

Для груп, які розташовані послідовно $\Delta H_{\text{гр}} = \sum_{i=1}^n \Delta H_{\text{гр}(i)}$.

Коли теплоносії поширюється паралельно по групах, то опір групи визначається максимальним опором елемента: $\Delta H_{\text{гр}} = \Delta H_{\text{гр}(\text{max})}$.

Після формалізації задачі побудови системи забезпечення теплових режимів необхідно вибрати метод її розв'язання. Вибір методу розв'язання визначається особливостями цільової функції і обмежень, які накладаються умовами задачі.

У разі малої розмірності задачі застосовується метод перебору допустимих варіантів. При великих розмірностях задачі внаслідок дискретності функції, що оптимізується, задача може бути принципово розв'язана тільки перебором варіантів. Найефективнішим методом спрямованого пошуку глобального екстремуму дискретної функції є метод динамічного програмування.

Отже, запропонований підхід дає змогу виконувати синтез систем примусової подачі теплоносія для стабілізації температурного режиму тепловиділяючих елементів за критерієм мінімізації енерговитрат.

1. Янгурський К.И., Атаманова И.В. Комплекс программ теплофизического проектирования РЭС и средств обеспечения тепловых режимов // В кн.: Методы и средства оценки и повышения надежности приборов, устройств и систем. – М., 1993.
2. Дульнев Г.Н., Тарновский Н.Н. Тепловые режимы электронной аппаратуры. – Л., 1995.

УДК 681.2:621.384.3

Ігор Щур
Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра електроприводу і автоматизації промислових установок

ПРИЛАД-АВТОМАТ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОЛІВ ІНФРАЧЕРВОНОЇ ОПРОМІНЕНОСТІ В СИСТЕМІ "ОПРОМІНЮВАЧ – ОБ'ЄКТ"

© Щур Ігор, 2002

The automatic device with microprocessor operating system which scans in step regime the irradiation field by the IR irradiator was elaborated. The results of measurement of irradiation in its different intervals, taken during this process, are integrated and graphically recorded by two-dimensional self-registrating device, which allows to form the universal characteristics of energetic and quality of irradiation.

Інфрачервоне (ІЧ) опромінення об'єктів широко застосовується в різних термо-радіаційних технологічних процесах [1]. Експериментальне дослідження технічних засобів поверхневого опромінення виконується, як правило, ручним вимірюванням полів опроміненості, які створюються на поверхні об'єкта під опромінювачем. Традиційна тривалість і складність таких досліджень, а також математичної обробки та інтерпретації отриманих масивів даних часто призводить до суб'єктивних результатів. Така ситуація зумовила необхідність автоматизації вказаних досліджень, що привело до ідеї створення приладу-

автомата для комплексних досліджень енергетичних характеристик і якості технологічного процесу. Теоретичною основою цього приладу послужив розроблений в [2] метод описання енергетичних, фотометричних і геометричних параметрів системи "точковий опромінювач – плоский об'єкт" у вигляді залежностей між рядом критеріїв подібності. Ці залежності можна представити матрицею значень критеріїв або графічно у вигляді фотометричної діаграми. У разі допустимості моделювання реальних опромінювачів точковим джерелом випромінювання значення критеріїв можна розрахувати за залежностями, наведеними в [2], маючи експериментально отриману індикатрису сили випромінювання досліджуваного опромінювача. При порівняно невеликих відстанях між опромінювачем і об'єктом, до чого прагнуть для кращого використання потоку джерела випромінювання, точкове моделювання останнього дає значні помилки. В таких випадках необхідно будувати фотометричну діаграму за результатами експериментальних досліджень для ряду відстаней між опромінювачем і об'єктом. Саме для цієї мети і розроблений прилад-автомат. Необхідно відзначити, що закладений в ньому принцип не обмежує спектрального діапазону випромінювання і форми поверхні об'єкта, хоча від останньої значно залежить складність технічної реалізації приладу. Пропонований варіант приладу-автомата розроблений для дослідження об'єктів плоскої форми, які опромінюються в інфрачервоному діапазоні оптичного спектра. Складність отримання і обробки інформації в автоматичному режимі, а також можливість розширення функцій приладу в майбутньому зумовили необхідність використання мікропроцесорного (МП) управління.

