

ИНФОРМАЦИОННА СИСТЕМА ЗА АВТОМАТИЧНО ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ОПТИМАЛНИ ПАРАМЕТРИ НА МИКРОКЛИМАТА В ЖИВОТНОВЪДНА СГРАДА

Пламен Даскалов

*Русенски Университет „А. Кънчев”, катедра „Автоматика, информационна и управляваща техника”, ул. „Студентска” 8, Русе 7017, България,
e-mail: daskalov@uni-ruse.bg*

INFORMATION SYSTEM FOR AUTOMATIC DETERMINATION OF OPTIMAL MICROCLIMATE PARAMETERS IN ANIMAL BUILDING

Plamen Daskalov

*University of Ruse, Department of Automation, information and control engineering,
8 Studentska Street, 7017 Ruse, Bulgaria, e-mail: daskalov@uni-ruse.bg*

ABSTRACT

An information system as MATLAB graphical user interface for automatic determination of optimal microclimate parameters in animal building is presented in the paper. The system is based on technical- economic optimization model for calculation of the optimal air temperature inside the bulding.

Key words: information system, microclimate, livestock (pig) building

УВОД

Свиневъдството е сектор в животновъдството, на чието развитие се отделя голямо внимание. Пазарът на свинско месо заема голям дял в търговията с животински продукти. В условията на засилваща се конкуренция все повече усилия се отделят за подобряване на качеството и снижаване себестойността на продукцията. За постигане на тази цел се работи в няколко направления – развитие и разширяване на генофонда, подобряване на жизнената среда в помещенията за отглеждане на животните, снижаване на енергийните разходи.

Повишаване цените на електроенергията, топлоенергията и горивата през последните години, заедно със завишените технологични изисквания и нужда от понижаване на себестойността на продукцията налагат разработване на информационни-съветващи системи за оптимизиране параметрите на микроклимата в животновъдните сгради.

Анализът на производствените резултати в промишленото свиневъдство показват, че продуктивността на животните зависи 20 % от породата, 45-50 % от храненето и качеството на фуража и 30-35 % от микроклиматичните условия на отглеждане [5]. От всички фактори на микроклимата най-голямо влияние върху прасетата и здравето на свинете оказва температурата на въздуха в свиневъдната сграда [5, 7].

Изследванията през последните години са насочени към установяване на зона на топлинен комфорт (т.н. термонеутрална зона), в която процесите на топлообмен между животните и обкръжаващата среда са оптимални в енергийно отношение и енергията на фуража се използва най-пълно за получаване на животинска продукция [1, 11]. Границите на тази зона се дефинират като долна (ДКТ) и горна (ГКТ) критични температури [11].

Един от пътищата за намаляване на енергийните разходи при системите за микроклимат е да се поддържа температурата на въздуха в границите между долно и горно критичните температури. Управлението на температурата по този начин сравнено спрямо случая, когато се осигурява оптимална, в съответствие с нормативни изисквания, може да доведе до намаляване разхода на енергия до 25-30 % [6]. В зимен режим се препоръчва управление на системата за микроклимат по долно-критичната температура [10,14].

Друг подход за намаляване на енергийните разходи при система за микроклимат е използване на локално подово отопление в сградите. Анализите показват, че подовото отопление осигурява снижаване с 25-40 % на експлоатационните разходи при отопления на помещения с голям обем [8].

Основен проблем при оптимизиране параметрите на микроклимата в животновъдните сгради е определяне на такива температурно-влажностни зададени стойности, които да осигуряват не оптимални биологични резултати, а оптимални икономически резултати при отглеждането на животните [13].

Основна цел на настоящия доклад е да се представи един подход и програмна реализация на система за оптимизиране на температурните параметри на микроклимата в типова животновъдна сграда за отглеждане на подрастващи прасета чрез използване на технико-икономически оптимизационен модел.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Обект на изследването е стандартна типова панелна сграда за отглеждане на 880 подрастващи свине. Сградата е оборудвана със система за микроклимат, съдържаща контури за управляема естествена вентилация, за охлаждане на въздуха, чрез допълнително овлажняване и подово отопление [9].

