

результатів, отриманих на установці, з іншими методами вимірювань засвідчило, що похибка вимірювань є меншою за 5%. Це задовольняє вимогам, які пред'являються до подібних установок.

Подальші роботи у цьому напрямку направлені на розширення спектрального діапазону роботи установки у бік інфрачервоної частини спектру. Крім того планується автоматизувати окремі юстивальні операції, що пов'язані з фокусуванням фотоприймального пристрою установки. Розроблюється програма керування системою автоматичного фокусування, яка буде органічно поєднуватись з основною програмою визначення ОПФ об'єктів.

Література

1. Сухопаров С. А. Многофакторная оптимизация точностного расчета оптических приборов//Оптический журнал. – 1994. – №9 – С.35 – 38.
2. Сухопаров С. А., Иванов К.А. Компьютерная автоматизированная юстировка оптических приборов//Оптический журнал. – 2001. – №1 – С. 76 – 78.
3. Шульман М.Я. Автоматическая фокусировка оптических систем. – Л.: Машиностроение, 1990. – 224с.
4. Ельников Н. Е., Дитев А. Ф., Юрусов И. К. Сборка и юстировка оптико – механических приборов. – М.: Машиностроение, 1974.- 348с.

<p>Овчар Н.И., Гураль Т.И., Кучеренко О.К. Юстировка установки для измерения ОПФ объективов.</p> <p>Рассматривается методика юстировки оптико-механической части установки для измерения оптической передаточной функции (ОПФ) объективов. Обосновываются требования к точности юстировки и рассматривается принцип действия контрольно-юстировочных приспособлений</p>	<p>N.Ovchar, T.Gural, O.Kucherenko The adjustment of the equipment for measurement of the OTF-objectives.</p> <p>The methodology of adjustment of the optico-mechanical part of the Optic Transmission Function (OTF) equipment of the objectives is considered in this article. The requirements of precision of the adjustment are justified and the principle of functioning of the control adjustment of the equipment is considered.</p>
--	--

*Надійшла до редакції
11 травня 2004 року*

УДК 621:538.3

МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ГЕОМЕТРІЇ РУХУ ПОТОКІВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

¹⁾Клочко Т.Р., ²⁾Вайнтрауб М.А., ¹⁾Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, м.Київ, Україна, ²⁾Ліцей “Поділ”, м.Київ, Україна

У статті йдеться про математичне моделювання геометрії рухливих потоків випромінювання, що сприймається чутником, з метою подальшої їх оптимізації та прогнозування енергетики поглинення електромагнітного випромінювання.

Вступ

Проблема створення чутників електромагнітного випромінювання для задач фотометрії, теоретичної світлотехніки, медичного та біологічного приладобудування актуальна для сучасної контрольно-вимірювальної техніки. При цьому виникає реальна необхідність визначення параметрів геометрії рухливих потоків випромінювання, що розповсюджується у системі перетворення та реєстрації електромагнітного випромінювання, взаємодіють з деяким об'єктом.

Аналогічні проблеми виникають в астрономії та астрофізиці при спостереженні та розрахунках руху небесних тіл.

Визначення та розрахунки геометрії розподілу електромагнітного випромінювання в системі чутника має науково-практичне значення при визначенні інтегральних характеристик електромагнітного, в тому числі світлового, випромінювання, котре опромінює деякий об'єкт. Подібні проблеми виникають при визначенні лікувальної дози опромінення біологічного (біотехнічного) об'єкта у фізіотерапевтичних приладах, наприклад при застосуванні мікшерного опромінення з різними довжинами хвиль, а також при вирішенні сільсько-господарських задач оптимізації режимів вирощування рослин, у медичному приладобудуванні при діагностуванні патологій біотехнічного об'єкта оптичними, електромагнітними методами, моделюванні геометрії відчутників випромінювання [1 - 4]. Однак випадок визначення геометричних параметрів руху потоків не розглядено, що не дає повної моделі розподілу електромагнітного випромінювання в системі опромінювання біотехнічних об'єктів.

Геометричні параметри рухливих потоків випромінювання дають можливість визначення енергетичних параметрів системи опромінювання. Найбільш практичну зацікавленість для подальшого створення та оптимізації чутників електромагнітного випромінювання являє визначення площі перетину рухливих потоків випромінювання.

Тому метою цієї роботи є математичне моделювання геометрії руху падаючих на відчутник або біотехнічний об'єкт потоків, зокрема визначення площі їх перетину на поверхні біотехнічного відчутника, а також інших геометричних фрагментів взаємодіючих об'єктів.

