

УДК 514.18

О.М. ГУМЕН
 Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"
 Є.В. МАРТИН
 Львівський державний університет безпеки життєдіяльності
 Н.А. СПОДИНЮК, С.Є. ЛЯСКОВСЬКА
 Національний університет "Львівська політехніка"

ІНФОРМАЦІЙНІ ГРАФІЧНІ ЗАСОБИ ПОДАННЯ ПРОСТОРУ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ

Запропоновані графічні засоби прикладної багатовимірної геометрії щодо подання і дослідження багатовидів та гіперповерхонь температурних полів промислових будівель на прикладі інфрачервоних систем опалення з витяжною системою вентиляції птичників. Одержані експериментальні графічні залежності розподілу температурних полів у поперечному перерізі інфрачервоного нагрівача. Підтверджена сталість температурного поля по всій ширині приміщення птичника. Показано, що ізотерми являють частинні перерізи температурного поля при фіксованому значенні ширини $y = y_i$ інфрачервоного нагрівача. Встановлено, що геометрична модель температурного поля реалізується багатовидом чотиривимірного евклідового простору E^4 , виміри якого становлять геометричні розміри приміщення будівлі птичника і числові значення температур для визначених експериментальних ізотерм температурного поля.

Ключові слова: прикладна багатовимірна геометрія, багатовиди, температурне поле, ізотерми, птичники.

Е.Н. ГУМЕН
 Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского"
 Е.В. МАРТЫН
 Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности
 Н.А. СПОДЫНЮК, С.Е. ЛЯСКОВСКАЯ
 Национальный университет "Львовская политехника"

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ГРАФИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ПРОСТРАНСТВА ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Предложены графические средства прикладной многомерной геометрии по представлению и исследованию разновидностей и гиперповерхностей температурных полей промышленных зданий на примере инфракрасных систем отопления с вытяжной системой вентиляции птичников. Получены экспериментальные графические зависимости распределения температурных полей в поперечном сечении инфракрасного нагревателя. Подтверждена устойчивость температурного поля по всей ширине помещения птичника. Показано, что изотермы представляют частные сечения температурного поля при фиксированном значении ширины $y = y_i$ инфракрасного нагревателя. Установлено, что геометрическая модель температурного поля реализуется многообразием четырехмерного евклидова пространства E^4 , измерения которого составляют геометрические размеры помещения здания птичника и числовые значения температур для определенных экспериментальных изотерм температурного поля.

Ключевые слова: прикладная многомерная геометрия, многообразия, температурное поле, изотермы, птичники.

О.М. GUMEN
 National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"
 Ye.V. MARTYN
 Lviv State University of Life Safety
 N.A. SPODYNIUK, S.Ye. LYASKOVSKA
 National University "Lviv Polytechnic"

INFORMATION GRAPHIC MEANS FOR REPRESENTATION OF THE TEMPERATURE FIELD SPACE OF INDUSTRIAL BUILDINGS

The proposed graphical means of applied multidimensional geometry on the representation and study of varieties and hyperperiodic temperature fields of industrial buildings on the example of infrared heating systems with exhaust ventilation of poultry houses. The obtained experimental graphical dependences of the distribution of

temperature fields in the cross section of the infrared heater. The stability of the temperature field over the entire width of the house was confirmed. It is shown that isotherms represent particular sections of the temperature field for a fixed value of the width $y = y_i$ of the infrared heater. It is established that the geometric model of the temperature field is realized by the varieties of the four-dimensional Euclidean space E^4 , the measurements of which are the geometric dimensions of the house building and the numerical values of the temperatures for certain experimental isotherms of the temperature field.

Keywords: applied multidimensional geometry, manifolds, temperature field, isotherms, poultry houses.

