

3-8 видає імпульс запуску. За сигналом готовності обчислювач 9 зчитує цифровий двійковий код відповідної напруги у свою пам'ять та формує розв'язок.

Обчислювач 9 забезпечує:

- розрахунок функцій приналежності кожної напруги, що поступила, своїй множині термів (з табл. 1);
- обчислення логічних рівнянь $\mu^{d_1} - \mu^{d_{13}}$;
- ідентифікацію стану кожного з джерел.

Висновки

Реалізація технології заснована на методиці інтелектуальної ідентифікації, належить до ПО ІТ та дає змогу вирішити завдання контролю та функціонування системи електроживлення електричних пристроїв на прикладі прототипу для РЛС, проаналізувати стан системи в режимі реального часу. Практична реалізація технології може застосовуватися не лише для контролю та функціонування цілеспрямованих систем, а й для різного класу інших завдань, наприклад, у сільському господарстві, спорті та ін. Наша технологія та модель прототипу потребують подальших досліджень.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Богіно В. І.* Информационная технология для поддержки процессов совместной деятельности при тренировке и пере-

подготовке кадров / *Богіно В. І., Левчук О. М., Петрова О. Г.* // «Управляющие системы и машины». К.: УсиМ, 2009. – С. 66–72.

2. *Левчук О. М.* Проблемно-ориентированные информационные технологии в контексте развития информационного общества: реалии и перспективы // Матеріали II Міжнародного наукового конференції «Інноваційний розвиток суспільства за умов кроскультурних взаємодій», 2009 р. Т 3, Ч.2. – Суми. – С. 135–139.

3. *Вишневецкий В. В., Рагульская М. В., Самсонов С. Н.* Телекоммуникационные технологии в выявлении закономерностей функционирования живых систем // Технологии живых систем. – 2007. – №4. – С. 55–62.

4. *М. Ragulskaya, V. Vishnevsky, L. Fainzilberg* // The influence of space weather on functional condition and health of people // Materials Workshop “Ecological and Health Threat”, Kyiv, 15-17 oktober 2002, N40.

5. *Файнзилберг Л. С.* Математические методы оценки полезности диагностических признаков : монография / Л. С. Файнзилберг ; Междунар. научно-учебный центр информационных технологий и систем НАН и МОН Украины. – К. : Освіта України, 2010. – 152 с. : ил.

6. *Ротштейн А. П.* Интеллектуальные технологии идентификации. [Электронный ресурс] : Универсум – Винница, 1999 г. – Режим доступа <http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book5/index.php>. – Назва з екрану.

7. *Левчук О. М.* Прогнозування очікуваних результатів на основі інтелектуальної технології ідентифікації // О. М. Левчук, Науково-технічна інформація. – 2010. – №1(43). – С. 72–77.

УДК 621.9.06.002

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВИХІДНОЇ ТОЧНОСТІ ДВОХКООРДИНАТНОГО ВЕРСТАТА АЛМАЗНОГО МІКРОТОЧІННЯ, ОСНАЩЕНОГО СИСТЕМАМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ЕЛЕМЕНТАМИ ФОРМОУТВОРЕННЯ