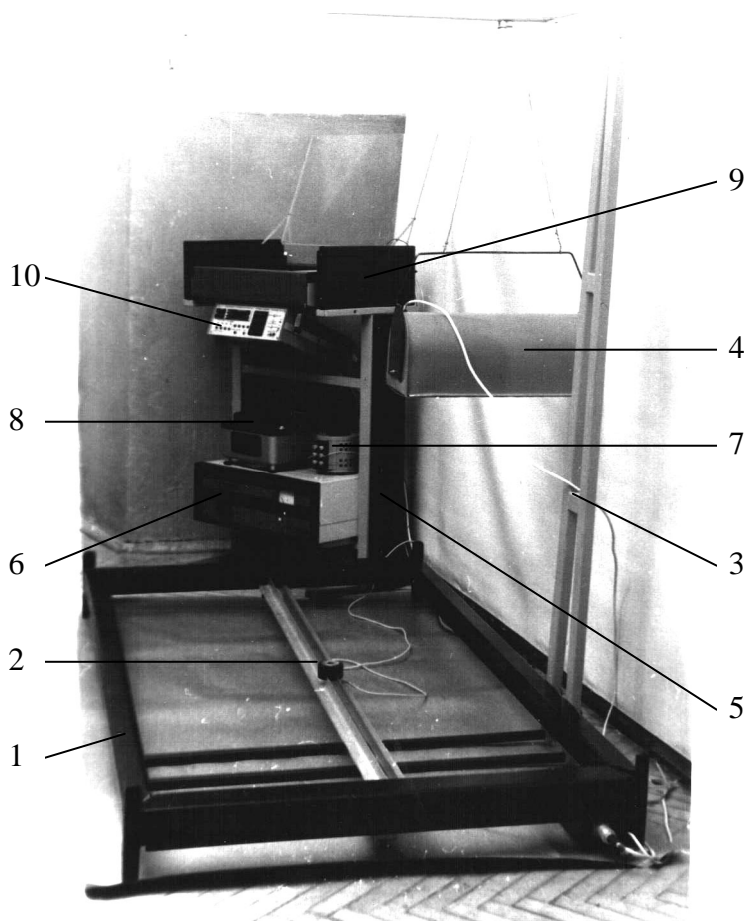


Рис. 1. Прилад-автомат ПЦІ-МП:

- 1 – координатний верстат;*
- 2 – давач теплового потоку;*
- 3 – штатив;*
- 4 – ІЧ-опромінювач;*
- 5 – стійка з приладами;*
- 6 – електронний стабілізатор напруги;*
- 7 – автотрансформатор;*
- 8 – ватметр;*
- 9 – двокоординатний самописець;*
- 10 – обчислювально-керуючий модуль*

Виходячи із вищевказаного, був розроблений і спільно з СКТБ фізико-механічного інституту ім. Г.Карпенка НАН України створений прилад-автомат "Планірадіометр цифровий інтегруючий ПЦІ-МП", який показаний на рис. 1. Він складається із координатного верстата 1, який забезпечує автоматичне переміщення давача теплового потоку (ДП) 2 в межах площі 716 x 1431 мм, штатива 3, на якому підвішується і орієнтується відносно координатного верстата досліджуваній ІЧ-опромінювач 4, і стійки 5 з приладами. На останній розміщуються електронний стабілізатор змінної напруги 6, автотрансформатор 7 і ватметр 8, які забезпечують живлення і керування потужністю ІЧ-опромінювача, двокоординатний самописець 9, що реєструє результати вимірювань, і обчислювально-керуючий модуль ПЦІ-МП 10. Як ДП використовується термобатарея РК-15 із 10-ти хромель-копелевих термопар у спеціальному корпусі з великою теплоємністю та апертурою 140°. Холодні спаї термобатареї мають добрий тепловий контакт з корпусом, що при великому коефіцієнті відбивання ІЧ-променів поверхнею останнього значно зменшує температурний дрейф нуля ДП. Крім того, для підвищення точності вимірювань передбачена також можливість термостабілізації холодних спаїв термобатареї за допомогою циркуляції через корпус ДП води, що знаходиться в термостаті.