Моделювання геометрії руху потоків випромінювання або об'єктів

Припустимо, що потоки випромінювання створюють кругові проекції на ділянці поверхні біотехнічного відчутника, апроксимованого площиною. Аналогічна модель може бути застосованою при опромінюванні біотехнічного об'єкту, апроксимованого круговою площею.

Розглянемо випадок, коли потоки випромінювання переміщуються вздовж осі OY . Розташуємо центр декартової системи координат у центрі круга $O(0;0)$ з радіусом R . На відстані Δ , як наведено на рис.1, на осі OY розташований круг $O(0_1; -\Delta)$ з радіусом R . Це коло рухається знизу догори на осі OY й утворює площу пере-

тину $ABCD$, яку в багатьох випадках обчислення інтегральних характеристик сприймається об'єктом при опроміненні, потрібно знайти.

Легко побачити, що при зміні Δ ($0 \leq \Delta \leq R + R_1$) при $\Delta = R + R_1$ ця площа дорівнює нулю. При $\Delta = 0$ обидва круга накладаються одне на одне. Площа S_{ABCD} при цьому дорівнює πR^2 , тобто площі круга $O(0;R)$. Для знаходження площі перетину падаючих на відчутник потоків випромінювання у площинній проекції, знайдемо площу перетину кругів $O \cap O_1 = S_{ABCD}$ (рис.1).

Задачу знаходження площі фігури $ABCD$ можна розв'язати, розглядаючи круги різних діаметрів за допомогою формули знаходження площі сегмента.

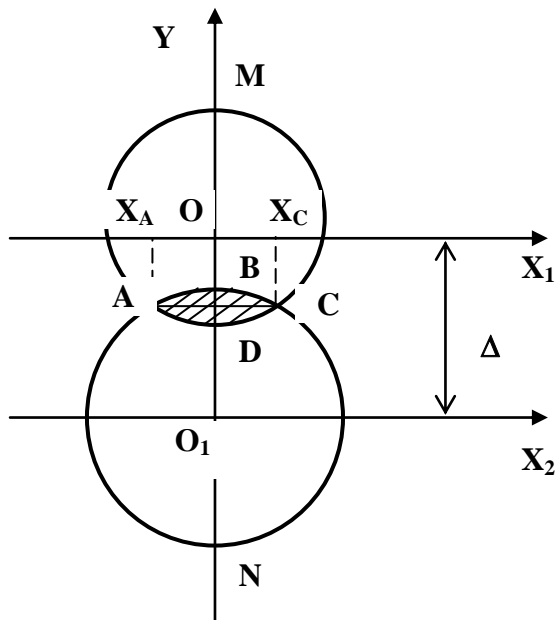
$$S_{ADC} = S_{OADC} - S_{\Delta AOC}; S_{ABC} = S_{O_1ADC} - S_{\Delta AO_1C}; S_{ABCD} = S_{ADC} + S_{ABC};$$

$$S_{ABCD} = \frac{R^2}{2} \left(\frac{\angle AOC \cdot \pi}{180^\circ} - \sin \angle AOC \right) + \frac{R_1^2}{2} \left(\frac{\angle AO_1C \cdot \pi}{180^\circ} - \sin \angle AO_1C \right),$$

де R, R_1 – радіуси відповідних кругів; кути AOC і AO_1C – центральні кути цих кругів, що спираються на точку дотику A і C .

Залежно від міжцентрової відстані кругів радіусів R, R_1 знайдемо аналогічно до попередніх обчислень площу S_{ABCD} , а потім шукані місяцеподібні фігури відповідних кругів.

Рисунок 1 – Розподіл потоків випромінювання різних діаметрів на поверхні відчутника при переміщенні вздовж осі OY



При $R = R_1$ $S_{ABCD} = \frac{R^2}{2} \left(\frac{\angle AOC \cdot \pi}{180^\circ} - (\sin \angle AOC + \sin \angle AO_1C) \right).$

Змінюючи відстані між центрами кругів при їх русі за визначеними формулами, можна також знайти достатньо точне обчислення площі їх перетину за необхідними параметрами для розв'язання багатьох практичних задач у приладобудуванні.

Розглянемо ще один спосіб обчислення геометрії руху за допомогою інтегрування. Знайдемо вираз для обчислення площі перетину потоків, якщо радіуси кругів, які утворюють падаючі потоки електромагнітного випромінювання на відчутник, однакові (рис.2).

