усталених ділянок з відхиленням середньої температури повітря більше не було, нами усереднювались значення температури на періодах від 07.06 до 22.06 (тривалість — 15 діб) та від 28.07 до 08.08 (тривалість — 11 діб), що дало можливість оцінити зниження несучості курей при 22°C і 23°C , яка становила відповідно 0,015 і 0,02 шт./1 курка·1 доба). Наближену залежність зміни несучості

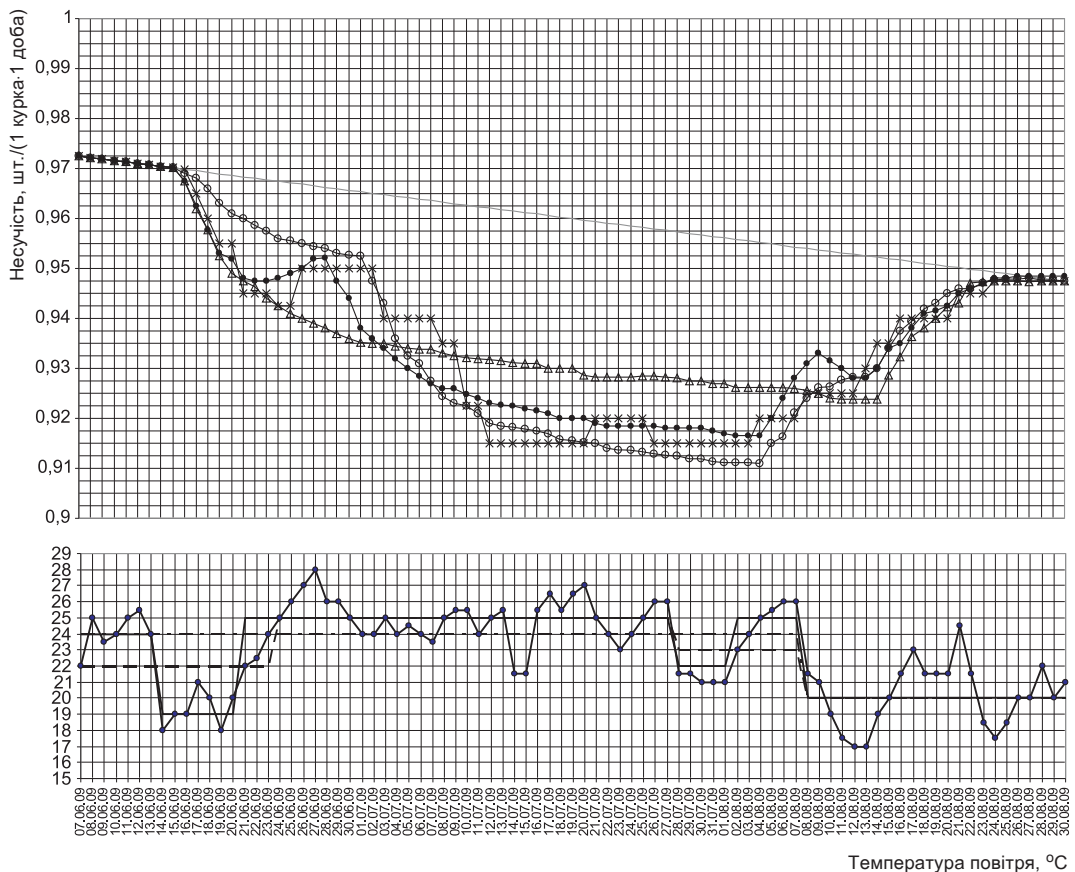


Рис. 4. Залежності зміни несучості курей при різних апроксимаціях температури повітря

4. Статистичні характеристики різниць значень несучості (шт./(1 курка·1 доба) між розрахованою кривою при одностійковому усередненні і результатами експерименту