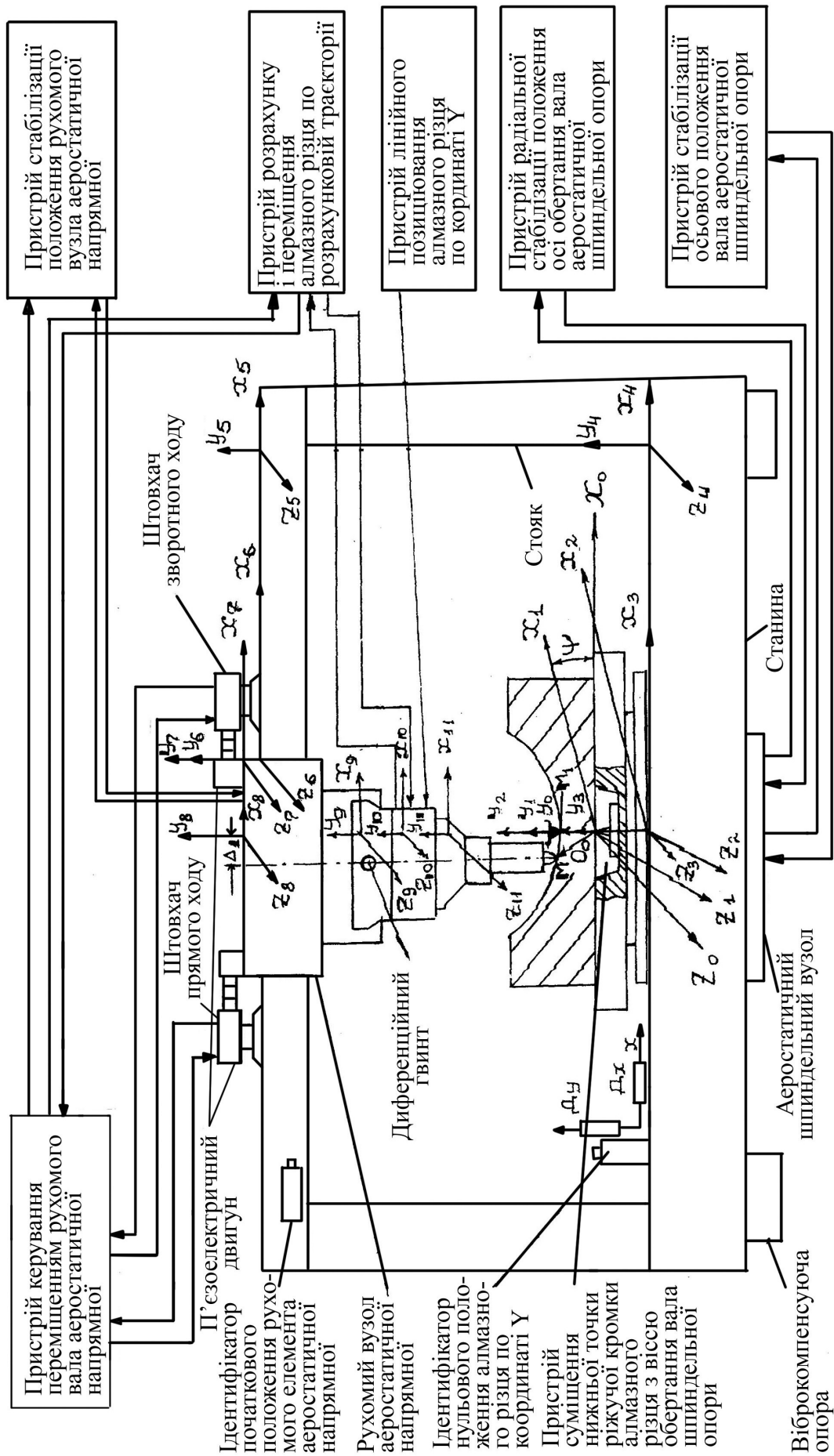
І. О. Левін

будувати баланс вихідної точності верстата (векторний баланс), що задає вектор похибки положення кожної точки оброблюваної поверхні стосовно номіналу, і баланс нормальних похибок, що є проекцією вектора похибки в заданій точці оброблюваної поверхні на нормаль до поверхні в цій точці. Крім того, модель вихідної точності верстата надає можливість вдосконалювати компоновку верстата, яка багато в чому визначає його жорсткість, точність, динамічну якість, обґрунтувати вимоги щодо точності до пристроїв стабілізації радіального положення осі обертання вала суперпрецизійної аеростатичної опори, стабілізації осьового положення вала (осьового положення площини планшайби) суперпрецизійної шпіндельної опори, стабілізації положення рухливого вузла суперпрецизійної аеростатичної напрямної й до пристрою лінійного позиціонування інструменту верстата по координаті Y.

Для виконання робіт з виготовлення особливо точних виробів оптики й механіки немає цілісної методики обґрунтувань вимог до автоматизованих пристроїв стабілізації й позиціонування елементів формоутворення суперпрецизійних верстатів.