Постановка проблеми

Поступ у розвитку людського суспільства визначається прогресом у вдосконаленні його духовних цінностей і зростанням матеріальних благ. Остання складова набула на сучасному етапі свого бурхливого зростання за рахунок вдосконалення промислових і харчових технологій, використання новітніх досягнень науки у розвитку, зокрема, тваринництва. Для вирощування молодняка м'ясних порід, наприклад птиці, передбачені агропромислові комплекси, які включають замкнутий цикл системи підготовки і реалізації годівлі птиці, її утримання і вирощування до досягнення стандартних параметрів щодо віку, ваги та утилізації відходів тощо.

Підвищення результативності у технологічному процесі вирощування птиці м'ясних порід залежить першочергово від умов її утримання. Промислові будівлі, пташники, побудовані за умови, в переважній більшості, перебування птиці у клітках. Необхідний температурний режим, комфортний у кожній клітці перебування птиці, забезпечують з використанням нагрівачів, а видалення шкідливих газів з приміщення відбувається за рахунок використання вентиляційних систем різного типу. Проте сучасні вимоги до економії енергії передбачають використання відповідних енергоощадних технологій опалення та вентиляції. Рациональний вибір та використання теплового та вентиляційного устаткування певного типу вимагає першочергово дослідження розподілу температур у зоні перебування кліток з птицями з подальшим використанням експериментальних даних і теоретичних напрацювань для оптимізації роботи теплонагрівачів і вентиляційних систем.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

В Україні та за кордоном приділяється належна увага розвитку та використанню енергоощадних технологій у агропромисловому комплексі [1,2]. Розроблена система інфрачервоного опалення промислових приміщень пташників на засадах використання інфрачервоного нагрівача і витяжного зонта [3]. Побудовані експериментально одержані епюри швидкостей витяжного повітря. Результати проведених досліджень уможливають дати належну оцінку зони дії витяжного зонта та розподілу геометрії поля швидкостей у відповідних поперечних перерізах. Наукова розробка [3] наводить результати експериментальних досліджень кількості локалізованої витяжним зонтом теплоти при опаленні приміщення пташника інфрачервоними випромінювачами. На прикладі розробленого експериментального устаткування для дослідження температури внутрішнього повітря в зоні перебування птиці досліджена робота системи інфрачервоного опалення у поєднанні з місцевою вентиляцією на засадах аналізу одержаних експериментально графічних залежностей температури повітря в зоні перебування птиці [4]. Також були одержані графічні залежності кількості локалізованої теплоти зонтом від витрати витяжного повітря та теплової потужності нагрівача. Аналіз літературних джерел підтвердив необхідність узагальнення експериментальних досліджень у напрямку розбудови інформаційних графічних засобів подання геометрії простору температурного поля промислових будівель на прикладі пташників із застосуванням теорії геометрії фазового багатовимірного простору [5].

Мета дослідження

Реалізація завдання забезпечення належного рівня функціонування агропромислових комплексів, зокрема, через розбудову і особливо через організацію підвищення функціонування промислових будівель на прикладі пташників потребує проведення геометричного аналізу виконаних експериментальних досліджень інфрачервоної системи опалення з побудовою геометричних образів, що моделюють температурне поле в зоні знаходження кліток з птицею. Вимагає геометричного обґрунтування також експериментально знята картина ізотерм у поперечному перерізі зони дії інфрачервоного випромінювача для підвищення результативності роботи (комфортності перебування птиці) при зниженні енергозатрат.

Мета дослідження полягає у вивченні геометричної картини ізотерм та розробленні інформаційних графічних засобів подання геометрії фазового багатовимірного простору параметрів температурного поля у загальному об'ємі промислових будівель на прикладі приміщень для утримання птиці.

Викладення основного матеріалу дослідження

Аналіз температурного поля, яке створюють у промислових будівлях, проводиться з використанням експериментальної установки, яка імітувала реальні теплові процеси в приміщенні.

