I. V. Korobko, E. V. Pisarets, A. V. Pisarets
National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine

QUALITY EVALUATION FOR REGISTRATION WATER VOLUME AND WATER VOLUMETRIC FLOWRATE

The article describes generalized structure of water metering system in the apartment building. Analyzed the purpose and conditions of using meters and flowmeters for liquids, conditions of their operation and metrological performance of instruments that determine the quality of water metering.

Identified problems of existing sites for housing water registration and reasons of water consumption undercount in the apartment buildings (equipment installation is out of manufacturers recommendations for spatial orientation, using meters at flowrates which are less then sensitivity threshold; length of the straight pipes are not meet the requirements). Evaluated metrological characteristics of widely used devices that implement different measurement methods.

Directions of improvement the quality for volume and flowrate registration in apartment buildings are proposed.

Keywords: water volume, volumetric water flowrate, registration quality.

Надійшла до редакції
20 травня 2016 року

Рецензовано
10 червня 2016 року

УДК 621:620.179.14

ГЕОМЕТРИЧНІ СПОТВОРЕННЯ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ ПРОСТОРОВИХ КООРДИНАТ ОБ’ЄКТА

Скицюк В.І., Клочко Т.Р.
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна
E-mail: klotchko@psf.ntu-kpi.kiev.ua

Результати дослідження є аналітичним підгрунтям для створення низки фізико-математичних моделей для вирішення задач визначення координат об’єктів як в технічних системах, так і біологічних системах. У роботі розглядається зв’язок між уявними та реальними координатами, оскільки при переході від уявної до реальної функції відбувається явища, які спотворюють реальну систему координат на відміну від уявної. Саме у цьому процесі криється низка проблем, які пов’язані з відмінностями між уявним та реальним світом. При таких перетвореннях виникають процеси, без яких неможливо визначити процес перетворення параметрів одного і того ж об’єкта.

Наразі до таких понять відноситься елементарна частка похибки (**[S]**) *та дуальність поверхні* (**D**) [1], *зв’язок яких між собою визначає міру спотворень у реальній системі координат та її відмінність від уявної. У загальному випадку розбіжність між уявною та реальною системами координат є факт невизначеності з технологічними фантомами цих систем координат. Визначено міру деструктивного впливу на вимірювання просторових координат об’єкта за допомогою теорії поля і, як наслідок, функції похибки простору.*

У статті продовжується розгляд моделі впливу елементарної частки похибки на спотворення прямої лінії (як елементарної геометричної фігури, яка найбільш часто зустрічається в біотехнічних системах) при перенесенні її у реальну систему координат.

Ключові слова: *координати об’єктів, спотворення прямої лінії, технологічний фантом, вимірювання.*

Вступ

Визначення параметрів позиціювання об’єкта у реальному просторі значно відрізняється від аналогічної ситуації в уявній системі координат. Уявна система координат сприймається нами як ідеальна, котра не має жодних геометричних просторових похибок, проте перехід у реальний простір, який використовується при технологічних процесах, викликає низку спотворень. Так, наприклад, подібна ситуація виникає внаслідок реалізації руху будь-якого об’єкту. Водночас, інформація, що виробляється в мозку живого організму, є уявна ситуація руху, яку об’єкт намагається відтворити. Як наслідок такої спроби, уявна інформація про рух отримує певну переробку команд з визначеними похибками, що призводить до недосконалості виконання переміщення об’єкту. Аналогічна ситуація спостерігається в технічних системах, пов’язаних із перетворенням форми об’єкту, коли інформація (незалежно від типу сигналу) зберігається в спеціальних системах пам’яті і закладається технічними засобами, які розробник (людина) вважає ідеальними. Але система реалізація цієї програми при проходженні через низку технологічних перетворень отримує похибки, які можуть призвести до повного його спотворення.

