

модели стандартизує процес проектування, зменшує ймовірність появи помилок і підвищує точність визначення параметрів клиноремного приводу.

Дальнєше розвиток наукових розробок в даному напрямку - застосування методів моделювання і алгоритмізації для створення інформаційної моделі КРП.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мартынов В.Ю. Разработка теории, методов расчета и проектирования современных передач трением гибкой связью [Электронный ресурс] // Название с экрана. Режим доступа: <http://www.dissercat.com/content/razrabotka-teorii-metodov-rascheta-i-proektirovaniya>

2. Ременные передачи [Электронный ресурс] // Название с экрана. Режим доступа: [http://cherch.ru/mechanicheskie\\_peredachi/remennie\\_peredachi.html](http://cherch.ru/mechanicheskie_peredachi/remennie_peredachi.html)

3. Латышев П.Н. Каталог САПР. Программы и производители: Каталогное издание. — М.: ИД СОЛОН-ПРЕСС, 2006, 2008, 2011. — 608, 702, 736 с

4. Малюх В. Н. Введение в современные САПР. — М.: ДМК Пресс, 2010. — 192 с

5. Норенков И. П. Основы автоматизированного проектирования. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. — 430 с.

6. Система автоматизированного проектирования (CAD) [Электронный ресурс] // Название с экрана. Режим доступа: <http://www.ptc.ru.com/cad>

#### КРАСНОБОКИЙ Ю.М.

*к. ф. – м. н., доцент*

*Уманський державний педагогічний  
університет імені Павла Тичини*

#### МАТРИЧНИЙ ПІДХІД ДО ОПИСУ РЕЗУЛЬТАТІВ ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

На даний час залишається **актуальною** проблема підвищення фундаментальної підготовки вчителів дисциплін природничо-наукового циклу, у тому числі й фізики. Один із шляхів фундаменталізації навчального процесу з фізики реалізується нами через застосування відповідного математичного апарату до аналізу і квантово-механічного опису результатів фізичних дослідів (у формі експериментальних задач), що впливають з тих чи тих фізичних теорій. Продемонструвати це можна на прикладі розв'язування задач за допомогою матричного аналізу експериментів, що базуються на досить таки не простій фізичній теорії – поляризації світла.

**Постановка проблеми** (формулювання задачі). За наявності необхідних лабораторних приладів (поляризатора, аналізатора, синтезатора, кристалів подвійного променезаломлення світла, скляних пластинок різної товщини, розчинів цукру різної концентрації та цукрометра

тощо), крізь які проходить світло і зазнає поляризації (вектор напруженості електричного поля електромагнітної хвилі  $\vec{E}$  коливається в одній площині), знаходження всіх чотирьох елементів матриці  $\langle j|A|i\rangle$ , де індекси  $j$  і  $i$  можуть набувати значень у напрямі осей  $x$  і  $y$ , дає можливість описати такі досліди з поляризації світла:

- 1)  $x$  і  $y$  – аналізатор і синтезатор із кристалу кальциту (промінь  $y$  блокується);
- 2) той же прилад повернули на кут  $\theta$ ;
- 3) поляроїд, вісь якого спрямована уздовж осі  $x$ ;
- 4) поляроїд, вісь якого утворює з віссю  $x$  кут  $\theta$ ;
- 5) аналізатор і синтезатор із кальциту, між якими розміщено скляну пластинку, що спричинює зсув фази променя  $x$  на кут  $\varphi$ ;
- 6) аналізатор і синтезатор із кальциту; за цього обидва промені проходять крізь одне й те ж скло;
- 7) аналізатор і синтезатор, повернуті на  $45^\circ$ , у той же час скляна пластинка у промені  $x$  збільшує його фазу на  $90^\circ$ ;
- 8) пластинка товщиною у чверть довжини хвилі ( $\lambda/4$ );
- 9) пластинка із подвійно заломлюючої речовини; за цього її оптична вісь паралельна осі  $x$  (можна отримати загальну формулу для шару цієї речовини довільної товщини);
- 10) розчин цукру, який повертає площину поляризації праворуч на кут  $\theta$ ;
- 11) пристрій, що розщеплює первинний промінь на  $x$  і  $y$ , переводить промінь  $x$  у площину  $y$  (пропускаючи його через розчин цукру, який повертає площину поляризації на  $90^\circ$ ) і знову з'єднує обидва промені в один;
- 12) показати, що за допомогою приладу, описаного в п.11, «можна побудувати вічний двигун».

**Виклад основного матеріалу** (розв'язання задачі). Покладемо, що  $\vec{A} = (A_x; A_y; 0)$  - вектор напруженості електричного поля плоскої електромагнітної хвилі (світла) на вході у прилад, а  $\vec{A}' = (A'_x; A'_y; 0)$  - відповідний вектор на виході із приладу. За допомогою матриці  $\langle j|A|i\rangle$  можна виразити компоненти вектора на вході приладу через компоненти вектора на виході:  $A'_x = \langle x|A|x\rangle E_x + \langle x|A|y\rangle E_y$ ,  $A'_y = \langle y|A|x\rangle E_x + \langle y|A|y\rangle E_y$ .

