

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРИ ДІАГНОСТИЦІ ФІЗІОЛОГІЧНОГО СТАНУ ТВАРИН

© Версаль Ю.В., 2011

Запропоновано підхід до побудови інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень при діагностиці фізіологічного стану тварин, зокрема маститу і стану статевої охоти, на основі апарату нечіткої логіки. Розглянуто організацію знань, алгоритм роботи та структуру системи. Доведено адекватність діагностики.

Ключові слова: система підтримки прийняття рішень, інтелектуальна система, фізіологічний стан, нечітка логіка, адекватність.

The approach for intellectual decision support system attached to the diagnostic of animal physiological state, especially mastitis and estrus, at the base of fuzzy logic apparatus is proposed. The organization of knowledges, the algorithm of working and the structure of the system are considered. The adequacy of the diagnostics is proved.

Keywords: decision support system, intellectual system, physiological state, fuzzy logic, adequacy.

Постановка проблеми

Перехід до індустріальних методів ведення молочного господарства викликав необхідність підвищення темпів відтворення тварин, що передбачає здійснення комплексної механізації та автоматизації виробничих процесів, розроблення і впровадження нових технологічних схем і технічних засобів на молочних фермах. Успішне відтворення стада і зростання продуктивності худоби залежить в повній мірі від ефективного контролю фізіологічного стану лактуючих корів, (ФСЛК). Найактуальнішим сьогодні є автоматизований контроль маститу і стану статевої охоти, що має загальносвітовий масштаб.

Мастит (запалення вимені) – одна з найважливіших і найкоштовніших проблем у молочному господарстві й одна з головних причин втрати молочної продуктивності та вибраковування тварин. Особливо небезпечною є субклінічна (прихована) форма маститу, за якої в молоці не спостерігається змін смаку і консистенції, а у вимені – хворобливих змін. Субклінічна форма маститу може переходити в клінічну, або, залишаючись на прихованому рівні, негативно впливати на продуктивність та якість молока. Встановлено, що продуктивність долей вимені корів у період захворювання маститом знижується, в середньому, на 79 % за клінічної форми і на 40 % за субклінічної [1]. Зазвичай близько 20–50 % від загальної кількості вибракуваних тварин становлять корови з маститом або атрофією молочної залози [2, 3].

Основним фактором у відтворенні стада є вибір оптимального строку запліднювання корів і телиць. Сьогодні часто використовується штучне запліднювання, що дає змогу краще контролювати селекцію і дає фермерам можливість поліпшити генетичні якості стада. Водночас воно збільшує потребу в ефективному плануванні і добре організованому робочому процесі. За штучного запліднювання дуже важливим є вчасне виявлення стану статевої охоти, що у 60–70 % випадків проявляється вночі та зранку і триває в середньому 12–18 годин [4]. Несвоєчасне виявлення стану статевої охоти у корів спричинює подовження інтервалу між отеленнями, зниження молочної продуктивності, народження слабкого потомства і завдає великих економічних збитків фермерам, поступаючись тільки маститу [5].

Якісно новим рівнем автоматизації процесів у тваринництві є системи підтримки прийняття рішень (СППР). Вони розвивають інформаційні системи до високого ступеня інтелектуалізації під час прийняття рішень у проблемних ситуаціях, які характеризуються великою складністю, невизначеністю та слабкою структурованістю [6, 7].

Аналіз останніх досліджень

На основі багаторічних досліджень виявлено, що розвиток маститу та настання стану статевої охоти супроводжуються підвищенням електропровідності та температури молока, а також зниженням продуктивності тварини. Тому серед сучасних методів автоматизованого контролю фізіологічного стану тварин найпоширенішими є методи діагностики, основані на статистичних моделях, що використовують дані електропровідності, температури та надою молока [8–12]. Вони відрізняються досить високою складністю, вимагають великих статистичних вибірок і не завжди легко інтерпретуються. В останні роки для діагностики ФСТ почали використовуватися нейронні мережі [13, 14], що розглядаються як універсальні апроксиматори нелінійних закономірностей, які навчаються за експериментальними даними. Ці моделі також потребують великого статистичного матеріалу і не допускають змістової інтерпретації ваг міжнейронних зв'язків після навчання.

У ветеринарній практиці найчастіше визначають діагноз за допомогою простих міркувань на рівні здорового глузду. Такі міркування є концентрацією накопиченого досвіду фахівців і можуть формалізуватися за допомогою нечіткої логіки [15]. Методи діагностики ФСТ на основі апарату нечіткої логіки запропоновано у дослідженнях [16, 17, 18].

У дослідженні [16] здійснено побудову моделі класифікації і контролю маститу у корів з автоматизованим доїнням на основі нечіткої логіки з використанням як вхідних даних електропровідності, надою молока та інтенсивності молоковіддачі. Адекватність побудованої моделі висока (збіг модельних і ветеринарних діагнозів спостерігався у 78 % випадків). Це доводить, що нечітка логіка є перспективним інструментом для діагностики ФСТ.

У дослідженнях [17, 18] розроблено спосіб виявлення стану статевої охоти і маститу у молочних корів, що ґрунтується на застосуванні двох моделей: статистичної та моделі нечіткої логіки. Попередження про порушення ФСТ, які видає статистична модель на основі аналізу інформації з давачів надою, температури, електропровідності молока, активності тварини і споживання кормів, а також додаткова інформація, класифікуються моделлю нечіткої логіки на істинні та хибні. Результати роботи моделі досить високі, що уможливило практичну автоматизовану діагностику ФСТ на основі апарату нечіткої логіки.