Спроби вирішення подібної проблеми давно існують у техніці, наприклад розвиток методів, котрі дозволяють розпізнавання об’єкту з корекцією просторових спотворень зображень за допомогою повної афінної групи перетворень [2]. До основних критеріїв, що характеризують вимірювання координат об’єкту з огляду на їх працездатності, завадостійкості, запропоновано [3, 4, 5] обирати помилки вимірювання координат, а також дискретність відліків, на яких координати обраховують без великих помилок. Проте наразі у більшості подібних досліджень не враховано процеси, без яких неможливо визначити процес перетворення параметрів одного і того ж об’єкта, тобто елементарна частка похибки (ЕЧП) та дуальність поверхні (ДП). Тому метою дослідження було визначення впливу цих параметрів на загальний випадок спотворення геометричних координат об’єкту.

Постановка задачі

У попередніх роботах [1, 7] розглянуто низку властивостей кривої у реальній системі координат. Як наслідок, є можливість стверджувати, що, якщо маємо «пряму» в реальній системі координат, то це є не більше, ніж ілюзія її прямолінійності.

У реальній системі координат ми не маємо можливості визначитися з відхиленням лінії, меншим за величину **[S],** а отже, як наслідок, будь-які відхилення у цих межах, ми не можемо зафіксувати. Таким чином, її кривизна дорівнює нулю. Але, оскільки, кожна лінія є елементом відрахунку (крапка, риска) [1, 7], то у реальній системі координат вона має досить сталий діаметр, який більший за **[S],** тобто за параметр (бар'єр) існування. Отже, пряму в реальному просторі можна уявляти як криволінійний циліндр діаметром від **[S]** до **D.**

Таким чином, розташування прямої відносно реальної системи координат, її форма та розміри визначаються деякими сталими величини (параметрами кривої), складовими її рівняння. У випадку, якщо рівняння, окрім змінних координат, має параметр, який також має можливість приймати різні числові значення, то рівняння відтворює не одну, а значну кількість ліній.

Водночас, рівняння кожної з них утворюється з визначеного рівняння за визначеного числового значення змінного параметра. Так, наприклад, якщо ми маємо рівняння $x\cos\alpha + y\sin\alpha - r = 0$ при змінному параметрі α, то воно відображає низку прямих різного нарямку, але всі вони проходять на відстані r від початку координат [8]. Як наслідок, наша пряма, яка потрапляє у реальну систему координат, має у перерізі форму кола радіусу **[S]/2**. Отже, якщо маємо низку кіл радіусу **[S]/2,** центри яких розташовані вздовж осі x, то рівняння послідовності набуде вигляду

$$(x-a)^2 + y^2 = \left(\frac{[\mathbf{S}]}{2}\right)^2, \qquad (1)$$

де a – визначає відстань від початку координат до центру кола, тобто коло діаметром **[S]** або **D** будемо вважати сімейством кривих.

У загальному вигляді сімейство кривих, яке залежить від одного змінного параметра, може бути відображено рівнянням

$$F(x, y, t) = 0, \qquad (2)$$

де у функцію F разом зі змінними координатами введено змінний параметр t.

Отже, існує огинаюча лінія дотична до всього сімейства кривих. До того ж, ця огинаюча являє собою низку точок дотику до однієї з сімейства кривих.

Так, наприклад, для сімейства прямих

$$x\cos\alpha + y\sin\alpha - r = 0,$$

огинаючою є коло $x^2 + y^2 = z^2$, оскільки всі прямі родини є дотичні цьому колу, а кожна точка кола належить одній з сімейства кривих, тобто тій, що торкається кола в цій точці. У нашому випадку, необхідно помітити, що огинаюча сімейства кіл, може складатися з кількох кривих. Огинаюча сімейства кіл за (1) матиме подвійність у вигляді $y = \frac{[\mathbf{S}]}{2}$ та $y = -\frac{[\mathbf{S}]}{2}$.

Загальне математичне підгрунтя спотворення уявної прямої в реальній системі координат

Таким чином, з одного боку ми маємо сімейство крапок, що утворює криву у реальному просторі, а з іншого боку маємо можливість визначитися з огинаючою цієї кривої [8].

