

УДК 536.2

**ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ MATLAB Simulink
СИСТЕМИ МІКРОКЛІМАТУ В ПТАШНИКАХ**

У ЛІТНІЙ ПЕРІОД РОКУ

В. І. Троханяк, асистент

В. О. Мірошник, доцент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

e-mail: v1kt0r_t@ukr.net

Анотація. *Вдосконалено енергоефективну систему мікроклімату у птахівничих приміщеннях використовуючи низькопотенціальну енергію води підземних свердловин із застосуванням теплообмінників-рекуператорів нової конструкції. Розроблено імітаційну модель тепло- масообміну в пташниках у літній період року, знайдено постійну часу нагріву.*

Ключові слова: *імітаційна модель, вентиляція, зимовий період, вологісний режим, теплообмін.*

Тваринницька ферма за інформаційною ємністю об'єкту відноситься до середніх типових об'єктів управління (ТОУ). Серед параметрів регулювання в ньому найбільш важливими є температура в приміщенні і кількість шкідливих речовин і вологи у повітрі. Кількість шкідливих речовин в повітрі визначається об'ємом повітря, який поступає у приміщення і кількості тварин в ньому. Температура у приміщенні визначається втратами тепла в навколишнє середовище і затратами на підігрівання повітря до температури приміщення. Слід зауважити, що життєдіяльність біологічного об'єкту ТОУ, тварин, приводить до виділення теплоти, яку слід враховувати при побудові моделі теплообміну в приміщенні ферми і до виділення вологи, і яку слід враховувати при обчисленні витрат повітря на загальнообмінну вентиляцію, направлену на видалення вологи і вуглекислого газу з приміщення.

Мета досліджень – розробка імітаційної моделі тепло- масообміну, системи вентиляції птахівничого приміщення у літній період року за допомогою теплообмінних апаратів.

Матеріали та методика досліджень. При створенні математичної моделі вентиляції на фермі складається матеріальний баланс шкідливих речовин у приміщенні ферми. Важливим чинником цього є витрати повітря, які поступають в приміщення ферми для вентиляції. Цей параметр використовується не тільки по каналу регулювання температури, а й по каналу регулювання чистоти повітря в приміщенні. І тут він є параметром керування. Витрати повітря розраховуються в залежності від багатьох шкідливих факторів, які поступають у повітря: вологи, вуглекислого газу, метану, видалення надлишкової теплоти та ін., але для регулювання вибирають той чинник, який дає найбільше значення повітрообміну. За традиційними методиками розрахунку, у літній період року, найбільш необхідним повітрообміном є по видалення надлишкової теплоти, що і бралось за основу. В імітаційній моделі значення необхідного повітрообміну V_v (див. рис. 1) виражений апроксимаційною функцією (1) в залежності від зовнішньої температури повітря t_z .

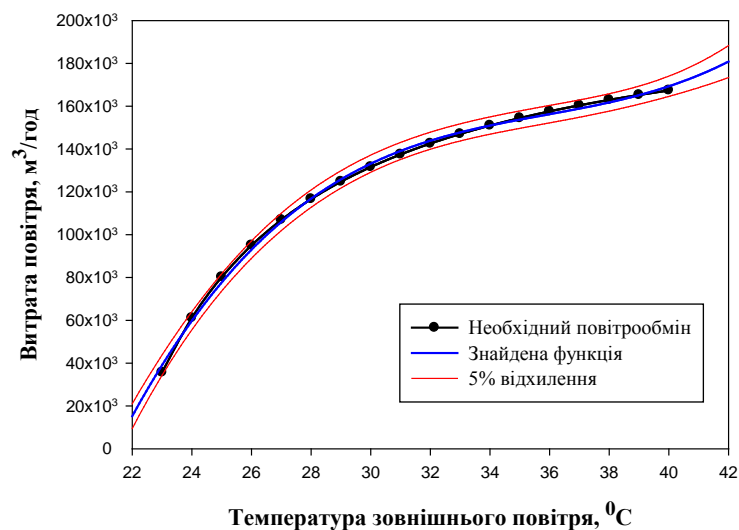


Рис. 1. Залежність повітрообміну в пташнику від зовнішньої температури повітря в літній період року.

Знайдено апроксимаційну функцію (1), яка описує необхідний повітрообмін для видалення надлишкової теплоти в літній період року з пташника до температури зовнішнього повітря (див. рис. 1), з похибкою апроксимації 5%:

$$f(x) = -1769042,7415 + 156074,939 \cdot x - 4284,633 \cdot x^2 + 39,856 \cdot x^3 \quad (1)$$

де, $x = 23,24 \dots 40$ – температура зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$.