Цілі статті

Мета роботи полягає у підвищенні адекватності та розширенні діагностики ФСТ, для чого запропоновано підхід до побудови інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень під час діагностики ФСТ, зокрема маститу і стану статевої охоти, на базі апарату нечіткої логіки, на прикладі корів породи чорна ряба.

Основний матеріал

Методологічні принципи побудови інтелектуальної СППР при діагностиці ФСТ

Спираючись на роботи із застосування апарату нечіткої логіки в медичній діагностиці [19], сформулюємо методологічні принципи для побудови СППР про ФСТ.

1. Принцип лінгвістичності діагнозу і параметрів тварини.

Відповідно до цього принципу діагноз (вихідну змінну) і параметри тварини (вхідні змінні) розглядаємо як лінгвістичні змінні з якісними термами. За допомогою функцій належності кожний з них формалізується у вигляді нечіткої множини, заданої на відповідній універсальній множині.

2. Принцип лінгвістичності діагностичних знань.

Відповідно до цього принципу причинно-наслідкові зв'язки між параметрами тварини і діагнозом повинні бути описані природною мовою та формалізовані у вигляді сукупності нечітких логічних висловлювань типу “ЯКЩО...ТО”. Джерелом таких висловлювань є досвід ветеринарів.

3. Принцип ієрархічності діагностичних знань.

За великої кількості параметрів, що описують ФСТ, задача побудови системи висловлювань про причинно-наслідкові зв'язки “параметри – діагноз” стає досить трудомісткою. У зв'язку з цим доцільно здійснити класифікацію вхідних параметрів і, згідно з нею, побудувати дерево виведення, що визначає систему вкладених одне в одного висловлювань – знань меншої розмірності.

Побудова інтелектуальної СППР при діагностиці ФСТ

Відповідно до поставленої мети діагноз ФСТ розглядатимемо на трьох рівнях:

- d_1 – тварина здорова;
- d_2 – у тварини стан статевої охоти;
- d_3 – тварина хвора на мастит.

Ці рівні – типи діагнозу, що підлягають визначенню. Встановлюючи ФСТ для конкретної тварини, враховуємо такі параметри:

- x_1 – номер лактації (1 ÷ 3 у.о.);
- x_2 – тривалість лактації (1 ÷ 9 у.о.);
- x_3 – час доби (1 ÷ 2 у.о.);
- x_4 – температура зовнішнього повітря (0 ÷ +35 °С);
- x_5 – разовий надій молока (1,5 ÷ 10,9 л);
- x_6 – температура навколишнього повітря (0 ÷ +35 °С);
- x_7, x_8, x_9, x_{10} – температура молока з різних долей вимені (+38,5 ÷ +41,6 °С).

Задача діагностики полягає у тому, щоб кожній комбінації значень факторів поставити у відповідність одне з рішень $d_j (j = \overline{1,3})$.