Разработването на модел за оптимизиране на микроклимата може да стане като се намерят уравненията за приходите и разходите в животновъдната сграда и се обединят в обща зависимост за намиране на целевата функция.

За целта е изведено уравнение за общите приходи, което се изчислява на база прираст P_r от животните и цената на месото C_M :

$$P=f(t_c) = P_r \cdot C_M \quad (1)$$

където P са общите приходи, лв.; P_r – общ прираст, kg; C_M – цена на месото, лв./kg. Общият прираст P_r е нелинейна функция на множество микроклиматични параметри, най-важният от които е температурата на въздуха t_c в животновъдната сграда.

Разходите Z_t в общ вид се записват със следните зависимости:

$$Z_t = Z_F + Z_Q \quad (2)$$

където Z_t са общите разходи, получени при сбора на разходите за фураж Z_F и разходите за отопление Z_Q .

Разходите за отопление Z_Q се получават, като се има в предвид уравнение (3):

$$Z_Q = Q_f \cdot C_{Qf} \quad (3)$$

където Z_Q са общите разходи за отопление, лв.; Q_f - количеството топлина, отделяна от контура за подово отопление, kW; C_{Qf} – цената на топлоносителя, лв./kW. Необходимото количество топлина Q_f за отопление зависи от топлинния баланс на животновъдната сграда и е нелинейна функция няколко микроклиматични величини, включващи и топло и влагоотделянето от животните. Детайлни подробности за моделите на топлинния баланс са представени в [4,12].

Разходите за фураж Z_F могат да се изразят по следния начин:

$$Z_F = F \cdot C_F, \quad (4)$$

където F е необходимото количество фураж на ден; C_F – цената на фуража, лв./kg

Окончателно за целевата функция L (печалбата) се получава:

$$L = P - Z_t \quad (5)$$

Намирането на екстремум на целевата функция може да стане с класическите методи за оптимизация, но напоследък все по-често се използва генетичният алгоритъм за оптимизация. Генетичните алгоритми са преки, стохастични методи за оптимизация, позволяващи генериране на популация от точки на всяка итерация на изчисленията. Оптималното решение се постига чрез определяне на най-добрата точка в популацията.

Информационната система за оптимизиране на параметрите на микроклимата е реализирана като Графичен Потребителски Интерфейс (GUI) в програмната среда MATLAB. За разработване на структурата на информационната система е използван вградения в Matlab редактор GUIDE. Този редактор позволява потребителя да създава различни по вид графични обекти, като им задава различни атрибути– размери, позиция в работното поле, цвят на обекта, цвят на фона и др.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

На основата на уравненията (1)-(5) са извършени симулационни изследвания за оптималната температура на въздуха, оптималното количество фураж и печалбата. Резултатите от тези са получени при различни стойности на масата на подрастващите прасета m , температурата на пода t_f , консумацията на енергия във вид на храна F и при постоянни стойности на скоростта на въздушните потоци в сградата V , цената на свинско месо C_M , цената на ел. ток за отопление C_{Qf} , цената на фуража C_F , температурата t_a и влагосъдържанието d_a на атмосферния въздух, скоростта на вятъра V_w и въздухообмена в сградата G_b .

На фиг.1 е показан общият вид на графичния интерфейс за изчисляване на оптималните параметри на микроклимата за типова панелна свиневъдна сграда за отглеждане на 880 подрастващи свине.