Суперпрецизійний двохкоординатний верстат алмазного мікроточіння (див. рисунок) оснащено інформаційно-керуючими системами.

Математична модель вихідної точності верстата за інформацією про збурення і їхній вплив на елементи формоутворювальної системи верстата дає змогу по-



Функциональная схема формовирной системы суперпрезизионного верстата алмазного микроотточения

Координатний код формоутворювальної системи суперпрецизійного двохкоординатного верстата алмазного мікроточіння дає змогу однозначно відтворити функцію формоутворення верстата, що являє собою аналітичну залежність, яка зв'язує переміщення ланок формоутворювальної системи з траєкторією руху точок інструменту щодо оброблюваної деталі в системі координат цієї деталі.

Формоутворювальна система верстата будується у вигляді ланцюжка ланок [3]. При цьому кожна проміжна ланка включає в себе опори для двох сусідніх ланок, а кінцеві ланки зв'язані тільки з однією сусідньою ланкою. У разі побудови координатного коду формоутворювальна система верстата надається як сукупність твердих тіл, кожне з яких замінюється системою координат S . Початок і осі системи координат зв'язуються з конструктивними або технологічними базами ланки. Такими базами є напрямні, шпindelні опори, точно оброблені площини і циліндричні поверхні. Оскільки у відносному русі ланки формоутворювальної системи володіють лише одним ступенем свободи, то з кожною ланкою зв'язується один із символів, який визначає рух ланки щодо попереднього.

Поступальне уздовж осі $x-1, y-2, z-3$.

Обертальне навколо осі $x-4, y-5, z-6$.

Пронумеруємо всі ланки ланцюга формоутворення верстата (див. рисунок) послідовно, починаючи з оброблюваної деталі і закінчуючи ріжучим інструментом. Нульовою ланкою є оброблювана деталь ($i=0$). Початок O_0 системи координат S_0 помістимо в точку перетину осі обертання вала аеростатичної шпindelної опори з нижньою площиною деталі, вісь Y_0 направимо по осі обертання вала, яка є перпендикулярною площині стабілізації рухливого вузла аеростатичної направляючої, а вісь X_0 – паралельно напрямку переміщення рухливого вузла. Наступна ланка ($i=1$) – планшайба. У відносному русі нульова ланка вважається нерухомою, а планшайба обертається в напрямку, зворотному напрямку обертання шпindelля. Систему координат S_1 , пов'язану з планшайбою, помістимо в точку перетину осі обертання шпindelля з площиною планшайби. Вісь Y_1 сполучимо з віссю Y_0 . Обертання планшайби навколо осі Y відповідає символ 5 ($k_1=5$), причому система координат S_1 повернута щодо системи координат S_0 у позитивному напрямку на кут Ψ ($0 \leq \Psi < 360^\circ$).

Для переходу до рухливого вузла аеростатичної напрямної введемо п'ять (S_2, S_3, S_4, S_5, S_6) систем координат, що імітують ланки формоутворювальної системи. Початок системи координат S_2 помістимо в точку перетину осі обертання вала шпindelної опори з площиною станини (осі Y_1 з площиною станини), а її осі направимо паралельно осям системи S_1 . Початок O_2 системи координат S_2 лежить на осі $-Y_1$ на відстані l_1 . Зсув системи координат S_2 щодо системи S_1 по осі

Y_1 позначається символом 2 ($k_2=2$). Початок системи координат S_3 сполучимо з початком системи S_2 , а вісь Y_3 сполучимо з віссю Y_2 і обернемо систему S_3 навколо осі Y_3 на кут $-\Psi$. Повороту системи S_3 навколо осі Y_3 відповідає символ 5 ($k_3=5$). Початок системи координат S_4 помістимо в точку перетину осі X_3 з правим стояком верстата на відстані l_3 від осі обертання вала шпindelної опори. Положення системи координат S_4 щодо системи S_3 позначається символом 1 ($k_4=1$). Початок системи координат S_5 помістимо в точку перетину осі Y_4 системи S_4 з верхньою площиною аеростатичної напрямної на відстані l_4 від початку системи S_4 . Положення системи координат S_5 щодо системи S_4 позначається символом 2 ($k_5=2$). Початок системи координат S_6 помістимо в точку перетину осі X_5 системи S_5 з площиною правого торця рухливого вузла аеростатичної напрямної після його переміщення в процесі точіння, наприклад, сферичного дзеркала на відстань Δ_1 (див. рисунок). Координата $-X_5$ початку системи координат S_6 дорівнює $-l_5$. Положення системи координат S_6 щодо системи S_5 позначається символом 1 ($k_6=1$). Початок системи координат S_7 помістимо в точку перетину осі Y_6 з верхньою площиною рухливого вузла аеростатичної напрямної. Координата Y_6 початку системи координат S_7 дорівнює l_6 . Положення системи координат S_7 щодо системи S_6 позначається символом 2 ($k_7=2$).