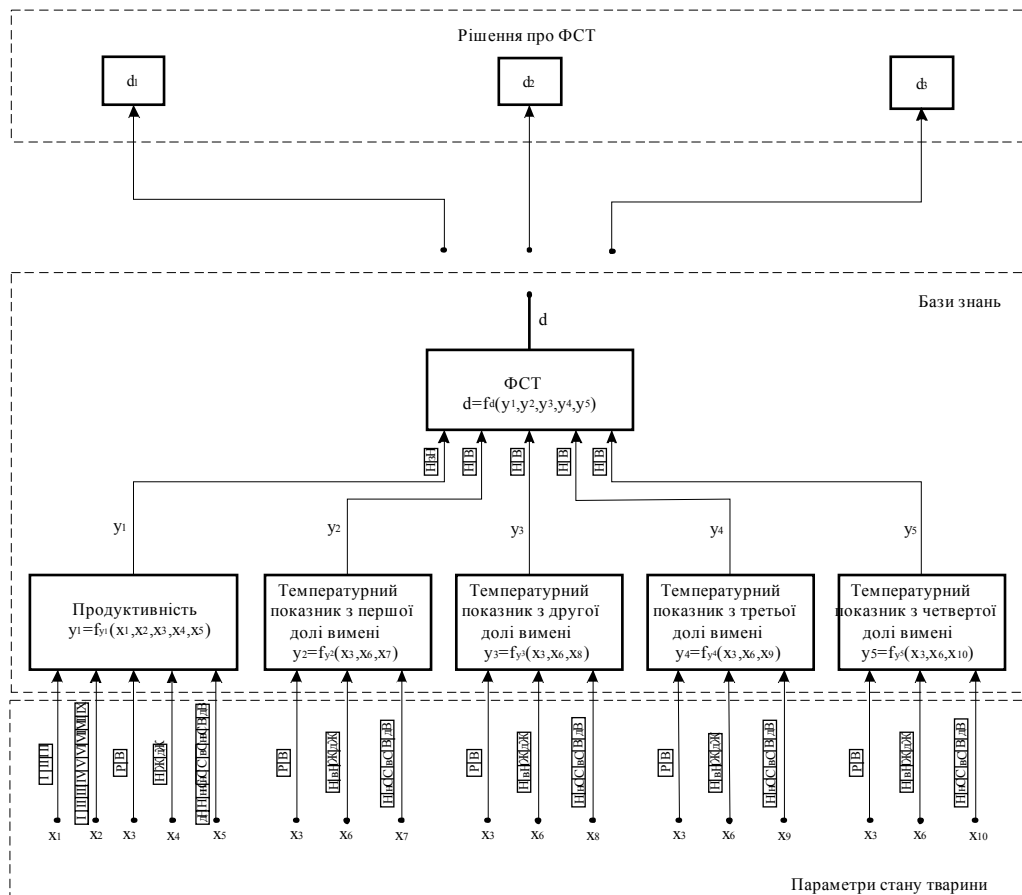


Рис. 1. Дерево логічного виводу

Фактори $x_1 \div x_{10}$, визначені вище, розглядаємо як лінгвістичні терми [15]. Крім того, введемо такі лінгвістичні змінні:

- d – діагноз, що вимірюється рівнями $d_1 \div d_{10}$;
- y_1 – продуктивність, що залежить від факторів $\{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5\}$;
- y_2 – температурний показник з першої доли вимені, що залежить від факторів $\{x_3, x_6, x_7\}$;
- y_3 – температурний показник з другої доли вимені, що залежить від факторів $\{x_3, x_6, x_8\}$;
- y_4 – температурний показник з третьої доли вимені, що залежить від факторів $\{x_3, x_6, x_9\}$;
- y_5 – температурний показник з четвертої доли вимені, що залежить від факторів $\{x_3, x_6, x_{10}\}$.

Взаємозв'язок введених лінгвістичних змінних визначається співвідношеннями (1)-(6) і наведений на рис. 2 у вигляді дерева логічного виведення.

$$D = f_D(y_1, y_2, y_3, y_4, y_5), \quad (1)$$

$$y_1 = f_{y_1}(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5), \quad (2)$$

$$y_2 = f_{y_2}(x_3, x_6, x_7), \quad (3)$$

$$y_3 = f_{y_3}(x_3, x_6, x_8), \quad (4)$$

$$y_4 = f_{y_4}(x_3, x_6, x_9), \quad (5)$$

$$y_5 = f_{y_5}(x_3, x_6, x_{10}), \quad (6)$$

Для оцінки значень лінгвістичних змінних $x_1 \div x_{10}$ використовуємо якісні терми, наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Якісні терми для оцінки значень лінгвістичних змінних $x_1 \div x_{10}$

Змінна	Терми для оцінки
x_1	перша (I); друга (II); третя і старше (III).
x_2	перший етап (I); другий етап (II); третій етап (III); четвертий етап (IV); п'ятий етап (V); шостий етап (VI); сьомий етап (VII); восьмий етап (VIII); дев'ятий етап (IX).
x_3	ранок (P); вечір (B).
x_4	нормальна (Н); жарка (Ж); дуже жарка (дЖ).
x_5	дуже низький (дН); низький (Н); набагато нижчий від середнього (ннС); нижчий від середнього (нС); середній (С); вищий від середнього (вС); набагато вищий від середнього (нвС); високий (В); дуже високий (дВ).
x_6	нормальна (Н); вищий від нормальної (вН); жарка (Ж); дуже жарка (дЖ).
$x_7 \div x_{10}$	низька (Н); нижче від середньої (нС); середня (С); вища від середньої (вС); висока (В); дуже висока (дВ).

Для оцінки значень лінгвістичних змінних $y_1 \div y_5$ використовуємо якісні терми, наведені в табл. 2.

Таблиця 2

Якісні терми для оцінки значень лінгвістичних змінних $y_1 \div y_5$

Змінна	Терми для оцінки
y_1	нормальна (Н); знижена (зН).
$y_2 \div y_5$	нормальний (Н); високий (В).

Кожний з цих термів представляє нечітку множину, задану за допомогою трикутної функції належності (рис. 2), що описується формулою (7) [19].

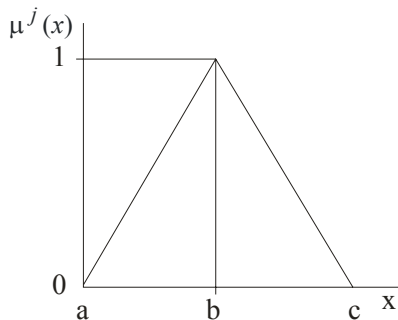


Рис. 2. Модель трикутної функції належності

$$\mu^j(x_i) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b \leq x \leq c \\ 0, & c \leq x \end{cases}, \quad (7)$$

де a , b і c – параметри налаштування, які мають таку інтерпретацію: (a, c) – носій нечіткої множини; b – координата максимуму.

Функції належності для параметрів $x_1 \div x_{10}$ подано на рис. 3.