При постановці експерименту враховувався температурний фактор: основна вимога у забезпеченні належного мікроклімату полягає у підтриманні належної комфортної температури повітря. Рух повітря, його

перемішування здійснювалось з урахуванням градієнта температури при наявності зон нагрітого і холодного повітря у загальному об'ємі промислової будівлі.

Експериментальне устаткування для дослідження геометрії температурного поля змонтовано відповідно до схеми (рис.1).

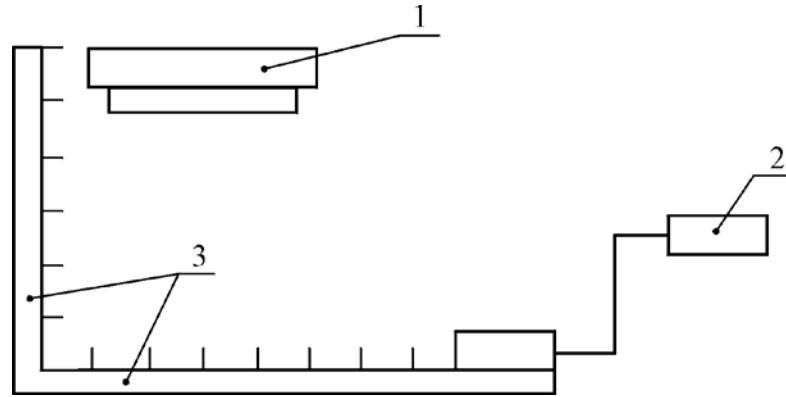


Рис. 1. Схема експериментального устаткування

Головний елемент устаткування, інфрачервоний нагрівач 1 типу NL-12R, встановлений на висоті $h=2$ м. Числове значення висоти є найбільш оптимальним з точки зору перебування птиці у клітках та її поточного обслуговування. Для визначення числових значень температури повітря передбачений термоанемометр 2 типу АТТ-1004 з датчиком температури в зоні обслуговування під інфрачервоним нагрівачем 1. Вимірювання температури здійснювалось у фіксованих точках робочого простору під інфрачервоним нагрівачем 1 із використанням координатника 3.

У процесі експерименту здійснювались заміри значень температури у фіксованих точках простору при увімкненому інфрачервоному нагрівачі. Значення температури для опорних і допоміжних точок реєструвались у поперечних перерізах 1-1 робочого простору при постійних величинах координати $y = const$ (рис. 2).

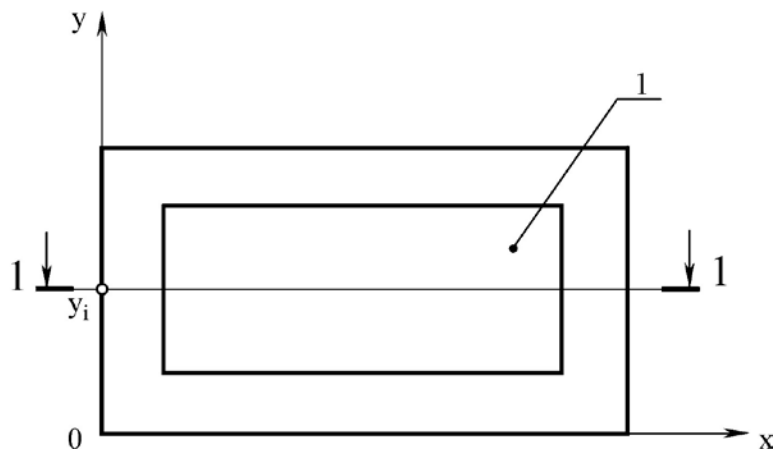


Рис. 2. Площина 1-1 відбору значень температури в робочому просторі

За поточними значеннями температури при фіксованих координатах x , h і y будується діаграма розподілу температур у січній площині 1-1 робочого простору при постійному числовому значенні його ширини $y_i = const$.