Информационна система за определяне на оптимални параметри на микроклимата в животновъдна сграда

<p>Константи:</p> <p>Брой на животните в сградата $N_p=880$ бр.</p> <p>Топлинно съпротивление на пода $R_{f45}=0.07, ^\circ\text{Cm}^3/\text{W}$</p> <p>Вътрешна температура на животното $t_b=39, ^\circ\text{C}$</p> <p>Брой на животните в група $N=12$ бр.</p>	<p>Въвеждане на данни, необходими за изчисляване на t_c</p> <p>Избор на отопление: Без отопление</p> <p>$m = 20$ kg $F = 15$ MJ/day</p> <p>$t_f =$ $V = 0.15$ m/s</p>	<p>Изчисляване на t_c</p> <p>$t_c = 21.57$ $^\circ\text{C}$</p>
<p>Въвеждане на данни, необходими за оптимизиране параметрите</p> <p>Цена на месо = 2.20 лв.</p> <p>Цена на ток = 0.19 лв.</p> <p>Цена на фураж = 0.38 лв.</p> <p>$t_a = -10$ $^\circ\text{C}$</p> <p>$d_a = 7$ g/kg</p> <p>$V_w = 2.5$ m/s</p> <p>$G_b = 12000$ m³/h</p>	<p>Оптимизиране на технологичните параметри</p> <p>$t_{\text{опт.}} = 19.43$ $^\circ\text{C}$</p> <p>Количество фураж опт. = 2816.16 kg</p> <p>Печалба = 1103.12 лв.</p>	

Изход

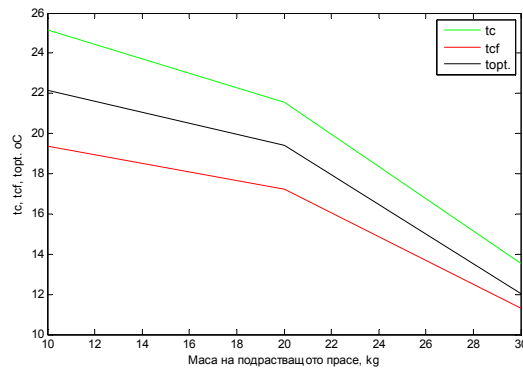
Фиг.1. Графичен интерфейс за изчисляване на оптималните параметри на микроклимата при маса на подрастващите свине $m=20$ кг.

На фиг. 2 са илюстрирани графиките на долно-критичната температура без подово отопление (t_c), долнокритичната температура при наличие на подово отопление (t_{cf}) и оптималната температура на въздуха ($t_{\text{опт}}$) в животновъдната сграда, при различни стойности на масата на животното (m).

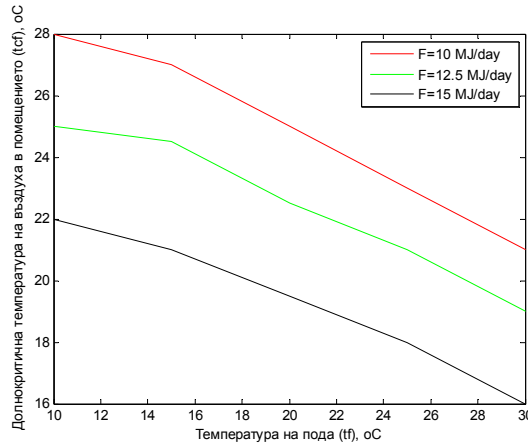
От получените резултати може да се направи следния извод. При увеличаване на масата на подрастващото прасе m и при липса на подово отопление, долнокритичната температура t_c рязко намалява, като следствие необходимото количество фураж се увеличава, т.е разходите също се увеличават. В следствие на всичко това печалбата намалява.

На следващата графика са илюстрирани зависимостите на долно-критичната температура на въздуха (t_{cf}) в свиневъдната сграда от температурата на повърхността на пода (t_f), при различна консумация на енергия във вид на храна (фураж). От графиките се вижда,

че при намалено хранене на животните и при използване на ниско енергиен фураж, стойностите на долно-критичната температура на въздуха (t_{cf}) значително се повишават, а това ще доведе до повишаване на разхода за енергия за затопляне на животновъдната сграда.