На рисунку показано положення систем координат S_8, S_9, S_{10} , яке вони займали до переміщення рухливого вузла на відстань Δ_1 , а вершина алмазного різця була сполучена з віссю обертання вала аеростатичної шпindelної опори. Початки цих систем координат лежали на вертикальній прямій, що проходить через вершину алмазного різця перпендикулярно площині стабілізації рухливого вузла, причому ці системи жорстко зв'язані з відповідними елементами формоутворювальної системи. Тому після переміщення в процесі точіння рухливого вузла на Δ_1 , початки цих систем координат перемістяться паралельно площині стабілізації рухливого вузла й лежатимуть на вертикальній прямій, що проходить через зміщену на Δ_1 вершину різця (точка M , див. рисунок). Величина зсуву рухливого вузла на Δ_1 врахована зсувом на Δ_1 початку системи координат S_6 щодо системи S_5 .

Початок системи координат S_8 помістимо в точку перетину вертикальної прямої, що проходить через вершину різця перпендикулярно площині стабілізації рухливого вузла при з'єднанні цієї вершини різця з віссю обертання вала шпindelної опори, з верхньою площиною рухливого вузла. Координата X_7 початку системи координат S_8 дорівнює $-l_7$. Положення системи координат S_8 щодо системи S_7 позначається символом 1 ($k_8=1$). Початок системи координат S_9 помістимо на вісь обертання диференціального гвинта (припускаючи, що в початковому положенні

рухливого вузла згадувана вертикальна пряма проходила через цю вісь обертання). Координата Y_8 початку системи координат S_9 дорівнює Положення системи координат S_9 щодо системи S_8 позначається символом 2 ($k_9 = 2$). Початок системи координат S_{10} помістимо в точку перетину згадуваної вертикальної прямої, наприклад, з верхньою площиною повзуна пристрою лінійного позиціонування алмазного різця по координаті Y . Координата Y_9 початку системи координат S_{10} після переміщення рухливого вузла аеростатичної напрямної на Δ_1 $-l_9 = l_{9r_{10}}$, де $l_{9r_{10}}$ – координата Y_9 початку системи координат S_{10} в початковому положенні рухливого вузла аеростатичної напрямної (до його переміщення на Δ_1). Положення системи координат S_{10} щодо системи S_9 позначається символом 2 ($k_{10} = 2$).

Радіус-вектор \vec{r}_{10} точки М (вершини різця на оброблюваній сферичній поверхні) у системі координат $O_{10}X_{10}Y_{10}Z_{10}$ записується у вигляді

$$\vec{r}_{10} = \begin{vmatrix} 0 & -l_{10} & 0 & 1 \end{vmatrix}^0 = \vec{r}_i, \quad (1)$$

де l_{10} – відстань від системи координат S_{10} до точки перетину осі обертання вала аеростатичної шпindelної опори з оброблюваною сферичною поверхнею до переміщення рухливого вузла по осі X_7 на Δ_1 .

Нерухома система координат S_{11} уводиться в такий спосіб. Вершина алмазного різця встановлюється на вісь обертання вала аеростатичної шпindelної опори і лежить на оброблюваній поверхні. Початок системи координат S_{11} помістимо на вертикальній прямій, що проходить через вершину різця перпендикулярно площині стабілізації рухливого вузла на відстані радіусу $R_{н0}$ сфери, що виготовляється, від початку системи координат S_0 . Осі систем координат S_0 і S_{11} паралельні, причому, осі Y_0 і Y_{11} лежать на одній прямій. У цій системі координат визначатиметься нормальна похибка положення точки різання на оброблюваній поверхні.