Створений прилад дає можливість працювати в ручному і автоматичному режимах. При ручному управлінні за допомогою відповідних органів керування можна переміщати ДП в межах вказаної площі і вимірювати опроміненість в будь-якій його точці. На цифровому індикаторі відображається місцезнаходження давача в координатах X і Y у вигляді номерів ліній координатної сітки (64 x 128) з коміркою 11,18×11,18 мм. При автоматичному керуванні прилад може працювати в режимі "Діаграма" і "Топографія". В обох випадках ДП автоматично сканує все поле координатного верстата, причому кількість ліній сканування по меншій координаті Y може задаватися з ряду 8, 16 і 32 лінії.

У режимі "Діаграма", крім кількості ліній сканування, по кожній з них з клавіатури задаються номери першого і останнього кроків по координаті X , що обмежують робочу площу A , в межах якої вимірюється опроміненість E та інтегрується потік випромінювання Φ , що падає на цю площу. Зняті при кожному проходженні давача епюри опроміненості на заданій площі A записуються на двокоординатному самописці, причому завдяки завданню початкового зміщення по координаті Y отримується тривимірне зображення поля опроміненості. Після закінчення циклу сканування на цифровий індикатор можна викликати одержані в результаті вимірювання значень Φ , A , E_{\max} і E_{\min} . З них легко можна визначити середнє значення опроміненості $\bar{E} = \Phi/A$.

У режимі "Топографія" при переміщенні ДП на кожний крок по координаті X виконується вимірювання опроміненості і визначення інтервалу попадання її значення (інтервали шириною 50 Вт/м² в діапазоні 0...450 Вт/м²). При переході значення опроміненості з одного інтервалу в інший на двокоординатному самописці, перо якого в піднятому стані переміщується над папером вслід за ДП, у відповідному місці досліджуваної площини за спеціальною підпрограмою викреслюється номер перетнутої межі інтервалу відповідно від 1 до 9 у вигляді семисегментної цифри. З'єднуючи між собою однойменні цифри після закінчення циклу сканування, отримуємо криві ізоопроміненості, що створюються ІЧ-опромінювачем на досліджуваній площині. Крім цього, в межах кожної частини площини, обмеженої сусідніми кривими ізоопроміненості (наприклад, 6–7, тобто 300–350 Вт/м²), автоматично підсумовується у відповідний реєстр подаючий потік випромінювання. Після закінчення сканування отриману суму з кожного (від 1 до 9) реєстра можна одержати і використати для побудови фотометричної діаграми.