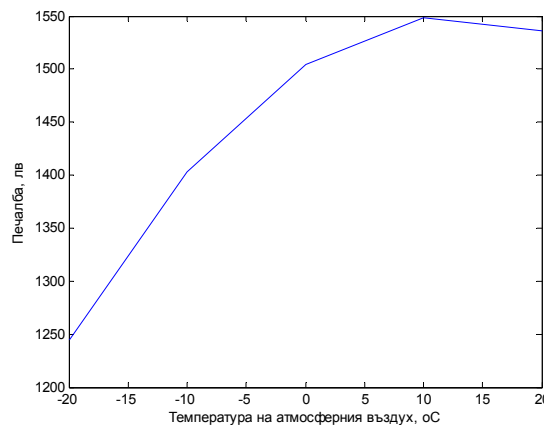


Фиг.2. Зависимости на долнокритичната температура на въздуха при отсъствие и наличие на подово отопление (t_c , t_{cf}), оптимална температура на въздуха в свиневъдната сграда (t_{opt}) при различни стойности на масата на подрастващото прасе (m)



Фиг.3. Зависимостите на долно-критичната температура на въздуха (t_{cf}) в свиневъдната сграда от температурата на повърхността на пода (t_f), при различна консумация на енергия във вид на храна.

При повишение на температурата на атмосферния въздух (t_a), разходите за отопление намаляват, в следствие на което се получава по-голяма печалба. Тази зависимост е показана на фиг.4.



Фиг.4. Зависимост на печалбата от температурата на атмосферния въздух (t_a)

ИЗВОДИ

В доклада е разработен технико-икономически оптимизационен модел за определяне на оптимални параметри на микроклимата в типова животновъдна сграда за отглеждане на подрастващи прасета.

На основата на този модел е разработената в средата на MATLAB информационно-съветваща система за оптимизиране на параметрите на микроклимата във вид на Графичен Потребителски Интерфейс (GUI).

Поради това, че температурното влияние върху животните е по – значително от влажностното, то информационната система е изградена за оптимизиране на температурата в сградата.

Разработената информационна система за оптимизиране на параметрите на микроклимата позволява чрез промяна на външните параметри да се изчисли оптималната температура на въздуха в животновъдната сграда по няколко начина - при наличие и при отсъствие на подово отопление.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баротфи И., П. Рафай. Энергосберегающие технологии и агрегаты на животноводческих фермах. М. 1988.
2. Бенков М., М. Кирилов. Влияние на броя на подрастващите прасета, отглеждани в клетки, върху растежа, оползотворяването на фуража и поведението им. Животновъдни науки, 1984.
3. Бронфман Л. И. Микроклимат помещений в промышленном животноводстве и птицеводстве . Москва, 1984.
4. Даскалов, П. И. Идентификация на динамиката на температурно-влажностните процеси на микроклимата в свиневъдна сграда, International Conference “Automatics and Informatics’09”, 2009, Sofia, Bulgaria, p.IV29-IV32
5. Лебед А. А. Микроклимат животноводческих помещений. Москва, 1984.
6. Медведев С. И. Совершенствование управления тепловым режимом в животноводческих помещениях. МЭСХ. 1984.
7. Петков Г. Н., Б. Д. Байков. Промышленно животновъдство и микроклимат. С., 1985
8. Стамов С. Д. Централни отоплителни инсталации. С., 1980.
9. Andonov, K., Daskalov, P., Martev, K. A new approach to controlled natural ventilation of livestock buildings. Biosystems Engineering, 2003, vol.84, pp. 91-100
10. Boon C. R. Microprocessor control of the environment for finishing pigs, using lower critical temperature. Butterworths, London.
11. Bruce J. M., J. J. Clark. Models of heat production and critical temperature for growing pigs. Anim. Prod. 1979.
12. Daskalov P. I. Prediction of temperature and humidity in a naturally ventilated pig building. J. agric. EngngRes, 1997.
13. Daskalov, P., K. Arvanitis, G. Pasgianos, N. Sigrimis. Non-linear Adaptive Temperature and Humidity Control in Animal Buildings. Biosystems Engineering, 2006, vol.93, pp. 1-24
14. P. Daskalov, K.G. Arvanitis, N.A. Sigrimis, J. Pitsilis. Development of an advanced microclimate controller for naturally ventilated pig building. Computers and Electronics in Agriculture, 2005, vol. 49, pp. 377-391