Розглянемо, яким чином ми можемо отримати залежність огинаючої, якщо маємо вхідне рівняння сімейства кривих (2) разом із огинаючою лінією E. Якщо задавати змінному параметру t різні числові значення, то маємо можливість отримувати окремі криві сімейства

$$F(x,y,t_1) = 0,\ F(x,y,t_2) = 0 \ldots F(x,y,t_i) = 0, \qquad (3)$$

$$XY\ M_1(x_1,y_1),\ M_2(x_2,y_2) \ldots M_i(x_i,y_i). \qquad (4)$$

Усі ці криві торкаються огинаючої у відповідних точках.

Оскільки кожна точка огинаючої є точка дотику огинаючої до однієї з огинаємих, то можна встановити відповідніть між точками огинаючої та значеннями параметра t. При безперервній зміні параметра t відповідна точка $M(x,y)$ рухатиметься і давати опис огинаючої E.

Таким чином, плинні координати огинаючої є функціями змінного параметра t, тобто

$$x = x(t), \quad y = y(t). \tag{5}$$

Отже, якщо є можливість визначитися з функціями $x(t)$ та $y(t)$, то рівняння (5) перетворюються на параметрично поставлене рівняння огинаючої, що надає можливість вирішити поставлену задачу. Таким чином, якщо кожна точка огинаючої $M_i(x_i, y_i)$ належить одній з кривих сімейства $F(x, y, t_i) = 0$, то

$$F(x_i, y_i, t_i) = 0 \tag{6}$$

або, враховуючи формули (5),

$$F[x(t_i), y(t_i), t_i] = 0; \tag{7}$$

але, оскільки це вірно для будь-якого значення параметра t, то маємо можливість отримати більш загальний вигляд

$$F[x(t), y(t), t] = 0. \tag{8}$$

Водночас, параметр t повинен одночасно приймати однакові значення у всіх трьох аргументах рівняння (8).

Якщо ми продиференціюємо рівняння (8), тобто

$$F'_x(x,y,t)X'(t) + F'_x(x,y,t)Y'(t) + F'_t(x,y,t) = 0, \tag{9}$$

то отримуємо одне співвідношення, якому повинні задовольняти вишукувані функції $x(t)$ та $y(t)$, тобто координати будь-якої точки огинаючої.

Для отримання другого аналогічного співвідношення скористаємося тим, що кожна точка огинаючої $M_i(x_i, y_i)$ є точка дотику огинаючої з відповідною огинаємою $F(x, y, t_i)$, а отже, обидві криві мають загальну дотичну у цій точці. Водночас, кутовий коефіцієнт до огинаємої $F(x,y,t_i)$ у точці $M_i(x_i, y_i)$ визначається за формулою

$$k = -\frac{F'_x\left(x_i y_i t_i\right)}{F'_y\left(x_i y_i t_i\right)}. \tag{10}$$

Кутовий коефіцієнт до огинаючої (5) у точці $M_i(x_i, y_i)$ визначається за виразом

$$k_1 = \frac{y'(t_i)}{x'(t_i)}. \tag{11}$$

Оскільки за умовою обидві дотичні однакові, то

$$-\frac{F'_x(x_i, y_{i,} t_i)}{F'_y(x_i, y_{i,} t_i)} = \frac{y'(t_i)}{x'(t_i)}, \tag{12}$$

звідкіля отримуємо

$$F'_x(x_i, y_i, t_i)X'(t_i) + F'_y(x_i, y_i, t_i)Y'_i(t_i) = 0, \tag{13}$$

Враховуючи, що (13) дає опис відносно будь-якої точки огинаючої, то маємо можливість такого запису для будь-якого значення параметру t, тобто

$$F'_x(x,y,t)X'(t) + F'_y(x,y,t)Y'(t) = 0. \tag{14}$$

Співставляючи (14) та (9), отримуємо

$$F'_t(x,y,t) = 0. \tag{15}$$

Тим не менш, не будь-яка точка огинаємої належить огинаючій, а тому рівняння (15) додає ще одну умову, яка дозволяє виокремити ті точки огинаємих, які одночасно належать огинаючій. Отже, координати точок огинаючої повинні задовольняти системі рівнянь:

$$\left.\begin{aligned} F(x,y,t) &= 0 \\ F'_t(x,y,t) &= 0 \end{aligned}\right\}. \tag{16}$$