Координати ріжучої точки інструменту в системі координат S_{11} записуються у вигляді

$$\vec{r}_{11} = \vec{r}_0 + \begin{vmatrix} 0 & -(R_{сф} + O_0M) & 0 & 1 \end{vmatrix}, \quad (2)$$

де \vec{r}_0 – радіус-вектор точки М на оброблюваній поверхні в системі координат $O_0X_0Y_0Z_0$ після переміщення рухливого вузла паралельно площині стабілізації на Δ_1 . Координатний код двохкоординатного суперпрецизійного верстата алмазного мікроточіння записується у вигляді

$$k = 5 \ 2 \ 5 \ 1 \ 2 \ 1 \ 2 \ 2 \quad (3)$$

Рівняння формування суперпрецизійного двохкоординатного верстата алмазного мікроточіння

Зв'язок між координатами точки ріжучого інструменту в системі координат кінцевої ланки формувальної системи і координатами точки на оброблюваній поверхні визначається рівнянням

$$\vec{r}_0 = A_{0,i} \vec{r}_i, \quad (4)$$

де: $A_{0,i} = \prod_{j=1}^i A_{i-1,j}$ – матриця перетворень;
 \vec{r}_i – радіус-вектор точки ріжучого інструменту.

Рівняння (4) вважається за основне рівняння формування і є математичною моделлю формувальної системи. Матриця $A_{0,i}$ – матриця всієї формувальної системи верстата, а права частина рівняння (4) – функція формування.

Рівняння (4) однозначно складається за координатним кодом (3) формувальної системи верстата. Матриця перетворень $A_{0,10}$ отримується підстановкою в матриці на місце верхнього індексу j значень k_j з координатного коду k :

$$A_{0,10} = \prod_{j=1}^{10} A_{i-1,i}^{k_j} = A_{0,1}^{k_1} A_{1,2}^{k_2} A_{2,3}^{k_3} A_{3,4}^{k_4} A_{4,5}^{k_5} A_{5,6}^{k_6} A_{6,7}^{k_7} A_{7,8}^{k_8} A_{8,9}^{k_9} A_{9,10}^{k_{10}}, \quad (5)$$

$$\vec{r}_0 = A_{0,1}^5 A_{1,2}^2 A_{2,3}^5 A_{3,4}^1 A_{4,5}^2 A_{5,6}^1 A_{6,7}^2 A_{7,8}^1 A_{8,9}^2 A_{9,10}^2 \vec{r}_{10}. \quad (6)$$

Після підстановки в матриці A^j параметрів формувальної системи рівняння (6) набуває вигляду

$$\vec{r}_0 = A_{0,1}^5(\Psi) A_{1,2}^2(-Y) A_{2,3}^5(-\Psi) A_{3,4}^1(X_3) A_{4,5}^2(Y_4) A_{5,6}^1(-X_5) A_{6,7}^2(Y_6) A_{7,8}^1(-X_7) A_{8,9}^2(-Y_8) A_{9,10}^2(-Y_9) \vec{r}_{10}, \quad (7)$$

де: Ψ – кут повороту планшайби; $-Y_1$ – паралельний зсув системи координат S_2 по осі Y_1 системи координат S_1 на $-Y_1$; $-\Psi$ – поворот системи координат S_3 на кут $-\Psi$ для установки осей системи координат S_3 паралельно осям системи координат S_0 ; X_3 – паралельний зсув системи координат S_4 по осі X_3 системи координат S_3 на X_3 ; Y_4 – паралельний зсув системи координат по осі Y_4 системи координат S_4 на Y_4 ; $-X_5$ – паралельний зсув системи координат S_6 по осі X_5 системи координат S_5 на $-X_5$; Y_6 – паралельний зсув системи координат S_7 по осі Y системи координат S_6 на Y_6 ; $-X_7$ – паралельний зсув системи

координат S_8 по осі X_7 системи координат X_7 на $-(X_{7\text{нов}} + \Delta_1)$, де $X_{7\text{іт}} -$ координата X початку системи координат S_8 у системі координат X_7 при сполученій вершині різця з віссю обертання валу аеростатичної шпindelьної опори; $-Y_8 -$ паралельний зсув системи координат S_9 по осі біля системи координат S_8 на $-Y_8$; $-Y_9 -$ паралельний зсув системи координат S_{10} по осі Y_9 на $-Y_9$.