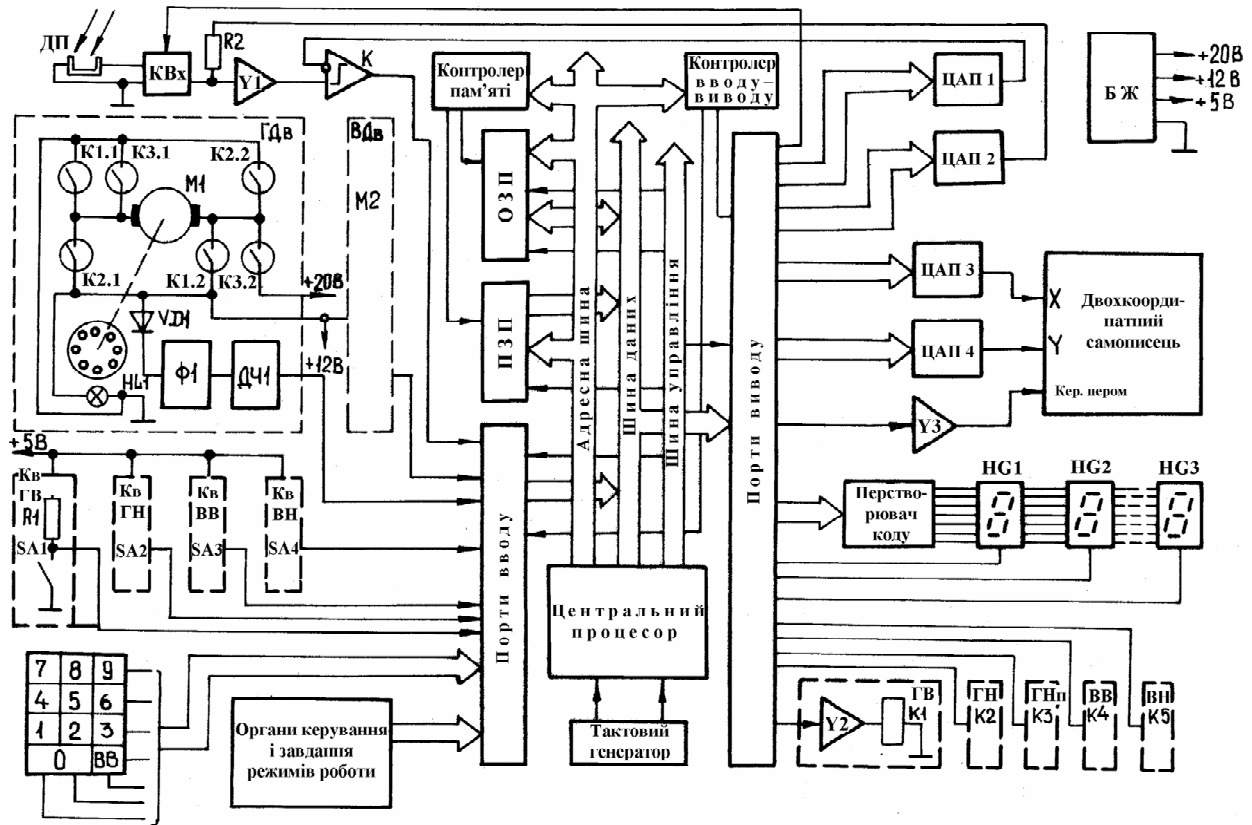


Рис. 2. Функціональна схема приладу-автомата ПЦІ-МП

На рис. 2 наведена функціональна схема приладу-автомата ПЦІ-МП. Завдання керування і обчислення в приладі покладені на мікропроцесорну систему, що виконана на базі МП-набору К580. Центральний процесор згідно з програмою, закладеною в ПЗП ємністю 4 К, обробляє інформацію із вхідних портів і видає команди на вихідні порти, використовуючи ОЗП ємністю 128 байт для тимчасового зберігання інформації. В ОЗП також зберігаються масиви даних, набраних і записаних з клавіатури, яка є матрицею з кнопок десяткових цифр. Хід виконання закладеної в ПЗП програми можна змінювати, а також переривати за допомогою органів керування і завдання режимів роботи, виведених на лицьову панель обчислювально-керуючого модуля ПЦІ-МП. Вихідна інформація в ході роботи приладу виводиться на лінійний дисплей з 8-ми семисегментних індикаторів ІНГ1...ІНГ8, які працюють в режимі динамічної індикації. Цифровий код графічного зображення, який формується під час роботи приладу, після перетворення цифроаналоговими перетворювачами ЦАП3 і ЦАП4 подається на входи X і Y двокоординатного самописця. ДП через комутатор входу КВх і підсилювач П1 підключений до компаратора К, який разом з ЦАП1 утворює аналого-цифровий перетворювач ЕРС термобатарей. КВх разом з ЦАП2 призначений для корекції дрейфу нуля підсилювача П1, яка виконується безпосередньо перед кожним вимірюванням опроміненості.