Проведено розрахунок системи вентиляції та опалення в літній період року за відомими методиками [1, 2]. На рис. 1 зображено графік залежності кількості повітря для видалення надлишкової теплоти з приміщення пташника від зовнішньої температури повітря. Необхідний повітрообмін в літній період року у пташнику при температурі $+40^{\circ}\text{C}$ становить $168200 \text{ м}^3/\text{год}$. Мінімальний повітрообмін становить 36 тис. $\text{м}^3/\text{год}$ при зовнішній температурі повітря $+23^{\circ}\text{C}$, видалення сумарних вологовиділень, вуглекислоти та аміаку знаходиться в межах, які вказувались вище.

В статичному режимі кількість тепла, яке поступає в приміщення з тваринами Q_t і додатковим нагріванням Q_{TA1} дорівнює кількості тепла, що втрачається на нагрівання вентиляційного повітря Q_v і втрати тепла в навколишнє середовище Q_w , а також повне відбирання теплоти Q_{TA} в літній період року від припливної вентиляції. Додаткове нагрівання Q_d в моделі становить нулю. Витрата води $G_{\text{води}}$ [3, 4] для теплообмінників використовується у моделі та виражена апроксимаційною функцією для літнього (5) періоду року. Розроблення математичної моделі тепло-масопереносу в приміщенні птахоферми у літній період року проводилось [5].

Розроблення математичної моделі теплообміну в приміщенні птахоферми у літній період року:

$$Q_d + Q_t - Q_v - Q_w - Q_{TA} = 0 \quad (2)$$

Для створення моделі в системі MATLAB Simulink приведемо рівняння динаміки процесу теплообміну до виду Коші і запишемо його у формі:

$$\frac{dt_p}{d\tau} = \frac{t_z}{T_t} + \frac{Q_d + Q_t}{(KF_p + K_v) \cdot T_t} - \frac{t_p}{T_t} \quad (3)$$

Постійна часу зміни вологи в повітрі приміщення T буде дорівнювати часу необхідному для встановлення заданого значення вологовмісту в приміщенні, коли швидкість зміни вологи дорівнюватиме початковій. Цей параметр буде залежати від акумулюючої здатності ТОВУ, об'єму приміщення ферми. Позначимо постійну часу нагрівання ТОВУ, с:

$$T = \frac{V_p \rho_p C_p}{(KF_p + V_v \rho_p C_p)} \quad (4)$$

де: V_p – об'єм приміщення ферми, m^3 ; F_p – площа поверхні стін і стелі ферми, m^2 ; ρ_p – густина повітря, kg/m^3 ; c_p – теплоємність повітря, $Dj/(kg \text{ град})$; K – середнє значення коефіцієнта теплопередачі стін і стелі приміщення ферми, $Вт/(m^2 \text{ град})$; n – кількість тварин на фермі, шт.; q – середнє тепловиділення тварини, Dj , V_v - швидкість подавання вентиляційного повітря, m^3/c .

Результати досліджень. Проведені дослідження по розробці електротехнічного комплексу в пташнику дають можливість побудови алгоритмів керування за допомогою графічних залежностей (див. рис. 2). Використовуючи воду підземних свердловин для охолодження припливного повітря у птахівничому приміщенні за допомогою теплообмінників-рекуператорів в літній періоді року побудовано графіки витрати води, яка циркулює в системі за допомогою циркуляційного насоса, в залежності від зовнішньої температури повітря (див. рис. 2). Залежно від витрат води, за допомогою магнітних клапанів, будуть вводиться в дію теплообмінні апарати в автономному режимі. При температурі $+23 \text{ }^\circ\text{C}$ необхідно використовувати 3 теплообмінні апарати з витратою води $2,5 \text{ м}^3/\text{год.}$, а від $+35 \text{ }^\circ\text{C}$ до $+40 \text{ }^\circ\text{C}$ – 6 теплообмінників з витратою води від 57 до $108 \text{ м}^3/\text{год}$ (рис. 2).