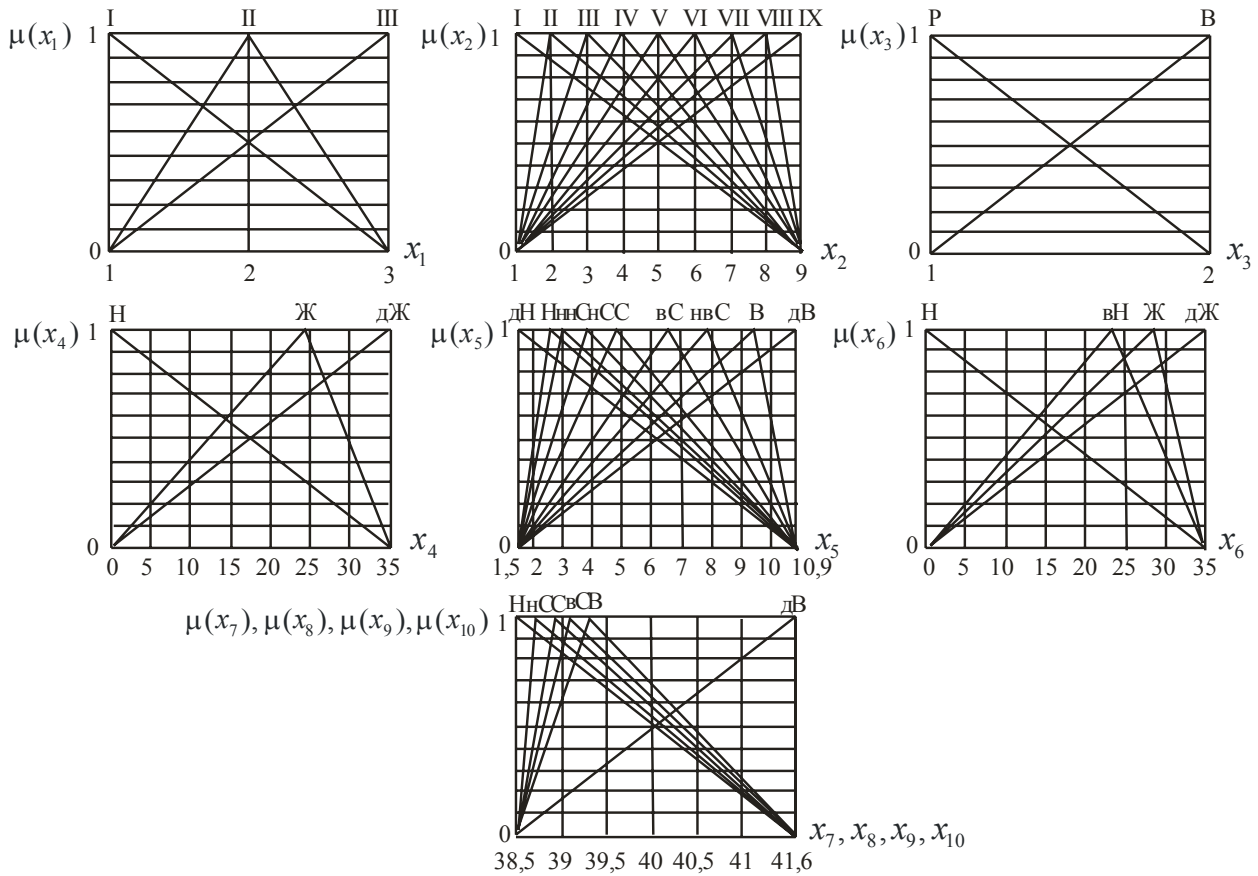


Рис. 3. Функції належності для параметрів $x_1 \div x_{10}$

Користуючись введеними якісними термами і знаннями експертів, подамо співвідношення (1)–(6) у вигляді баз знань, що наведені в табл. 3–5. Кожен рядок в табл. 3–5 відповідає нечіткому логічному висловлюванню типу “ЯКЩО-ТО”, що використовує операції ТА/АБО. Наприклад, з табл. 3 бачимо, що діагноз “у тварини стан статевої охоти” ($d = d_2$) виражається таким нечітким висловлюванням:

ЯКЩО $y_1 = Н$ ТА $y_2 = В$ ТА $y_3 = В$ ТА $y_4 = В$ ТА $y_5 = В$,
 АБО $y_1 = зН$ ТА $y_2 = В$ ТА $y_3 = В$ ТА $y_4 = В$ ТА $y_5 = В$, ТО $d = d_2$.

Таблиця 3

Знання про співвідношення (1)

y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	D
Н	Н	Н	Н	Н	d_1
Н	В	В	В	В	d_2
зН	В	В	В	В	d_3
	Н	В	Н	Н	
	Н	Н	В	Н	
	Н	Н	Н	В	
	В	Н	В	Н	
	В	Н	Н	В	
	Н	В	Н	В	

Знання про співвідношення (2)

x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	y_1
I	II	B	Ж	C	H
	III	P	дЖ	C	
II	IV	B	H	вC	
	V	P	Ж	вC	
III	VII	P	H	нвC	
	VIII	B	Ж	C	
I	IX	B	H	H	зH
	VII	B	дЖ	дH	
II	VI	P	H	вC	
	IV	P	дЖ	C	
III	III	B	H	C	
	I	B	дЖ	нC	

Таблиця 5

Знання про співвідношення (3) – (6)

x_3	x_6	x_7, x_8, x_9, x_{10}	y_2, y_3, y_4, y_5
P	H	H	H
	вH	нC	
	Ж	C	
B	вH	нC	
	Ж	вC	
	дЖ	B	
P	H	нC	B
	Ж	вC	
	дЖ	B	
B	H	нC	
	вH	C	
	дЖ	дB	