З іншого боку, використовуючи класичні уявлення про явище поляризації світла, можна знайти співвідношення між  $\vec{A}$  і  $\vec{A}'$  і таким чином отримати елементи матриці  $\langle j|A|i\rangle$ . Продемонструємо це на перерахованих дослідах 1÷12.

- 1) Через те, що промінь  $y$  блокується,  $A'_y = 0$ , у той час як  $A'_x = E_x$ .

Отже, єдиним відмінним від нуля елементом матриці, є  $\langle x|A|x\rangle = 1$ .

2) У системі координат  $x', y'$ , повернутій разом з приладом відносно системи  $x, y$ , компоненти вектора  $\vec{A}$  записуються у вигляді

$$E_{x'} = E_x \cos \theta + E_y \sin \theta, \quad E_{y'} = -E_x \sin \theta + E_y \cos \theta.$$

Після проходження крізь прилад  $E'_{x'} = E_{x'}$ ,  $E'_{y'} = 0$ . Повертаючись до вихідної системи координат, отримуємо

$$E'_x = E'_{x'} \cos \theta = E_x \cos^2 \theta + E_y \sin \theta \cos \theta, \quad E'_y = E'_{y'} \sin \theta = E_x \sin \theta \cos \theta + E_y \sin^2 \theta.$$

Таким чином,

$$\langle x|A|x\rangle = \cos^2 \theta, \quad \langle y|A|y\rangle = \sin^2 \theta, \quad \langle x|A|y\rangle = \langle y|A|x\rangle = \sin \theta \cos \theta.$$

3) На виході приладу  $E'_x = E_x$ ,  $E'_y = 0$ , отже матриця  $\langle j|A|i\rangle$  виявляється такою ж, як і у випадку 1).

4) Полярїд еквівалентний до системи «аналізатор – пристрій для блокування одного з променів – синтезатор». Для цього випадку матриця  $\langle j|A|i\rangle$  співпадає з отриманою для випадку 2).

$$5) \text{ Для цього випадку } E'_x = E_x e^{i\varphi}, \quad E'_y = E_y.$$

$$\text{Отже: } \langle x|A|x\rangle = e^{i\varphi}, \quad \langle y|A|y\rangle = 1, \quad \langle x|A|y\rangle = \langle y|A|x\rangle = 0.$$

6) Аналогічно, до попереднього пункту маємо

$$\langle x|A|x\rangle = \langle y|A|y\rangle = e^{i\varphi}, \quad \langle x|A|y\rangle = \langle y|A|x\rangle = 0.$$

Відмітимо, що однакова зміна фази обох компонентів вектора не впливає на поляризацію.

7) У системі координат, повернутій разом з приладом на кут  $45^\circ$ , вектор  $\vec{A}$  має компоненти  $A_{x'} = \frac{1}{\sqrt{2}}(E_x + E_y)$ ,  $A_{y'} = \frac{1}{\sqrt{2}}(-E_x + E_y)$ . На виході із приладу

$$A'_{x'} = iE_{x'}, \quad A'_{y'} = E_{y'}.$$

Отже, у початковій системі координат компоненти вектора  $\vec{E}'$  дорівнюють:

$$A'_{x'} = \frac{1}{\sqrt{2}}(E'_{x'} - E'_{y'}) = \frac{i+1}{2}E_x + \frac{i-1}{2}E_y, \quad A'_{y'} = \frac{1}{\sqrt{2}}(E'_{x'} + E'_{y'}) = \frac{i-1}{2}E_x + \frac{i+1}{2}E_y.$$

Звідси отримуємо:  $\langle x|A|x\rangle = \langle y|A|y\rangle = \frac{i+1}{2}$ ,  $\langle x|A|y\rangle = \langle y|A|x\rangle = \frac{i-1}{2}$ .

8) При проходженні через пластинку товщиною  $\lambda/4$  різниця фаз променів  $x$  і  $y$  змінюється на  $\pi/4$ , і з точністю до загального фазового множника, маємо

$$E'_x = iE_x, \quad E'_y = E_y.$$

Таким чином,  $\langle x|A|x\rangle = i$ ,  $\langle y|A|y\rangle = 1$ ,  $\langle x|A|y\rangle = \langle y|A|x\rangle = 0$ .

9) При проходженні пластинки товщиною  $d$  монохроматична хвиля з циклічною частотою  $\omega$  отримує додаткову фазу  $kd = \omega d / v = \omega dn / c$ ,

де  $k$  - хвильове число,  $v$  - швидкість світла у середовищі,  $n$  - показник заломлення середовища,  $c$  - швидкість світла у вакуумі.