Вирішуючи рівняння (16) відносно x та y ми, отримуємо параметричні рівняння огинаючої:

$$\left.\begin{aligned} x &= f(t) \\ y &= \varphi(t) \end{aligned}\right\}. \tag{17}$$

Якщо виключити параметр t з (17) у звичайний спосіб, отримуємо рівняння огинаючої у прямокутних координатах

$$\varphi(x, y) = 0. \tag{18}$$

Дослідження уявних прямих у реальному просторі на координатах об'єктів

Отже, оскільки ми розглянули підґрунтя математичного опису прямих та кривих ліній у просторі, то можемо провести дослідження реальних об'єктів, до яких вони входять як складові.

Для початку дослідимо координатну систему як найбільш простий випадок (рис. 1).

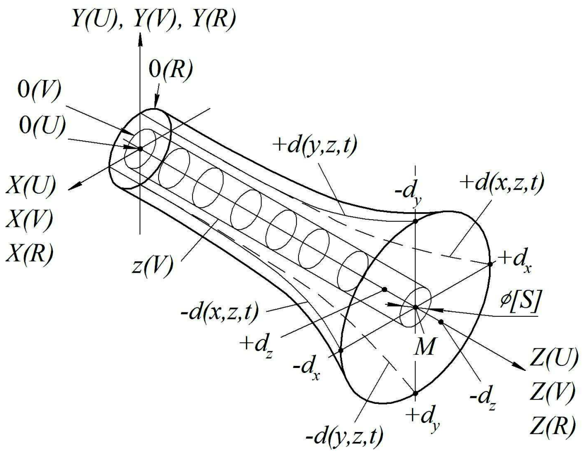

Рис. 1. Загальне уявлення пристайності реальної системи координат, відлікової системи координат та уявної

Оскільки ми маємо три координати з однаковими параметрами, то достатньо дослідити одну з координат, після чого розглядати їх загальний вплив одної на одну. Тоді маємо нуль координатної системи із трьох пристайних координатних систем, а саме уявної, відлікової та реальної.

Перший нуль $O(U)$ уявної системи координат знаходиться на перехресті трьох уявних координатних осей $X(U)$, $Y(U)$, $Z(U)$ і є опорною точкою для відлікової та реальної. Цей уявний нуль не має розмірів, оскільки є пересіченням трьох осей, які не мають діаметру, а мають лише довжину.

Другий нуль $O(V)$ є нулем координатної системи відліку і являє собою крапку (сферу) діаметром **[S].** Цей розмір визначається діаметром осей відліку, тобто **[S].** Водночас, вісь являє собою циліндр, творчою якого є огинаюча $X(V)$, $Y(V)$, $Z(V)$

відповідно до кожної осі *X, Y, Z,* яка спирається на коло діаметром **[S].**

Третій нуль $O(R)$ реальної системи координат утворюється вектором дуальності **D** навколо перших двох нулів відліку.

Отже, якщо ми оберемо певну довільну точку *M* на осі уявної системи координат $Z(U)$, то маємо можливість однозначно визначити її координати, тобто

$$\left.\begin{aligned} x &= 0 \\ y &= 0 \\ z &= z(t) \end{aligned}\right\}. \tag{19}$$

Для системи координат відліку ці координати визначаться як

$$\left.\begin{aligned} x &= [\mathbf{S}] \\ y &= [\mathbf{S}] \\ z &= z(t+[\mathbf{S}]) \end{aligned}\right\}, \tag{20}$$

тобто існує невизначеність у розмірі **[S].**

У реальній системі координат дуальність поглинає величину **[S]**, якою можна нехтувати, тобто отримуємо:

$$\begin{aligned} x &= \mathbf{D}_x \\ y &= \mathbf{D}_y \\ z &= z(t+\mathbf{D}_z) \end{aligned} \quad . \tag{21}$$