Величини паралельних зсувів систем координат визначаються розмірами елементів конструкції верстата.

Розрахункове співвідношення для визначення радіуса-вектора точки M на оброблюваній сферичній (у даному прикладі) поверхні отримуємо, підставивши в (4) матрицю формоутворювальної системи верстата і радіус-вектор (1) вершини різця (точка M , див. рисунок) у системі координат S_{10}

$$\vec{r}_0 = A_{0,10} \vec{r}_{10} = A_{0,10} \begin{vmatrix} 0 & -l_{10} & 0 & 1 \end{vmatrix}^T. \quad (8)$$

Баланс точності суперпрецизійного двокоординатного верстата алмазного мікроточіння. Розрахунок положення точок на оброблюваній поверхні

Відповідно до прийнятого підходу похибка положення точки на оброблюваній поверхні є повною варіацією функції положення ланок верстата. Роль функції положення ланок верстата відіграє функція формоутворення. Векторна похибка $\Delta \vec{r}_0$ положення точки на оброблюваній поверхні визначається виразом:

$$\Delta \vec{r}_0 = \Delta(A_{0,l}) \vec{r}_l. \quad (9)$$

Варіювання (9) зображується у вигляді:

$$\Delta \vec{r}_0 = \Delta(A_{0,l}) \vec{r}_l + A_{0,1} \Delta(A_{1,l}) \vec{r}_l + \dots + A_{0,l-1} \Delta(A_{l-1,l}) \vec{r}_l + A_{0,l} \Delta \vec{r}_l, \quad (10)$$

тут $\Delta(A_{0,l} * \vec{r}_l), \Delta(A_{1,l} * \vec{r}_l), \dots, \Delta \vec{r}_l -$ варіації векторів.

Якщо деформація ланок відсутня, вираз (10) можна зобразити у вигляді компактної лінійної форми від елементів матриць чистого повороту й чистого переносу:

$$\Delta \vec{r}_0 = \sum_{i=1}^l A_{0,i} \varepsilon_i A_{i,l} \vec{r}_l. \quad (11)$$

У разі здійснення метрологічного оцінювання точності верстата векторний баланс (11) зазвичай не становить інтересу, отже, використовується його проекція на нормаль у точці оброблюваної поверхні, похибка положення якої оцінюється. Для цього отримують баланс точності в скалярній формі (нормальний баланс):

$$\Delta r_n = (\Delta \vec{r}_l \vec{n}) = \sum_{i=0}^l (A_{0,i} \varepsilon_i A_{i,l} \vec{r}_l \vec{n}). \quad (12)$$

Запишемо вираз (11) стосовно кінематики двохкоординатного верстата алмазного мікроточіння:

$$\begin{aligned} \Delta \vec{r}_0 &= \sum_{i=1}^l A_{0,i} \varepsilon_i \dots A_{i,l} \vec{r}_0 = \\ &= (\varepsilon_0 A_{0,1} A_{1,2} A_{2,3} A_{3,4} A_{4,5} A_{5,6} A_{6,7} A_{7,8} A_{8,9} A_{9,10} + \\ &+ A_{0,1} A_{1,2} A_{2,3} A_{3,4} A_{4,5} \varepsilon_5 A_{5,6} A_{6,7} A_{7,8} A_{8,9} A_{9,10} + \\ &+ A_{0,1} A_{1,2} A_{2,3} A_{3,4} A_{4,5} A_{5,6} A_{6,7} A_{7,8} \varepsilon_8 A_{8,9} A_{9,10} + \\ &+ A_{0,1} A_{1,2} A_{2,3} A_{3,4} A_{4,5} A_{5,6} A_{6,7} A_{7,8} A_{8,9} \varepsilon_9 A_{9,10} + \\ &+ A_{0,1} A_{1,2} A_{2,3} A_{3,4} A_{4,5} A_{5,6} A_{6,7} A_{7,8} A_{8,9} A_{9,10} \varepsilon_{10}) \vec{r}_l. \quad (13) \end{aligned}$$