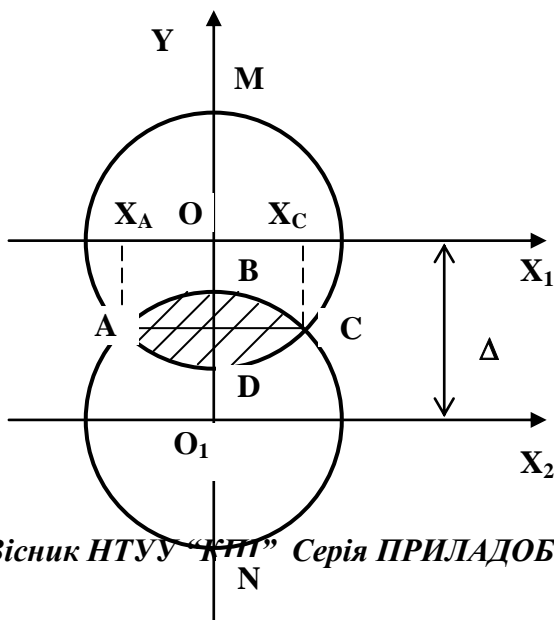


Рисунок 2 – Розподіл потоків випромінювання рівного діаметру на поверхні відчутника

Для цього знайдемо межу кругів O та O_1 : $\cup ABC$ та $\cup ADC$ - як функцію, що описує відповідні круги.

Як відомо, круг $O(0;R)$ описується виразом $x^2 + y^2 = R^2$ (1), а круг $O_1(0_1;R)$ описується виразом

$$x^2 + (y + \Delta)^2 = R^2. \quad (2)$$

З (1) випливає, що $y^2 = R^2 - x^2$;

$$y = -\sqrt{R^2 - x^2} \quad (3)$$

Ця функція описує лінію $\cup ADC$ круга $O(0;R)$.

З (2) випливає, що

$$(y + \Delta)^2 = R^2 - x^2; y = \sqrt{R^2 - x^2} - \Delta \quad (4)$$

Знайдемо абсциси точок A і C ; X_A та X_C :

$$\begin{aligned} y_0 = y_{01}; -\sqrt{R^2 - x^2} &= \sqrt{R^2 - x^2} - \Delta; \\ 2\sqrt{R^2 - x^2} &= \Delta. \end{aligned} \quad (5)$$

Звідсіля знаходимо абсциси точок A і C перетину кругів:

$$\left. \begin{aligned} X_A &= -\sqrt{R^2 - \frac{\Delta^2}{4}}; \\ X_C &= \sqrt{R^2 - \frac{\Delta^2}{4}}; \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Тоді площа фігури, що створюється внаслідок перетину кругів, може бути знайденою з виразу

$$S_{ABCD} = \int_{X_A}^{X_C} (\sqrt{R^2 - x^2} - \Delta) - (-\sqrt{R^2 - x^2}) dx = \int_{X_A}^{X_C} (2\sqrt{R^2 - x^2} - \Delta) dx \quad (7)$$

Позначимо

$$\begin{aligned} M &= \int_{X_A}^{X_C} 2\sqrt{R^2 - x^2} dx \\ N &= \int_{X_A}^{X_C} \Delta dx \end{aligned} \quad (8)$$

Позначимо також $x = R \sin t \left(-\frac{\pi}{2} \leq t \leq \frac{\pi}{2} \right)$ та отримаємо $\sqrt{R^2 - x^2} = R \cos t$,

$$dx = R \cos t dt. \quad (9)$$

Тоді

$$M = 2 \int_{-\sqrt{R^2 - \frac{\pi^2}{4}}}^{\sqrt{R^2 - \frac{\pi^2}{4}}} 2\sqrt{R^2 - x^2} dx = 2R^2 \int_{-\sqrt{R^2 - \frac{\pi^2}{4}}}^{\sqrt{R^2 - \frac{\pi^2}{4}}} \cos^2 t dt = R^2 \left(t + \frac{1}{2} \sin 2t \right) + C \quad (10).$$

де C – стала інтегрування.

$$\text{Позаяк } x = R \sin t, \text{ то } t = \arcsin \frac{x}{R} \text{ та } \frac{1}{2} \sin 2t = \sin t \cdot \cos t = \frac{x\sqrt{R^2 - x^2}}{R^2} \quad (11)$$

Тоді з виразів (10) та (11) знаходимо площу перетину рухливих кругів, котрі надходять на відчутник випромінювання, використовуючи вирази M та N

$$M = R^2 \arcsin \frac{x}{R} + x\sqrt{R^2 - x^2} + C;$$

$$N = \Delta \cdot x \left| \sqrt{R^2 - \frac{\Delta^2}{4}} - \sqrt{R^2 - \frac{\Delta^2}{4}} \right| = 2\Delta \sqrt{R^2 - \frac{\Delta^2}{4}} \quad (12)$$