Цьому висловлюванню відповідає логічне рівняння, що пов'язує функції належності змінних $y_1 \div y_5$:

$$\mu^{d_2}(y_1, y_2, y_3, y_4, y_5) = [\mu^H(y_1) \wedge \mu^B(y_2) \wedge \mu^B(y_3) \wedge \mu^B(y_4) \wedge \mu^B(y_5)] \vee \\ \vee [\mu^{зH}(y_1) \wedge \mu^B(y_2) \wedge \mu^B(y_3) \wedge \mu^B(y_4) \wedge \mu^B(y_5)]$$

де $\mu^{d_2}(y_1, y_2, y_3, y_4, y_5)$ – функція належності рішення $d = d_2$, що залежить від значень змінних $y_1 \div y_5$; $\mu^j(y_1), \mu^j(y_2), \mu^j(y_3), \mu^j(y_4), \mu^j(y_5)$ – функції належності термів j , що залежать від значень змінних $y_1 \div y_5$; \wedge і \vee – логічні операції ТА і АБО.

Використовуючи функції належності, запишемо логічні рівняння, що формалізують експертні знання, з табл. 3–5. Для компактності запису операцію “ \wedge ” позначимо точкою (\cdot).

Логічні рівняння діагнозу ФСТ (з табл. 3):

$$\mu^{d_1}(D) = \mu^H(y_1) \cdot \mu^H(y_2) \cdot \mu^H(y_3) \cdot \mu^H(y_4) \cdot \mu^H(y_5), \quad (8)$$

$$\mu^{d_2}(D) = [\mu^H(y_1) \cdot \mu^B(y_2) \cdot \mu^B(y_3) \cdot \mu^B(y_4) \cdot \mu^B(y_5)] \vee \\ \vee [\mu^{зH}(y_1) \cdot \mu^B(y_2) \cdot \mu^B(y_3) \cdot \mu^B(y_4) \cdot \mu^B(y_5)] \quad (9)$$

$$\begin{aligned}
\mu^{d_3}(D) &= [\mu^{3H}(y_1) \cdot \mu^H(y_2) \cdot \mu^B(y_3) \cdot \mu^H(y_4) \cdot \mu^H(y_5)] \vee \\
&\vee [\mu^{3H}(y_1) \cdot \mu^H(y_2) \cdot \mu^H(y_3) \cdot \mu^B(y_4) \cdot \mu^H(y_5)] \vee \\
&\vee [\mu^{3H}(y_1) \cdot \mu^H(y_2) \cdot \mu^H(y_3) \cdot \mu^H(y_4) \cdot \mu^B(y_5)] \vee \\
&\vee [\mu^{3H}(y_1) \cdot \mu^B(y_2) \cdot \mu^H(y_3) \cdot \mu^B(y_4) \cdot \mu^H(y_5)] \vee \\
&\vee [\mu^{3H}(y_1) \cdot \mu^B(y_2) \cdot \mu^H(y_3) \cdot \mu^H(y_4) \cdot \mu^B(y_5)] \vee \\
&\vee [\mu^{3H}(y_1) \cdot \mu^H(y_2) \cdot \mu^B(y_3) \cdot \mu^H(y_4) \cdot \mu^B(y_5)]
\end{aligned} \tag{10}$$

Логічні рівняння продуктивності (з табл. 4):

$$\begin{aligned}
\mu^H(y_1) &= [\mu^I(x_1) \cdot \mu^{II}(x_2) \cdot \mu^B(x_3) \cdot \mu^{\mathcal{J}}(x_4) \cdot \mu^C(x_5)] \vee \\
&\vee [\mu^I(x_1) \cdot \mu^{III}(x_2) \cdot \mu^P(x_3) \cdot \mu^{\partial\mathcal{J}}(x_4) \cdot \mu^C(x_5)] \vee \\
&\vee [\mu^{II}(x_1) \cdot \mu^{IV}(x_2) \cdot \mu^B(x_3) \cdot \mu^H(x_4) \cdot \mu^{6C}(x_5)] \vee \\
&\vee [\mu^{II}(x_1) \cdot \mu^V(x_2) \cdot \mu^P(x_3) \cdot \mu^{\mathcal{J}}(x_4) \cdot \mu^{6C}(x_5)] \vee \\
&\vee [\mu^{III}(x_1) \cdot \mu^{VII}(x_2) \cdot \mu^P(x_3) \cdot \mu^H(x_4) \cdot \mu^{h6C}(x_5)] \vee \\
&\vee [\mu^{III}(x_1) \cdot \mu^{VIII}(x_2) \cdot \mu^B(x_3) \cdot \mu^{\mathcal{J}}(x_4) \cdot \mu^C(x_5)] \vee
\end{aligned} \tag{11}$$

$$\begin{aligned}
\mu^{3H}(y_1) &= [\mu^I(x_1) \cdot \mu^{IX}(x_2) \cdot \mu^B(x_3) \cdot \mu^H(x_4) \cdot \mu^H(x_5)] \vee \\
&\vee [\mu^I(x_1) \cdot \mu^{VII}(x_2) \cdot \mu^B(x_3) \cdot \mu^{\partial\mathcal{J}}(x_4) \cdot \mu^{\partial H}(x_5)] \vee \\
&\vee [\mu^{II}(x_1) \cdot \mu^{VI}(x_2) \cdot \mu^P(x_3) \cdot \mu^H(x_4) \cdot \mu^{6C}(x_5)] \vee \\
&\vee [\mu^{II}(x_1) \cdot \mu^{IV}(x_2) \cdot \mu^P(x_3) \cdot \mu^{\partial\mathcal{J}}(x_4) \cdot \mu^C(x_5)] \vee \\
&\vee [\mu^{III}(x_1) \cdot \mu^{III}(x_2) \cdot \mu^B(x_3) \cdot \mu^H(x_4) \cdot \mu^C(x_5)] \vee \\
&\vee [\mu^{III}(x_1) \cdot \mu^I(x_2) \cdot \mu^B(x_3) \cdot \mu^{\partial\mathcal{J}}(x_4) \cdot \mu^{hC}(x_5)]
\end{aligned} \tag{12}$$