У загальному вигляді дуальність відносно уявних координат буде складною функцією, якщо можна записати як векторну суму у наступному вигляді:

$$\left.\begin{aligned} \mathbf{D}_x &= \mathbf{d}_x + (-\mathbf{d}_x) \\ \mathbf{D}_y &= \mathbf{d}_y + (-\mathbf{d}_y) \\ \mathbf{D}_z &= \mathbf{d}_z + (-\mathbf{d}_z) \end{aligned}\right\} \quad \text{при} \quad \begin{aligned} x &= x(t) \\ y &= y(t) \\ z &= z(t) \end{aligned} \tag{22}$$

Загальний випадок складові дуальності доводить, що вони ніколи не можуть бути рівними одна одній, тобто

$$\mathbf{d}_x \neq -\mathbf{d}_x \neq \mathbf{d}_y \neq -\mathbf{d}_y \neq \mathbf{d}_z = -\mathbf{d}_z, \tag{23}$$

або

$$\mathbf{D}_x \neq \mathbf{D}_y \neq \mathbf{D}_z. \tag{24}$$

Їх рівність може розглядатися лише як теоретична межа у вигляді кулі, тобто як межа пандандної зони дуальності.

У широкому сенсі подібна ситуація призводить до того, що уявні координати уявної точки розташовані у межах криволінійного еліпсоїда реальних координат.

В ідеальному випадку це центральносиметричний еліпсоїд з піввісями дуальності

$$\frac{x^2}{D_x^2} + \frac{y^2}{D_y^2} + \frac{z^2}{D_z^2} = 1. \tag{25}$$

Для початку реальних координат O(R) ми отримуємо наступну формулу:

$$[\mathbf{S}]^2\left(\frac{1}{D_x^2} + \frac{1}{D_y^2} + \frac{1}{D_z^2}\right) = 1. \tag{26}$$

Для початку координат відліку O(V) матимемо наступну залежність:

$$x^2 + y^2 + z^2 = \frac{[\mathbf{S}]^2}{4}, \tag{27}$$

тобто це є сфера.

Отже, у загальному вигляді дуальність необхідно сприймати як просторовий вектор:

$$\mathbf{D} = D_x\mathbf{i} + D_y\mathbf{j} + D_z\mathbf{k}, \tag{28}$$

модуль якого

$$\left|\mathbf{D}\right| = \sqrt{D_x^2 + D_y^2 + D_z^2}. \tag{29}$$

У широкому загалі дуальність є результат віддаленості від початку координатної системи та взаємодії АС із зовнішнім середовищем [9]. Достатньо проаналізувати класичні випадки деформації АС під дією зовнішніх сил, які мають безпосередній зв'язок з явищем дуальності. Так, наприклад, прямокутна балка у перерізі, яка має консольний горизонтальний затиск, отримує наступний прогин залежно від місця затиску (сила затиску *Q* має координату *l*)

$$y = \frac{Qx^2}{2EJ}\left(\frac{x}{3} - l\right), \tag{30}$$

де *l* – довжина балки, *E* – модуль пружності Юнга, *J* – статичний момент поперечного перерізу

При рівномірному розподілі сили *q* вздовж балки маємо

$$y = \frac{qx^2}{12EJ}\left(2lx - 3l^2 - \frac{x^2}{2}\right). \tag{31}$$

При зростаючому лінійно навантаженні *q*, вздовж консольно закріпленої балки

$$y = \frac{qx^2}{24EJ}\left(60lx - 120l^2 - \frac{x^3}{l}\right), \tag{32}$$

Для того, щоб дослідити загальний характер деформації необхідно провести низку спрощень.

По-перше, приймаємо межі зміни аргументу, а саме $0 \leq x \leq l$. Це дозволяє зробити наступний крок до спрощення, а саме $0 \leq x \leq 1$.

Таким чином, членами рівняння у дужках, які мають складові x^2 та x^3 можна знехтувати.

У загальному вигляді рівняння прогину балки можна записати у спрощеному вигляді, наступним чином:

$$y = k_0x^2(k_lx+b) + [\mathbf{S}], \tag{33}$$

де k_0 – коефіцієнт залежний від модуля Юнга $E_{ю}$ статичного моменту *J* та діючої сили *q* та *Q*, k_1 – коефіцієнт залежний від довжини досліджуваної балки.