Після підстановки матриць $\varepsilon_0, \varepsilon_5, \varepsilon_8, \varepsilon_9, \varepsilon_{10}$ в (13) вектор положення точки на оброблюваній поверхні буде зображуватися у вигляді суми п'яти матриць-стовпців. У компактному вигляді:

$$\begin{aligned} \Delta \vec{r}_0 &= \begin{vmatrix} a_{11}^1 \\ a_{21}^1 \\ a_{31}^1 \\ 0 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} a_{21}^2 \\ a_{21}^2 \\ a_{31}^2 \\ 0 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} a_{21}^3 \\ a_{21}^3 \\ a_{31}^3 \\ 0 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} a_{21}^4 \\ a_{21}^4 \\ a_{31}^4 \\ 0 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} a_{21}^5 \\ a_{21}^5 \\ a_{31}^5 \\ 0 \end{vmatrix} = \\ &= \begin{vmatrix} a_{11}^1 + a_{11}^2 + a_{11}^3 + a_{11}^4 + a_{11}^5 \\ a_{21}^1 + a_{21}^2 + a_{21}^3 + a_{21}^4 + a_{21}^5 \\ a_{31}^1 + a_{31}^2 + a_{31}^3 + a_{31}^4 + a_{31}^5 \\ 0 \end{vmatrix}. \quad (14) \end{aligned}$$

Побудова нормалі в заданій точці обробленої поверхні. Проекція похибки положення точки обробленої поверхні на нормаль

Через особливості математичного апарату, який застосовується під час аналізу формоутворювальних систем верстатів, рівняння поверхні в просторі задається в параметричній формі: $X=X(u, v)$; $Y=Y(u, v)$; $Z=Z(u, v)$.

Змінні u, v є криволінійними координатами на поверхні. Завданням конкретних значень $u = u_0$ і $v = v_0$ однозначно визначається положення точки в просторі або через її радіус-вектор

$$\vec{r}_0 = r(u_0, v_0) \quad (15)$$

або через три координати $X_0 = X(u_0, v_0)$; $Y_0 = Y(u_0, v_0)$; $Z_0 = Z(u_0, v_0)$.

Векторна функція (15) повинна задовольняти умові

$$\vec{r}_u \vec{r}_v \neq 0, \quad (16)$$

де \vec{r}_u і $\vec{r}_v -$ часткові похідні вектор-функції (15) по параметрах u і v :

$$\vec{r}_u = \frac{\partial \vec{r}}{\partial u} = \begin{pmatrix} X_u \\ Y_u \\ Z_u \\ 0 \end{pmatrix}; \quad \vec{r}_v = \frac{\partial \vec{r}}{\partial v} = \begin{pmatrix} X_v \\ Y_v \\ Z_v \\ 0 \end{pmatrix}, \quad (17)$$

тут:

$$X_u = \frac{\partial X}{\partial u}; \quad Y_u = \frac{\partial Y}{\partial u}; \quad X_u = \frac{\partial Z}{\partial u};$$

$$X_v = \frac{\partial X}{\partial v}; \quad Y_u = \frac{\partial Y}{\partial v}; \quad X_u = \frac{\partial Z}{\partial v}.$$