Логічні рівняння температурних показників для різних долей вимені (з табл. 5):

$$\begin{aligned}
\mu^H(y_2) &= [\mu^P(x_3) \cdot \mu^H(x_6) \cdot \mu^H(x_7)] \vee [\mu^P(x_3) \cdot \mu^{6H}(x_6) \cdot \mu^{hC}(x_7)] \vee \\
&\vee [\mu^P(x_3) \cdot \mu^{\mathcal{J}}(x_6) \cdot \mu^C(x_7)] \vee [\mu^B(x_3) \cdot \mu^{6H}(x_6) \cdot \mu^{hC}(x_7)] \vee \\
&\vee [\mu^B(x_3) \cdot \mu^{\mathcal{J}}(x_6) \cdot \mu^{6C}(x_7)] \vee [\mu^B(x_3) \cdot \mu^{\partial\mathcal{J}}(x_6) \cdot \mu^B(x_7)]
\end{aligned} \tag{13}$$

$$\begin{aligned}
\mu^B(y_2) &= [\mu^P(x_3) \cdot \mu^H(x_6) \cdot \mu^{hC}(x_7)] \vee [\mu^P(x_3) \cdot \mu^{\mathcal{J}}(x_6) \cdot \mu^{6C}(x_7)] \vee \\
&\vee [\mu^P(x_3) \cdot \mu^{\partial\mathcal{J}}(x_6) \cdot \mu^B(x_7)] \vee [\mu^B(x_3) \cdot \mu^H(x_6) \cdot \mu^{hC}(x_7)] \vee \\
&\vee [\mu^B(x_3) \cdot \mu^{6H}(x_6) \cdot \mu^C(x_7)] \vee [\mu^B(x_3) \cdot \mu^{\partial\mathcal{J}}(x_6) \cdot \mu^{\partial B}(x_7)]
\end{aligned} \tag{14}$$

Розроблення алгоритму роботи інтелектуальної СППР під час діагностики ФСТ

Нечіткі логічні рівняння разом з функціями належності нечітких термів дають змогу приймати рішення про діагноз ФСТ за таким алгоритмом:

1. Фіксуємо значення параметрів стану тварини $x_1 \div x_{10}$.
2. Визначаємо значення функцій належності параметрів стану тварини $x_1 \div x_{10}$ лінгвістичним термам з табл. 1.
3. Підставляємо знайдені на кроці 2 ступені належності в нечіткі логічні рівняння (11)–(12) та обчислюємо ступені належності змінної y_1 до термів “Н” та “зН” відповідно.
4. Підставляємо знайдені на кроці 2 ступені належності в нечіткі логічні рівняння (13)–(14) та обчислюємо ступені належності змінних $y_1 \div y_5$ до термів “Н” та “В”.
5. Підставляємо знайдені на кроках 3 та 4 ступені належності в нечіткі логічні рівняння (8)–(10) та обчислюємо ступені належності рішення до термів d_1, d_2, d_3 відповідно.

6. Як рішення про ФСТ приймаємо терм із множини $\{d_1, d_2, d_3\}$ з максимальним ступенем належності

$$\mu^{d_j^*}(x_1^*, x_2^*, \dots, x_{10}^*) = \max[\mu^{d_j}(x_1^*, x_2^*, \dots, x_{10}^*)].$$

Розроблення структури інтелектуальної СППР при діагностиці ФСТ

Структуру системи діагностики ФСТ реалізовано за допомогою пакета прикладних програм Fuzzy Logic Toolbox середовища MatLab, у вигляді FIS-структури. FIS-структура має всі необхідні дані для реалізації функціонального відображення “входи-виходи” на основі нечіткого логічного виводу згідно зі схемою, наведеною на рис. 4. Вона містить чотири основні блоки і дві бібліотеки.

“Блок вводу знань”. Введення бази знань здійснюється вибором у меню відповідної комбінації термів на основі структури дерева виводу (рис. 1) згідно з табл. 3–5. Інформація про залежність $D = f(X)$ у вигляді лінгвістичних правил типу “ЯКЩО-ТО” зберігається у бібліотеці “Бази знань”, що підлягає редагуванню.