Отже, форма деформації є схожою на параболу. У нашому випадку це є її половина.

Як наслідок, звертаючись до рис. 1 та попереднього розгляду такого поняття як огинаюча, маємо можливість утворення первинної моделі дуальності на засадах виразів (16, 17, 18), (22), (25) та (33).

Водночас, необхідно зауважити, що всі рушійні (координатні) системи налаштовуються таким чином, що дуальність у межах початку координат має мінімальну величину. Радіус вектор дуальності при цьому своїм кінцем описує коло, а за трьома координатами - сферу.

Таким чином, еліпсоїд у межах координатної системи вироджується у сферу. Закон цього виродження спирається на функцію огинаючої, тобто (33). Як наслідок, цей вираз (33) дає максимальні значення функції дуальності у просторі координатної системи.

Залежність величини дуальності від координати отримує наступний вигляд (координата x):

$$D(x) = D_0 x^2 (k_1 x + b) + \mathbf{[S]}, \qquad (34)$$

де D_0 – дуальність координат x.

Якщо зважити на те, що координата x змінюється у межах від нуля до D_0, тобто

$$\lim_{x \to \mathbf{[S]}} D(x) = D_0 , \qquad (35)$$

то отримуємо наступне рівняння відносно дуальності поверхні у просторі координатної системи

$$D_0 = D_0 \mathbf{[S]}^2 (k_1 \mathbf{[S]} + b) + \mathbf{[S]}, \qquad (36)$$

звідкіля

$$D_0 = \frac{\mathbf{[S]}}{1 - \mathbf{[S]}^2 (k_1 \mathbf{[S]} + b)} . \qquad (37)$$

Тобто початкова дуальність у нулі координат є повністю залежною від конструктивних особливостей системи відліку.

Висновки

Розглянуте теоретичне підгрунтя спотворення прямої у криволінійному просторі є основою для створення апарату визначення реальних координат позиціювання об'єкту в просторі, наприклад, обладнання технологічного або медичного. Таким чином, у підсумку до наведеного дослідження маємо можливість користуватися уявною моделлю похибок реальних координат.

Основним висновком щодо математичного дослідження моделі є те, що характер спотворень має параболічний характер. Дуальність розповсюджується у просторі за практично лінійним законом від одного джерела до іншого, створюючи еквівалентні поверхні. Внаслідок векторного характеру дуальність у кожній крапці простору визначається як векторна сума низки дуальностей окремих елементів об'єкту.

Врахування зв'язку елементарної частки похибки та дуальності з уявною, реальною та відліковою системами координат дозволяє підвищувати точність контролю руху об'єктів електромеханічних систем, об'єктів біотехнічних систем тощо. Це дозволяє створити досконалі контрольно-вимірювальні системи, які враховують можливі викривлення простору та відповідне коригування рушійної системи у просторі. Дослідження показали, що криволінійність є відносне поняття, оскільки ступінь криволінійності визначає ступінь спотворень координат відліку.

Наступне дослідження буде присвячено дослідженню спотворень площини в уявному просторі, яка потрапляє у реальну систему координат.