№ п/п	Експериментальні значення несучості курей	Теоретичні значення несучості курей	Різниця між експериментальними і теоретичними значеннями несучості курей Δt_1	Величина Δt_1^2	№ п/п	Експериментальні значення несучості курей	Теоретичні значення несучості курей	Різниця між експериментальними і теоретичними значеннями несучості курей Δt_1	Величина Δt_1^2	№ п/п	Експериментальні значення несучості курей	Теоретичні значення несучості курей	Різниця між експериментальними і теоретичними значеннями несучості курей Δt_1	Величина Δt_1^2
1	0,972	0,972	0	0	29	0,94	0,93	-0,01	0,0001	57	0,915	0,917	0,002	0,000004
2	0,9718	0,9718	0	0	30	0,94	0,928	-0,012	0,000144	58	0,915	0,9162	0,0012	0,0000144
3	0,9716	0,9716	0	0	31	0,94	0,927	-0,013	0,000169	59	0,92	0,916	-0,004	0,000016
4	0,9714	0,9714	0	0	32	0,935	0,927	-0,008	0,000064	60	0,92	0,92	0	0
5	0,9713	0,9713	0	0	33	0,935	0,926	-0,009	0,000081	61	0,92	0,924	-0,004	0,000016
6	0,9712	0,9712	0	0	34	0,9225	0,9245	0,002	0,000004	62	0,92	0,928	-0,008	0,000064
7	0,9711	0,9711	0	0	35	0,9225	0,9235	0,001	0,000001	63	0,925	0,931	-0,006	0,000036
8	0,97	0,97	0	0	36	0,915	0,923	0,008	0,000064	64	0,925	0,933	-0,008	0,000064
9	0,969	0,969	0	0	37	0,915	0,9227	0,0077	0,0000592	65	0,925	0,932	-0,007	0,000049
10	0,968	0,966	-0,002	0,000004	38	0,915	0,923	0,008	0,000064	66	0,925	0,93	-0,005	0,000025
11	0,965	0,962	-0,003	0,000009	39	0,915	0,9227	0,0077	0,0000592	67	0,925	0,929	-0,004	0,000016
12	0,96	0,958	-0,002	0,000004	40	0,915	0,9226	0,0076	0,0000578	68	0,93	0,928	-0,002	0,000004
13	0,955	0,956	-0,001	0,000001	41	0,915	0,9225	0,0075	0,0000562	69	0,935	0,927	-0,008	0,000064
14	0,955	0,951	-0,004	0,000016	42	0,915	0,9225	0,0075	0,0000562	70	0,935	0,934	-0,001	0,000001
15	0,945	0,948	0,003	0,000009	43	0,915	0,9224	0,0074	0,0000548	71	0,94	0,935	-0,005	0,000025
16	0,945	0,9475	0,0025	0,00000625	44	0,915	0,9223	0,0073	0,0000533	72	0,94	0,938	-0,002	0,000004
17	0,945	0,9475	0,003	0,000009	45	0,92	0,92	0	0	73	0,94	0,94	0	0
18	0,943	0,948	0,005	0,000025	46	0,92	0,919	-0,001	0,000001	74	0,94	0,941	0,001	0,000001
19	0,9425	0,949	0,0065	0,00004225	47	0,92	0,9185	-0,0015	0,000022	75	0,94	0,9425	0,0025	0,00000625
20	0,95	0,95	0	0	48	0,92	0,9182	-0,0018	0,0000361	76	0,945	0,945	0	0
21	0,95	0,951	0,001	0,000001	49	0,92	0,9181	-0,0019	0,000009	77	0,945	0,946	0,001	0,000001
22	0,95	0,9515	0,0015	0,00000225	50	0,915	0,918	0,003	0,000009	78	0,945	0,946	0,001	0,000001
23	0,95	0,9475	-0,0025	0,00000625	51	0,915	0,9178	0,0028	0,000073	79	0,9475	0,9476	0	0
24	0,95	0,944	-0,005	0,000025	52	0,915	0,9177	0,0027	0,0000676	80	0,9476	0,9476	0	0
25	0,95	0,939	-0,011	0,000121	53	0,915	0,9176	0,0026	0,0000676	81	0,9477	0,9477	0	0
26	0,95	0,937	-0,013	0,000169	54	0,915	0,9176	0,0026	0,0000676	82	0,948	0,948	0	0
27	0,94	0,935	-0,005	0,000025	55	0,915	0,9175	0,0025	0,0000625	83	0,948	0,948	0	0
28	0,94	0,932	-0,008	0,000064	56	0,915	0,9174	0,0024	0,0000576	84	0,947	0,947	0	0

від змін середньодобової температури повітря у пташнику наведено на рис. 3.