Характер розподілу температур повітря в перерізі 1-1 робочого простору вказує на наявність ліній з однаковою температурою, ізотерм. Геометрично кожна ізотерма є перерізом поверхні $t = t(x, h)$ січними площинами рівня $t_i = const$ для значень, приведених на рисунку 3 температур. Для подальшого геометричного аналізу зручно розглянути частину проєкцій температурного поля з ізотермами, наприклад, $t_1 = 18^\circ$, $t_2 = 19^\circ$, $t_3 = 23^\circ$ (рис. 3).

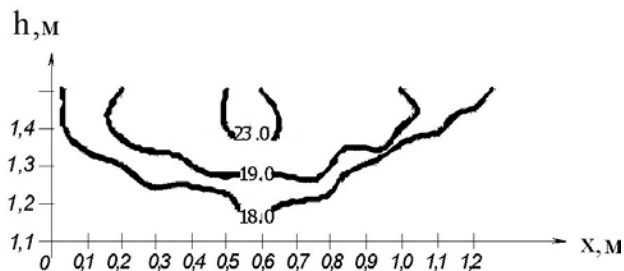


Рис. 3. Проекція температурного поля з ізотермами $t_1 = 18^{\circ}, t_2 = 19^{\circ}, t_3 = 23^{\circ}$

Для прийнятого перерізу 1-1 робочого простору зі слідом $y_i = const$ маємо, що значення температур t_1, t_2, t_3 можна розглядати як сліди січних площин поверхні температурного поля (рис. 4).

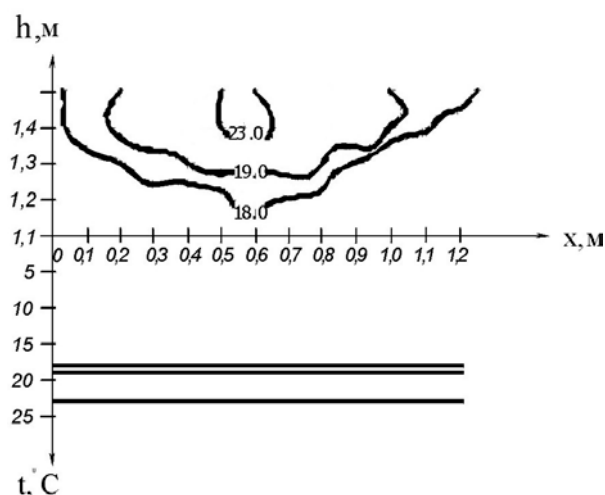


Рис. 4. Комплексний кресленик поверхні температурного поля

Комплексний кресленик дає змогу одержувати ізотерми, побудова яких за умов і можливостей проведення експерименту важкодоступна. Так, на рисунку 5 будується ізотерма для значення $t = 21^{\circ}$.

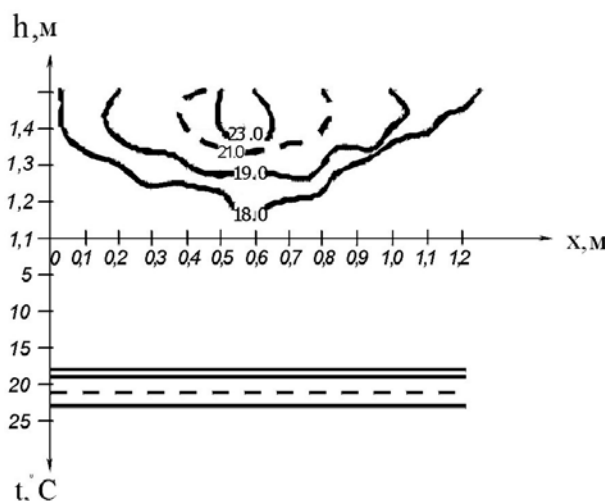
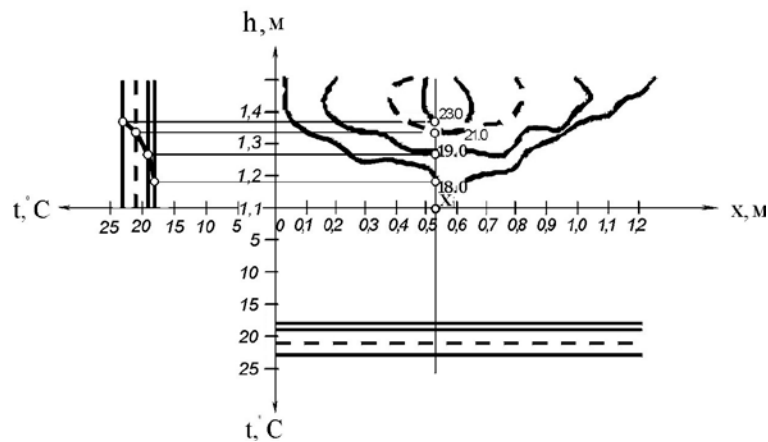