Література

1. Скицюк, В.І. Елементарна частка похибки // Вісник НТУУ «КПІ». Серія машинобудування. – 2016. – Вип. 76. – С. 121-125.
2. Соловьев, Н.В. Методы коррекции пространственных искажений изображений плоских объектов в условиях действия полной аффинной группы преобразований // Информационно-управляющие системы. – 2003. – Вып. 6.
3. Алпатов, Б.А. Автоматический выбор метода измерения координат в системах обнаружения и сопровождения объектов / Б.А. Алпатов, П.В. Бабаян, С.А. Смирнов / Цифровая обработка сигналов и ее применения: Тез. докл. 11-й междунар. конф. Том 2. Москва, 2009. – С. 443-445.
4. Алпатов, Б.А. Автоматическое слежение за объектами при отсутствии априорных сведений о фоноцелевой обстановке / Б.А. Алпатов, П.В. Бабаян, С.А. Смирнов // Цифровая обработка сигналов. – 2009. – №3. –С.52-56
5. Karlheinz, Bers. Evaluation of Tracker Performance. – Signal and Data Processing of Small Targets. – July, 1994, pp. 650-660.
6. Rosales, R. Improved tracking of multiple humans with trajectory prediction and occlusion modelling / R.Rosales, S.Sclaroff. – Boston University Computer Science Department, 1998.
7. Скицюк, В.І. Аналітичне дослідження реалізації уявних функцій для координатних систем руху верстатного обладнання. Частина 2 / В.І. Скицюк, М.А. Вайнтрауб // Вісник НТУУ «КПІ». Серія приладобудування. – 2013. – Вип. 46. – С.117-125.
8. Анго А. Математика для электро- и радиоинженеров / А. Анго. – М.: Изд-во «Наука», 1965. – 780 с.
9. Биргер И.А. Сопротивление материалов: Учебное пособие / И.А. Биргер, Р.Р. Мавлютов. – М: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит. 1986. – 560 с.

УДК 621:620.179.14

В. И. Скицюк, Т. Р. Клочко

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ИСКАЖЕНИЙ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ КООРДИНАТ ОБЪЕКТОВ

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина

Результаты исследования является аналитической базой для ряда физико-математических моделей для решения задач определения координат объектов как в технических системах, так и биологических системах. В работе рассматривается связь между мнимыми и реальными координатами, поскольку при переходе от мнимой к реальной функции происходит явления, которые искажают реальную систему координат в отличие от мнимой. Именно в этом процессе кроется ряд проблем, связанных с различиями между воображаемым и реальным миром. При таких преобразованиях возникают процессы, без которых невозможно определить процесс преобразования параметров одного и того же объекта.
К таким понятиям относится элементарная частица погрешности ([S]) и дуальность поверхности (D) [1], связь которых между собой определяет степень искажений в реальной системе координат и ее отличие от мнимой. В общем случае расхождение между мнимой и реальной системами координат представляет собой факт неопределенности с технологическими фантомами этих систем координат. Определена мера деструктивного влияния на измерения пространственных координат объекта с помощью теории поля и, как следствие, функции погрешности пространства.
В статье продолжается рассмотрение модели влияния элементарной частицы погрешности на искажение прямой линии (как элементарной геометрической фигуры, наиболее часто встречается в биотехнических системах) при переносе ее в реальную систему координат
Ключевые слова: координаты объектов, искажения прямой линии, технологический фантом, измерения.

V. Skytsiouk, T. Klotchko
DETERMINION OF GEOMETRIC DISTORTIONS OF THE OBJECTS SPATIAL COORDINATES
National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Instityte», Kyiv, Ukraine

The study is an analytical basis for a number of physical and mathematical models for solving problems of positioning objects in technical systems, and biological systems. This paper considers the relationship between the imaginary and the real coordinates, since the transition from the imaginary to the real function is the phenomenon that distort the real coordinate system, unlike the imaginary. It is this process lies in the number of problems associated with the differences between the imaginary and the real world. At such transformations occur processes, without which it is impossible to determine the parameters of the conversion process of the same object.
Now to such concepts include the elementary particle of error ([S]), and the surface of the duality (D) [1], whose relationship to each other determines the degree of distortion in the real coordinate system and its difference from the imaginary. In general, the difference between the imaginary and the real coordinate systems is a fact of uncertainty with technological phantoms of coordinate systems. Measure of influence from the destruction on the measurement of the object spatial coordinates by means of field theory and as a result, error function space is determined.
The article continues consideration of the model of elementary particle effect of the error on the distortion of straight lines (as an elementary geometric shapes, occurs most frequently in biotechnical systems) when you transfer it into a real coordinate system.
Keywords: object coordinates, distortion of straight line, technological phantoms, measurement.

Надійшла до редакції
20 квітня 2016 року

Рецензовано
15 травня 2015 року