Привід пристрою переміщення ДП у координатному верстаті виконаний на основі двох двигунів постійного струму М1 і М2. З огляду на ідентичність виконання розглянемо вузол двигуна горизонтального переміщення ГДв. Керування двигуном М1 здійснюється виконавчими пристроями для переміщення по горизонталі вперед ГВ, по горизонталі назад

ГН і по горизонталі назад прискорено ГНп. При надходженні від МП, наприклад, команди на переміщення по горизонталі вперед спрацьовує герконове реле К1, підключене через підсилювач У2 до вихідного порту МП. Своїми контактами К1.1 і К1.2 воно подає на двигун М1 напругу 12В у такій полярності, щоб забезпечити переміщення ДП вперед. При прискореному переміщенні на двигун подається напруга 20 В. Разом з двигуном виконаний також давач переміщення, утворений світлопарою "лампа розжарювання НЛ1 – фотодіод VD1". Імпульси, сформовані формувачем Ф1, через дільник частоти ДЧ1 надходять на вхідний порт МП. Вузол двигуна вертикального переміщення ВДв, що приводить в рух каретку, по якій рухається ДП, аналогічний вузлу ГДв за винятком елементів, які здійснюють прискорене переміщення. Для обмеження поля координатного верстата використані кінцеві вимикачі SA1...SA4, на базі яких виконані вузли обмеження переміщення за окремим напрямком і координатами (наприклад, КвГВ – кінцевого вимикача для горизонтального переміщення вперед).