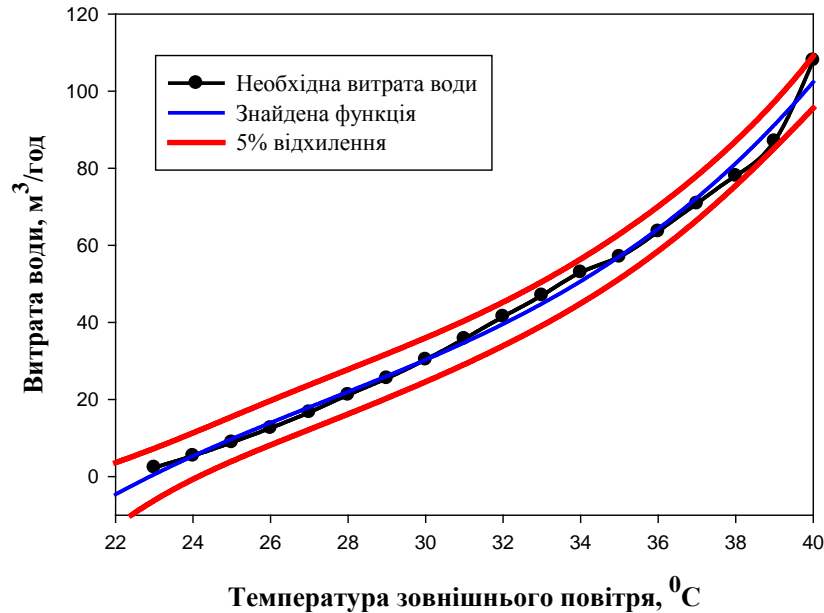


Рис. 2. Витрата води, яка необхідна для охолодження припливного повітря в пташнику у літній період року в залежності від зовнішньої температури повітря.

Знайдено апроксимаційну залежність (5), яка описує необхідну витрату води для охолодження припливного повітря в літній період року до температури зовнішнього повітря (див. рис. 2), з похибкою апроксимації 5%:

$$f(x) = -424,4918 + 40,5809 \cdot x - 1,3338 \cdot x^2 + 0,01613 \cdot x^3 \quad (5)$$

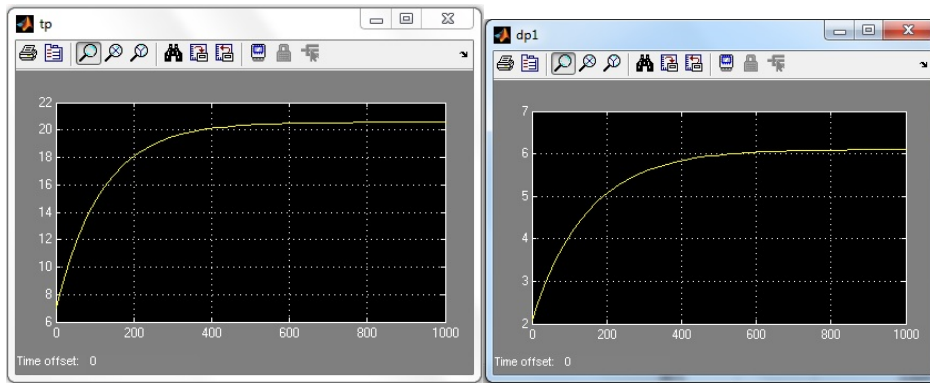
де, $x = 23,24 \dots 40$ – температура зовнішнього повітря, °C.

Визначити потужність системи вентиляції, необхідного для підтримання заданої температури в приміщенні, а також постійну часу нагрівання даного ТОУ, реальний час досягнення температури в приміщенні.

Розроблено математичну імітаційну модель підтримання температурного режиму в пташниках у літній період року за допомогою системи MATLAB Simulink.

Дослідження по моделі показали, що постійна часу нагрівання ТОУ складе $T = 118,4$ с (рис. 4). Продуктивність системи вентиляції V_v виражена апроксимаційною функцією (1) і становить від 36 тис. до 170 тис. м³/год. Реально система імітаційної моделі у літній період року стабілізується по

температурі на по вологості до 1000 секунд. Відносна вологість становить 60% (рис. 3).



а

б

Рис. 3. Розгінна крива зміни температури (а) і вологовмісту (б) в приміщенні пташника в літній період року, яка отримана по даних моделі MATLAB Simulink.