Рис. 5. Побудова ізотерми для $t = 21^{\circ}$

Комплексні кресленики поверхні температурного поля (рис. 4, 5) є повними, дають змогу визначати температуру в будь-якій точці площини перерізу 1-1, а використання додаткового поля дозволяє будувати залежності $h = f(t)$ для заданого значення координати $x_i = const$ (рис. 6).

Рис. 6. Побудова залежності $h = f(t^0)$ при $x_i = const$

Приведені графічні залежності $h = h(x)$, одержані при $t_i = const$ і $h = h(t)$, одержані при $x_i = const$, складають дійсні зображення перерізів поверхні $t = t(h, x)$ температурного поля тривимірного підпростору $Oxht$ чотиривимірного фазового простору $Oxhty$. Такий простір є окремим випадком лінійного багатовимірного дійсного проєктивного простору:

$$\frac{dx_i}{dt} = f_i(x_1, x_2, \dots, x_j, \dots, x_n).$$

Висновки

Проведені експериментальні дослідження теплових процесів у робочому просторі з використанням інфрачервоного нагрівача показали обмеженість можливостей одержання в лабораторних умовах окремих залежностей їх параметрів. Встановлено, що тепловий процес є чотирипараметричним, і його модель реалізується багатовидом у чотиривимірному фазовому просторі $Oxhty$. Практичне значення мають його проєкції у тривимірних підпросторах $Oxht$ і $Oxhy$. Отже, використання геометричних методів та інформаційних графічних засобів дозволяє будувати додаткові практично значущі графічні залежності параметрів у двовимірних площинах і, виконавши їх візуалізацію у тривимірних просторах, оцінити тенденцію зміни температури в будь-яких координатних точках робочого простору.

Список використаної літератури

1. Волков О.Д. Проектирование вентиляции промышленного здания / О.Д. Волков. – Х.: Вища школа, ХДУ, 1989. – 240 с.
2. Wakowski K. Sieci i instalacje gazowe / K. Wakowski // Wydawnictwa Naukowo-Techniczne. – Warszawa, 2002. – р. 655.4. Schwank.
3. Сподинок Н.А. Дослідження ефективності роботи витяжного зонта конструкції інфрачервоного нагрівача / Н.А. Сподинок, В.М. Желих // Теорія і практика будівництва: Вісник НУ "Львівська політехніка". – Львів, 2010. – №664. – С. 235-238.
4. Сподинок Н.А. Забезпечення мікроклімату в приміщеннях пташників / Н.А. Сподинок, В.М. Желих // Теорія і практика будівництва: Вісник НУ "Львівська політехніка". – Львів, 2008. – №627. – С. 197-200.
5. Гумен О.М. Геометрія проєктивних n -просторів щодо перебігу технологічних процесів у дослідженнях багатопараметричних систем / О.М. Гумен, С.Є. Ляковська // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – Вип. 4. – Т. 49. – Мелітополь: ТДАТУ, 2011. – С. 89-94.