У подвійно заломлюючому середовищі показник заломлення різний для світла з поляризаціями вздовж осей  $x$  і  $y$ . За цього зсуви фаз  $x$  – і  $y$  – променів після проходження ними пластинки товщиною  $d$  визначаються виразами

$$\varphi_x = \frac{\omega d}{c} n_x, \quad \varphi_y = \frac{\omega d}{c} n_y.$$

Тому можна записати  $\hat{A}'_x = E_x e^{i\varphi_x}$ ,  $\hat{A}'_y = E_y e^{i\varphi_y}$ .

Тоді  $\langle x|A|x\rangle = e^{i\alpha n_x / c}$ ,  $\langle y|A|y\rangle = e^{i\alpha n_y / c}$ ,  $\langle x|A|y\rangle = \langle y|A|x\rangle = 0$ .

10) При проходженні через розчин компоненти вектора  $\vec{A}'$  у системі координат, повернутій на кут  $\theta$  відносно вихідної системи, очевидно, дорівнюють  $\hat{A}'_x = E_x$ ,  $\hat{A}'_y = E_y$ . У вихідній же системі координат

$$E'_x = E_x \cos\theta - E_y \sin\theta, \quad E'_y = E_x \sin\theta + E_y \cos\theta.$$

Отже:  $\langle x|A|x\rangle = \langle y|A|y\rangle = \cos\theta$ ,  $\langle y|A|x\rangle = -\langle x|A|y\rangle = \sin\theta$ .

11) У цьому випадку на виході приладу компонента  $\hat{A}'_x$  дорівнює нулю, у той час як  $\hat{A}'_y = E_y + E_x e^{i\alpha}$ , де  $\alpha$  - зсув фази променя  $x$  при проходженні ним через розчин цукру. Отже:  $\langle x|A|x\rangle = \langle x|A|y\rangle = 0$ ,  $\langle y|A|y\rangle = 1$ ,  $\langle y|A|x\rangle = e^{i\alpha}$ .

12) Середня за часом інтенсивність плоскої монохроматичної хвилі на вході приладу пропорційна  $(|E_x|^2 + |E_y|^2)$ . На виході з приладу вона пропорційна величині  $|E_y + E_x e^{i\alpha}|^2 = |E_x|^2 + |E_y|^2 + 2|E_x||E_y|\cos(\alpha + \beta)$ , де  $\beta$  - різниця фаз комплексних величин  $E_x$  і  $E_y$ . Якщо  $\cos(\alpha + \beta) > 0$ , то інтенсивність хвилі на виході приладу більша від інтенсивності хвилі, яка входить у прилад, що означає можливість «беззатратного» збільшення енергії, тобто «є можливість побудови вічного двигуна».

Зрозуміло, що цей висновок хибний. Справа в тому, що у використовуваному приладі промені  $x$  і  $y$  просторово розмежовані, а, отже, вони обмежені в просторі (у площині, перпендикулярній до напрямку поширення). Тому після з'єднання пучків на виході виникає

типова інтерференційна картина: підсилення інтенсивності в одному місці «екрана» супроводжується послабленням в іншому, таким чином повна інтенсивність у пучку на виході з приладу може бути лише рівною (а частіше за все й меншою, бо має місце поглинання) інтенсивності пучка на вході приладу. Отже такий «вічний двигун» не можливий.

**Висновок.** Наведений приклад методики проведення лабораторно-практичного заняття з фізики забезпечує підсилення фундаментальної підготовки студентів завдяки органічному поєднанню фізичної теорії і практики експерименту з їх математичним описом.

**МАКЕДОН Г.П.,**

*асистент кафедри інформатики і  
системології,*

*ДВНЗ «Київський національний  
економічний університет*

*ім. В. Гетьмана»*

## **ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ «ІНФОРМАТИКА» ЗА УМОВ МОДЕРНІЗАЦІЇ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

У наш час відбувається стрімкий розвиток процесу інформатизації суспільства, новітні інформаційні технології проникають у всі без винятку сфери життя. Ефективне використання ІТ допомагає жити в інформаційному суспільстві, здобувати нові знання, досягати успіху в своїх професіях, підтримувати новітню концепцію навчання впродовж всього життя. Саме сучасні ІТ дозволяють з користю використовувати їх в системі освіти, а саме — у вищих закладах.

Одним з основних завдань сучасної вищої освіти є формування об'єктивних знань і напрацювання високих професійних компетенцій, які мають формуватися ще на етапі навчання в вищому навчальному закладі. Робота з досягнення даної мети може рухатися у різних напрямках і з використання різних підходів. І один із таких підходів — інтеграція ІТ в економічні дисципліни. Інформаційні технології, введені до навчального процесу в економічному вищому закладі освіти дозволяють оволодіти новітніми бухгалтерськими, логістичними, маркетинговими та іншими програмами, за допомогою яких підвищується швидкість і якість розрахунків та ін. Робота з хмарними технологіями підвищує інформативність і розвиває професійні компетенції майбутніх економістів, дозволяє оволодіти новітніми підходами до вирішення низки економічних проблем.