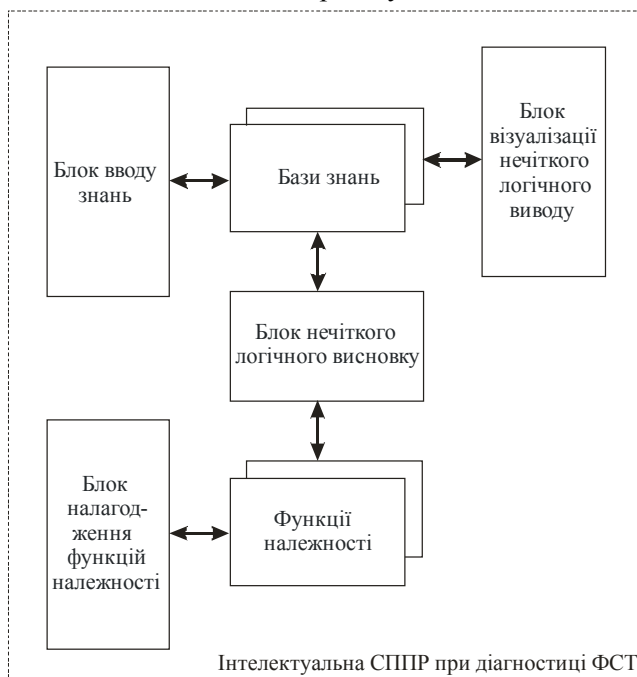


Рис. 3. Структура системи діагностики ФСТ

“Блок налагодження функцій належності”. В редакторі функцій належності передбачено введення діапазону зміни вхідних та вихідних змінних, вибір типу і функцій належності для їх лінгвістичної оцінки, задання кількості та найменування термів та параметрів функцій належності вибраного типу. Ця інформація зберігається у бібліотеці “Функції належності”.

“Блок нечіткого логічного висновку” на основі правил бази знань визначає значення вихідної змінної у вигляді нечіткої множини, що відповідає нечітким значенням вхідних змінних.

“Блок візуалізації нечіткого логічного виводу”. При використанні відповідної команди можливе виведення вікна, що відображає поверхню “входи-вихід”, що відповідає синтезованій нечіткій системі.

Адекватність діагностики інтелектуальної СППР при діагностиці ФСТ

Адекватність діагностики ФСЛК, тобто відповідність результатів нечіткого логічного висновку, покладеного в основу роботи інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень про ФСТ (системний діагноз), і реального стану тварини (ветеринарний діагноз), визначається двома головними факторами: якістю функцій належності та якістю нечіткої бази знань. Забезпечення якості знань, що формалізуються у вигляді нечітких логічних рівнянь, досягається використанням реальних анамнезів з правильно поставленими діагнозами.

Порівняння системних та ветеринарних діагнозів виконано на підставі лабораторних даних Державного підприємства “Дослідне господарство імені 9 січня Полтавського інституту агропромислового виробництва імені М.І. Вавилова Української академії аграрних наук”. У вибірці входило 180 корів з верифікованими діагнозами. Фрагмент порівняння подано в табл. 6. Збіг системних і ветеринарних діагнозів спостерігався у 175 корів (у 97 % випадків), що доводить адекватність рішень, прийнятих системою підтримки прийняття рішень про ФСТ.

Фрагмент порівняння системних і ветеринарних діагнозів

ІД номер тварини	Параметри тварини										Сист. діагноз	Ветер. діагноз
	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈	x ₉	x ₁₀		
UA2100079701	1	170	P	15	6,9	15	38,6	38,6	38,6	38,6	Здорова	Здорова
UA2100079789	2	96	P	28	6,5	28	39,8	39,8	39,8	39,8	Ст.охота	Ст. охота
UA2100079791	2	282	P	17	3,3	17	38,7	38,7	40	40	Мастит	Мастит
UA2100079804	1	236	B	23	3,2	23	39,3	39,3	39,3	39,3	Ст.охота	Ст. охота
UA2100079849	1	118	P	16	7,7	16	38,7	38,7	38,7	38,7	Здорова	Здорова
UA2100080113	6	204	P	7	6,5	7	38,6	39,2	38,6	38,6	Мастит	Мастит
UA2100079734	3	82	B	22	5,8	22	38,9	38,9	38,9	38,9	Здорова	Ст. охота
UA2100080407	3	200	P	35	4	35	41,2	39,2	39,2	39,2	Мастит	Мастит

Висновки

У статті розглянуто методи автоматизованої діагностики ФСТ та доведено перспективність застосування апарату нечіткої логіки для діагностики ФСЛК.

Розроблено інтелектуальну СППР при діагностиці ФСТ, зокрема маститу і стану статевої охоти, на прикладі корів породи “Чорна ряба”. При цьому розглянуто організацію знань, алгоритм роботи та структуру системи і доведено адекватність діагностики.

Переваги розробленої системи полягають в тому, що вона дає змогу формалізувати накопичений досвід фахівців з ветеринарії і дає змістову інтерпретацію результатів. Її можна впровадити на товарних фермах, тваринницьких комплексах і фермерських господарствах у складі автоматизованих доїльних установок будь-якого типу. Вона дає можливість щоденного контролю за фізіологічним станом корів, здійснення своєчасного лікування або запліднення.

Подальше вдосконалення системи можливе за умови виконання таких завдань:

- збільшення бази даних для підвищення достовірності результатів системи;
- розширення діагностики за рахунок збільшення рівнів діагнозів;
- урахування більшої кількості вхідних параметрів.