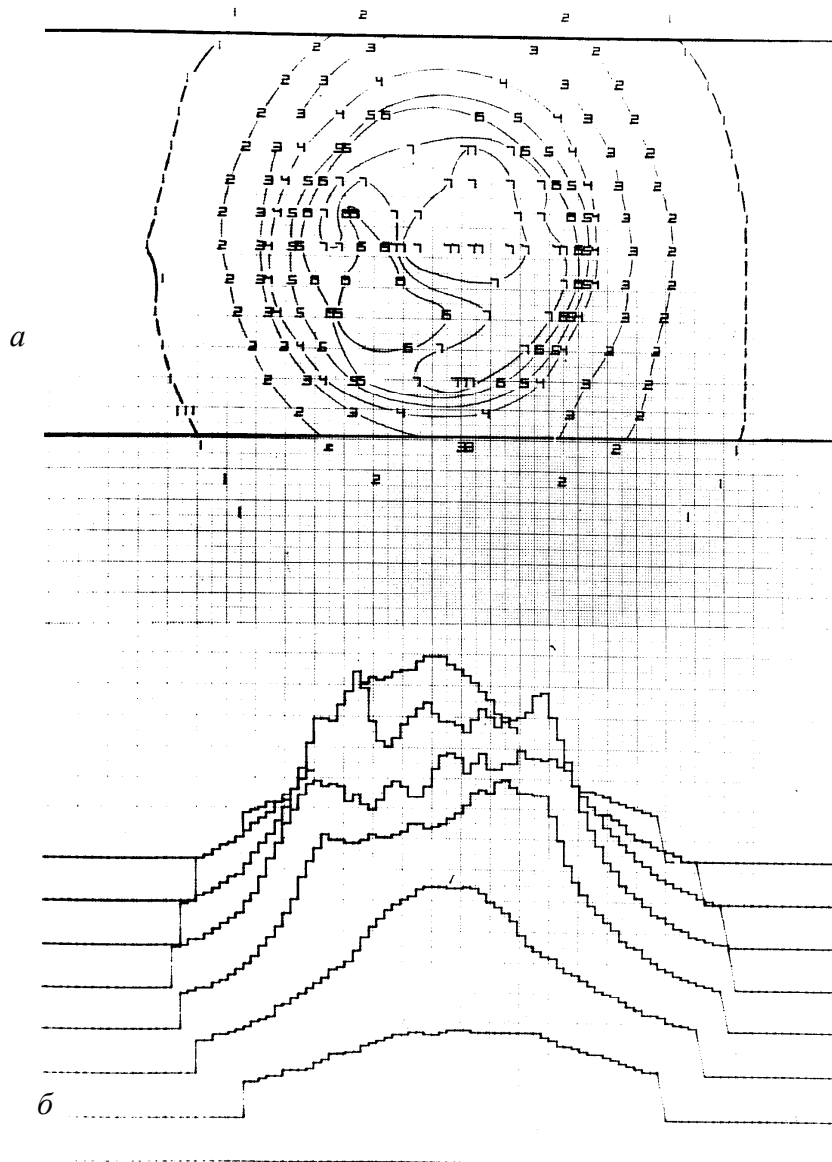


Рис. 3. Криві ізопроміненості (а) і поле опроміненості (б) під ІЧ-лампю ИКЗК 215-225-250, підвішеною на висоті 0,7 м над об'єктом

Розроблений прилад-автомат застосовується для експериментальної оцінки ефективності нових технічних засобів локального ІЧ-обігріву молодняка сільськогосподарських тварин. Для прикладу на рис. 3 представлені фотокопії знятих приладом кривих ізоопроміненості і полів опроміненості на дослідній площині під типовим екземпляром лампи ИКЗК 215-225-250. Використання розробленого приладу-автомата дає змогу оперативно і об'єктивно виконати масові дослідження енергетичних характеристик і якості опромінення та побудувати на основі отриманих результатів універсальну фотометричну діаграму для конкретного джерела випромінювання [3].

1. Левитин И.Б. *Применение инфракрасной техники в народном хозяйстве.* – Л., 1981.
2. Карпов В.Н., Щур И.З. *Метод определения энергетических параметров системы облучатель – объект при заданных форме и положении объекта // Автоматизация процессов послеуборочной обработки зерна: Сб. науч. тр. Ленингр. с.-х. ин-та.* – Л., 1985. – С. 60–68.
3. Щур И.З. *Повышение эффективности использования электроэнергии в оптических технологиях АПК на основе термодинамики: Автореф. дис. - д-ра техн. наук.* – СПб., 1997.

УДК 662.767:533.27:004.4

Федір Матіко

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра автоматизації теплових та хімічних процесів

ПРОГРАМА РОЗРАХУНКУ ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРИРОДНОГО ГАЗУ

© Матіко Федір, 2002

The article contains the results of designing of program for computation the physical properties of natural gas. The technical characteristics of designed program are presented and applied methods for software designing are shown.

Природний газ є високоенергетичним та екологічно чистим видом палива. Це зумовило його широке використання як у побуті, так і в усіх галузях промисловості та транспорту. В зв'язку з цим виникає ряд інженерних та наукових задач, пов'язаних із проектуванням технологічного обладнання газопереробної промисловості, розробкою та проектуванням засобів обліку природного газу. Для розв'язання таких задач необхідно мати дані про фізичні властивості природного газу та методи, які дають змогу обчислити показники фізичних властивостей для конкретних робочих умов.

На сучасному етапі розвитку науки розроблено значну кількість методів розрахунку найважливіших фізичних властивостей природного газу: коефіцієнта стискуваності, показника адіабати, в'язкості, густини, швидкості звуку. Тому перед розробниками технологічного обладнання і засобів обліку часто стоїть задача правильного вибору методу для розрахунку. Отже, необхідною є систематизація методів розрахунку фізичних властивостей природного газу та розробка програмних засобів для застосування та порівняння різних методів.

Для розрахунку показників фізичних властивостей природного газу та порівняння результатів розрахунку за різними методами в Національному університеті “Львівська