Для перевірки адекватності прийнятої динамічної моделі та перевірки відповідності експериментальних даних наведеним вище припущенням побудовано теоретичну модель зниження несучості курей за період з 07.06 до 07.08.2009 р. за різних періодів усереднення середньодобової температури. Побудовано теоретичні криві при 1-, 2-тижневому та 2-рівневому усередненні температури повітря з періодом часу в 12 тижнів. На рис. 4 показано тривалість періодів при однотижневому усередненні суцільною лінією, двотижневому — пунктиром, дворівневому — штрихпунктиром. Результати розрахунків зміни несучості курей наведено на рис. 4, де крапками нанесено експериментальні дані, хрестиками — дані при однотижневому усередненні, колами — при двотижневому, трикутниками — при дворівневому.

Графіки зміни несучості курей показали, що при збільшенні інтервалу усереднення температури повітря ідентичність експериментальних

і теоретичних значень зміни несучості погіршується.

Для оцінки адекватності теоретичних і експериментальних змін несучості було визначено статистичні характеристики різниць значень несучості курей між розрахованою кривою при однотижневому усередненні та результатами експерименту (табл. 4). Середнє значення суми цих різниць дорівнювало 0,0043 шт. яєць/(1 курка·1 доба), що на порядок менше середніх значень відхилень і практично близьке до нуля. Середнє квадратичне значення різниць між теоретичною та експериментальною кривими $\sigma \cong 0,00497$ шт. яєць/(1 курка·1 доба) збігається із середнім квадратичним відхиленням флуктуацій несучості за комфортних умов утримання. Отже, за такими статистичними показниками слід вважати, що при однотижневому усередненні математичних сподівань температурних флуктуацій запропонована модель адекватна реальним змінам несучості курей, хоча окремі теоретичні значення цього показника виходять за межі довірчого інтервалу $\pm 0,005$ шт. яєць/(1 курка·1 доба).

Висновки

На показники якості процесу утримання курей-несучок не впливають добові коливання температури повітря поза пташником з розкидом $15\text{--}16^\circ\text{C}$ за умови компенсації температурних збурень на рівні середнього за добу значення.

Показники якості утримання курей (несучість, приріст маси тіла курей та витрати кормів) змінюються під дією тривалих відхилень середніх значень добової температури.

При тривалій дії підвищеної середньодобової температури повітря спостерігається

зниження споживання птицею кормів. Відхилення температури повітря, які мали місце у період дослідження, не вплинули на зміну маси яєць та падіж птиці. Спостерігалось зниження маси тіла птиці на 3%, але після відновлення заданих температурних параметрів маса знову підвищувалась і не відрізнялась від рекомендованої. Враховуючи тенденцію до зростання температурних максимумів на території України та періодів їх тривалості, слід розробити і застосовувати пристрої для кондиціонування повітря у промислових пташниках.

Бібліографія

1. Лисенко В.П., Голуб Б.Л., Щербатюк В.Л. Загальна архітектура енергоощадної комп'ютерно-інтегрованої системи автоматичного управління умовами утримання курей-несучок//Наук. вісн. Нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України. — 2009. — № 139. — С. 27—31.

2. Лисенко В.П., Щербатюк В.Л. Адаптивне енергоощадне управління умовами утримання біологічних об'єктів в агропромислових спорудах з використанням прогнозування збурень та методів теорії ігор//Міжвуз. зб. «Наукові нотатки». — 2010.

— № 6. — С. 177—181.

3. Решетюк В.М. Математичне моделювання інформаційних потоків біотехнічної системи з метою побудови автоматизованої системи управління технологічними процесами (на прикладі промислового пташника). — Автореф. дис. на здобуття наук. ступ. канд. техн. наук. — К., 2002. — 24 с.

4. The adaptation of energy utilization in the laying hen to warm and cool ambient temperatures//The Journal of Agricultural Science, Cambridge University Press. — 1972. — № 79. — P. 363—369.