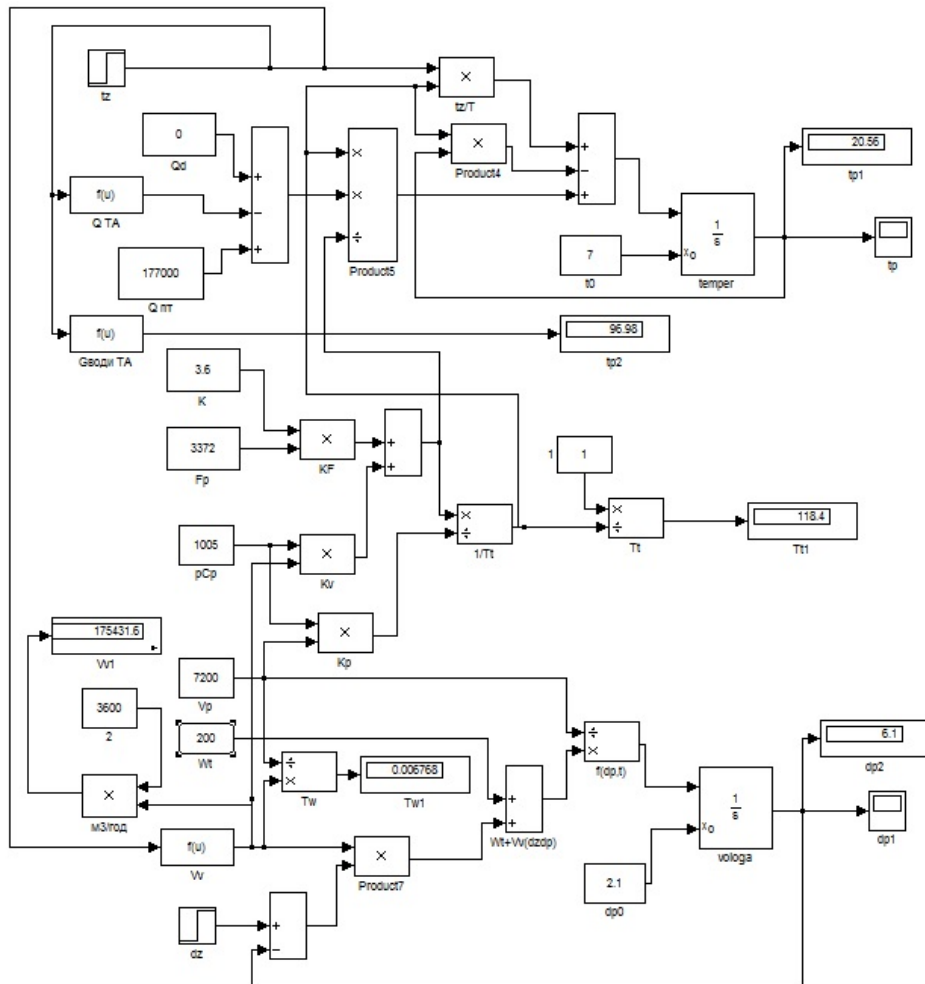


Рис. 4. Схема імітаційної моделі вентиляції пташника в літній період року в блоках Simulink MATLAB.

Висновки

Проведено імітаційне математичне моделювання системи мікроклімату в пташниках у зимовий період року за допомогою системи MATLAB Simulink. Знайдено, що необхідний повітрообмін системи вентиляції в літній період стабілізується по температурі на по вологості до 1000 секунд. Відносна вологість становить 70%.

Список літератури

1. Захаров А.А. Применение теплоты в сельском хозяйстве. [учебники и учеб. пособия для высш. с.-х. учеб. заведений] / – [3-е изд., перераб. и доп.] – М.: Агропромиздат, 1986. – 288 с.

2. Курсове і дипломне проектування. Монтаж, обслуговування та ремонт електротехнічних установок в АПК: навчальний посібник / [Кашенко П.С., Біленко О.І., Устименко О.А та ін.]. – Київ: Аграрна освіта, 2008. – 502 с.

3. Горобець В. Г. Чисельне моделювання процесів переносу при поперечному обтіканні компактних пучків труб у кожухотрубних теплообмінниках / В. Г. Горобець, В. І. Троханяк. // Науковий вісник НУБіП України "Техніка та енергетика АПК". – К.: ВЦ НУБіП України, – 2015. – №209. ч.1. – С. 42–49.

4. Пат. 111751 UA, МПК (2006.01) F28D 7/16. Теплообмінний апарат / Горобець В. Г., Троханяк В. І., Богдан Ю. О.; заявник і власник: Горобець В. Г., Троханяк В. І., Богдан Ю. О. – № а2
10.06.2016, Бюл. №11/2016.

5. Горобець В. Г. Компьютерное математическое моделирование процессов тепло- и массопереноса при вентиляции воздуха в птицеводческих помещениях / В. Г. Горобець, В. И. Троханяк. // Вестник ВИЭСХ. – 2015. – №4. (20). – С. 85 – 90.

**ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ С ПОМОЩЬЮ MATLAB
Simulink СИСТЕМЫ МИКРОКЛИМАТА В ПТИЧНИКЕ
В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД ГОДА**

В.И. Троханяк, В.А. Мирошнык

Аннотация. *Усовершенствована энергоэффективная система микроклимата в птицеводческих помещениях используя низкопотенциальную энергию воды подземных скважин по применению теплообменников-рекуператоров новой конструкции. Разработана имитационная модель тепло-массообмена в птичниках в летний период года, найдено постоянную времени нагрева.*

Ключевые слова: *имитационная модель, вентиляция, зимний период, влажностный режим, теплообмен.*

**SIMULATION USING MATLAB Symulink MICROCLIMATE SYSTEM
IN POULTRY HOUSES IN THE SUMMER SEASON**

V.I. Trokhanyak, V.O. Miroshnyk

Abstract. *Improved energy efficient system microclimate in poultry indoors using low-grade energy underground water wells with the use of heat-energy recovery of new construction. Developed simulation model of mass transfer heat in poultry houses during the summer season, found the constant heating time.*

Keywords: *simulation model, ventilation, winter, humidity conditions, heat transfer.*