Так, шукана площа перетину кругів може бути знайденою з виразу:

$$S_{ABCD} = \left(R^2 \arcsin \frac{x}{R} + x\sqrt{R^2 - x^2} - x\Delta \right) \left| \sqrt{R^2 - \frac{\Delta^2}{4}} - \sqrt{R^2 - \frac{\Delta^2}{4}} \right|. \quad (13)$$

Звідси отримуємо

$$S_{ABCD} = 2R^2 \arcsin \sqrt{1 - \frac{\Delta^2}{4R^2}} - \frac{1}{2} \Delta \sqrt{4R^2 - \Delta^2} + C. \quad (14)$$

Дослідження отриманого виразу довели, що при $\Delta = 2R$; ($C = 0$);
 $S_{ABCD} = 2R^2 \cdot 0 = 0$.

$$\text{При } \Delta = 0; (C = 0); S_{ABCD} = 2R^2 \cdot \arcsin 1 - 2 \cdot 0 \cdot R + 0 = 2R^2 \cdot \frac{\pi}{2} = \pi R^2. \quad (15)$$

Тобто мінімальна площа фігури перетину кругів дорівнює 0 при $\Delta = 2R$, а максимальна площа – при $\Delta = 0$.

Аналогічно знаходиться площа відносно переміщень вздовж осі OX .

Таким чином, знаючи діаметр кожного з кругів проекцій, які створюють падаючі пучки випромінювання на чутливій площі відчутника, можна отримати при необхідності також площу шуканої місяцеподібної фігури як різницю площі круга та відповідної площі перетину потоків випромінювання.

Висновки

Отримані залежності дозволяють визначати геометричні параметри рухливих потоків електромагнітного випромінювання на поверхні відчутників, наприклад при фотометруванні розподілу світлових полів в оптичних системах

при науково-технічних дослідженнях, а також системах суто прикладного характеру, тобто світлотехнічного, медичного, біологічного призначення.

Математичне моделювання руху потоків випромінювання дає можливість прогнозування та оптимізації енергетичних параметрів чутників електромагнітного випромінювання при застосуванні їх на практиці.

Подальші дослідження цієї проблеми необхідні для визначення нелінійностей геометрії просторового розподілу рухливих потоків електромагнітного випромінювання, що опромінюють біотехнічні об'єкти.

Література

1. Horie T., Udagawa T. Canopy photosynthesis of sunflower plants. – Bull. Nat. Inst. Agric. – 1971. – Ser.A. - № 18. – P.1-54.
2. Косицын О.А. Математическое моделирование пространственных характеристик биологических приемников излучения // Светотехника.. -1978. - № 6. – С.15-16.
3. Жаров В.П. и др. Разработка алгоритма расчета пространственного распределения интенсивности излучения фотоматричных терапевтических аппаратов // Медицинская техника. – 2000. -№ 4. - С.5-10.
4. Мазин В.Д. Методы расчетной оценки погрешностей датчиков // Датчики и системы. – 2001. -№ 2. –С.2-5.

Клочко Т.Р., Вайнтрауб М.А. Метод определения геометрии движения потоков электромагнитного излучения Статья посвящена математическому моделированию геометрии подвижных потоков излучения, которое воспринимается датчиком с целью дальнейшей их оптимизации и прогнозирования энергетики поглощения электромагнитного излучения	Klotchko T.R, Vaintraub M.A. The definition method of the geometry movement of the electromagnetic irradiation streams In work state about mathematical modelling of the geometry movement of the electromagnetic irradiation streams, which the sensor with the object the further optimization and prognostication of the absorbption of the electromagnetic irradiation energy is registrated.
--	---

*Надійшла до редакції
21 березня 2004 року*

УДК 621.9.025:621.762

АНАЛІЗ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ З ПОКРИТТЯМИ

¹⁾Антонюк В.С., ²⁾Сорока О.Б., ²⁾Калініченко В.І. ¹⁾Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Київ, Україна, ²⁾Інститут проблем міцності ім. Г.С. Писаренка НАН України, Київ, Україна.

В роботі розглянуто напружено-деформований стан різального інструменту з покриттями суцільної та дискретної структури в умовах дії контактного та дотичного навантаження. Наведені результати чисельних розрахунків дозволяють зробити висновок про те, що при наявності дискретного покриття матеріал основи підлягає більш локальному нава-