1. Бриль В.С. Гігієна одержання молока і профілактика маститів у корів / В.С. Бриль, І.Г. Пошкурлат. – К.: Урожай, 1984. – 72 с. 2. Харута Г. Ефективність препаратів мастіет форте й ампіклокс БС при гнійно-катаральному маститі корів / Г. Харута, А. Краєвський, Б. Івасенко // *Вет. медицина України*. – 2001. – № 4. – С. 39–40. 3. Валюшкин К.Д. Препарат “Уберосан” для лечения коров, больных маститами / К.Д. Валюшкин, С.Н. Ковальчук, В.В. Петров // *Наук. вісник Львів. держ. акад. вет. медицини ім. С.З. Гжицького*. – Т. 4 (№ 5). – Львів, 2002. – С. 27–30. 4. Вибір оптимального строку осіменіння корів і телиць [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.zootehnia.or.kz/index.php?option=com_content&task=view&id=73&Itemid=. – 09.07.2008 р. – Назва з титул. екрана. 5. Управление дойними коровами [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.delaval.ru/Dairy_Knowledge/EfficientDairyHerdMgmt/Management_Of_The_Dairy_Cow.htm. – 22.01.2009 р. – Назва з титул. екрана. 6. Pellerin D. Lait-Xpert Vaches: an expert system for dairy herd management / D. Pellerin, R. Levallois, G. St-Laurent, J.-P. Perrier // *Journal of dairy science*. – 1994. – № 77. – P. 2308–2317. 7. Allore H.G. A decision support system for evaluating mastitis information / H.G. Allore, L.R. Jones, W.G. Merrill, P.A. Ottenacu // *Journal of dairy science*. – 1995. – № 78. – P. 1382–1398. 8. Луценко М. Прилади для контролю якості виконання технологічних процесів у тваринництві / М. Луценко, В. Смоляр // *Техніка АПК*. – 2005. – № 5–6. – 32–34. 9. Hogewerf H. The efficacy of in-line measurement of quarter milk electrical conductivity, milk yield and milk temperature for the detection of clinical and subclinical mastitis / H. Hogewerf // *Livest. Prod. Sci.* – 1992. – № 30. – p. 239-249. 10. Firk R. Systematic effects on activity, milk yield, milk flow rate and

electrical conductivity / R. Firk, E. Stamer, W. Junge, J. Krieter // Arch. Tierz. – 2002. – № 3. – P. 213–222. 11. Пат. 34439 Україна, МПК А 01 J 7/00. Спосіб діагностики фізіологічного стану корів / Версаль Ю.В.; заявник і патентовласник Кіровоград. нац. техн. ун-т. - № 200803383. – заявл. 17.03.08; опубл. 11.08.08, Бюл. № 15. 12. Пат 43266 Україна, МПК А 01 J 7/00. Спосіб діагностики маститу і стану статевої охоти у корів / Версаль Ю.В.; заявник і патентовласник Кіровоград. нац. техн. ун-т. - № 200902353. – заявл. 16.03.09; опубл. 10.08.09, Бюл. № 15. 13. Wang E. On-line detection of mastitis in dairy herds using artificial neural networks / E. Wang, S. Samarasinghe // Proc. Int. Congr. Modelling and Simulation. - 2005. - P. 273-278. 14. Heald C.W. A computerized mastitis decision aid using farm-based records: an artificial neural network approach / C.W. Heald, T. Kim, W.M. Sischo, J.B. Cooper, D.R. Wolfgang // Journal of Dairy Science. – 2000. – № 83. – P. 711–720. 15. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений / Л. Заде – М.: Мир, 1976. – 167 с. 16. Cavero D. Mastitis detection in dairy cows by application of fuzzy logic / D. Cavero, K.-H. Tölle, C. Buxadé, J. Krieter // Livestock Science. – 2006. – № 105. – P. 207-213. 17. de Mol R.M. Application of fuzzy logic in automated cow status monitoring / R.M. de Mol, W.E. Woldt // Journal of Dairy Science. – 2001. – № 84. – P. 400–428. 18. de Mol R.M. Automated detection of oestrus and mastitis in dairy cows.: Ph.D. Thesis / de Mol R.M. – Wageningen, 2000. – 177 p. 19. Ротштейн А.П. Медицинская диагностика на нечеткой логике / А.П. Ротштейн – Винница: Континент–ПРИМ, 1996. – 132 с.

УДК 004.738.5

В.А. Висоцька

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра інформаційних систем та мереж

СХЕМИ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ КОНТЕНТОМ

© Висоцька В.А., 2010

Проаналізовано основні проблеми електронної комерції та функціональних сервісів керування контентом. Запропоновано методи вирішення цих проблем.

Ключові слова: контент, функціональні сервіси керування контентом.

In the given article main problems of electronically commercial and content management interoperability services are analyzed. New methods for solution of discussed problems are proposed.

Keywords: content, content management interoperability services.

Вступ. Загальна постановка проблеми

Контент (англ. content — зміст) — будь-яке інформаційне змістове наповнення (тексти, графіка, мультимедіа) інформаційного ресурсу (Web-сайту), подане у формі інформації, яку користувач може завантажити на диск комп'ютера з дотриманням відповідних законностей, як правило, тільки для особистого користування. Фінансовий ринок з поширення контенту забезпечує єдиний технологічний процес підготовки оперативної інформації (множини контенту), яка є доступною користувачам Інтернету через відповідні сайти. Оперативна інформація за природою є суб'єктивною і залежить від того, чи певні значення сприйняті, відображені, збережені тощо. Для опрацювання і застосування у розв'язуванні певного кола задач контент подається у формі, придатній для цього. Своєю чергою, оперативну інформацію аналізують, формалізують та структурують модератори систем.