Лінії на поверхні, що задаються умовами $u=\text{const}$, $v=\text{const}$ складають сітку криволінійних координат. Похідні \vec{r}_u і \vec{r}_v направлені по дотичних до координатних ліній, що проходять через точку (u, v) . Векторний добуток

$$\vec{N} = \vec{r}_u \times \vec{r}_v \quad (18)$$

є нормаллю до поверхні в точці (u, v) . Одиначний вектор нормалі визначається за формулою

$$\vec{n} = \frac{\vec{N}}{|\vec{N}|} = \frac{\vec{r}_u \times \vec{r}_v}{|\vec{r}_u \times \vec{r}_v|} = \frac{\vec{r}_u \times \vec{r}_v}{\sqrt{\begin{vmatrix} Y_u & Z_u \\ Y_v & Z_v \end{vmatrix}^2 + \begin{vmatrix} Z_u & X_u \\ Z_v & X_v \end{vmatrix}^2 + \begin{vmatrix} X_u & Y_u \\ X_v & Y_v \end{vmatrix}^2}}. \quad (19)$$

З (18) випливає, що умова (16) є вимогою існування і нерівності нулю нормалі в кожній точці (u, v) у даній області значень u і v .

Скориставшись наведеною вище методикою, побудуємо нормаль у довільній точці поверхні сфери (у межах оброблюваної поверхні). З цією метою початок системи координат $O_{11}X_{11}Y_{11}Z_{11}$ розмістимо на осі Y_0 системи координат $O_0X_0Y_0Z_0$ на відстані $R_{н0}$ від точки I_1 перетину осі обертання валу шпиндельної опори з оброблюваною сферичною поверхнею (передбачається точіння сферичної поверхні, що не порушує спільності оцінки точності). Причому осі координат $O_0X_0Y_0Z_0$ і $O_{11}X_{11}Y_{11}Z_{11}$ колінеарні і нерухомі відносно одна одної. Радіус сфери оброблюваної поверхні був визначений раніше.

Нормаль до поверхні сфери будується в системі координат $O_{11}X_{11}Y_{11}Z_{11}$. Радіус-вектор \vec{r}_0 точки оброблюваної поверхні в цій системі координат:

$$\vec{r}_{11} = \vec{r}_0 + \begin{pmatrix} 0 \\ -l_{10}^1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} X_0 \\ Y_0 - l_{10}^1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}. \quad (20)$$

Тут вектор $\begin{pmatrix} 0 & -l_{10} & 0 & 0 \end{pmatrix}^0$ ($l_{10}^1 = -(R_{cf} + O_0M_1)$) (див. рисунок) визначає паралельний зсув системи координат $O_{11}X_{11}Y_{11}Z_{11}$ щодо системи координат $O_0X_0Y_0Z_0$. Тепер

можна визначити значення параметрів u і v . Нехай точка M – кінець радіуса-вектора \vec{r}_{11} . Тоді u – довгота точки M (полярний кут ортогональної проекції I_0 точки M на площину $X_{11}O_{11}Z_{11}$). u змінюється в межах $0 \leq u \leq 2\pi$.

Широта v точки M – кут між вектором $O_{11}M$ і його проекцією на площину $Y_{11}O_{11}Z_{11}$. v вважається позитивним $0 \leq v \leq \pi/2$ для точок M позитивного напівпростору і негативним $0 \geq v \geq -\pi/2$ для точок негативного напівпростору. Зв'язок між сферичними і прямокутними координатами встановлюється співвідношеннями (для прийнятих позначень):

$$\begin{aligned} X &= R_{cf} \sin u; \\ Y &= R_{cf} \cos u \sin v; \\ Z &= R_{cf} \cos u \cos v. \end{aligned} \quad (21)$$

З (21) маємо:

$$\begin{aligned} u &= \arcsin \frac{X}{R_{cf}}; \\ v &= \arcsin \frac{Z}{R_{cf} \cos(\arcsin \frac{X}{R_{cf}})}. \end{aligned} \quad (22)$$

Часткові похідні r_{11u} та r_{11v} від радіуса-вектора \vec{r}_0 з координатами (21) по u і v дадуть вектори, направлені по дотичних до координатних ліній в точці M :

$$\begin{aligned} \frac{dX}{du} &= R_{cf} \cos u; & \frac{dY}{du} &= -R_{cf} \sin u \cos v; \\ \frac{dY}{dv} &= -R_{cf} \sin u \sin v; & \frac{dX}{dv} &= 0; \\ \frac{dY}{dv} &= -R_{cf} \cos u \sin v; & \frac{dZ}{dv} &= R_{cf} \cos u \cos v. \end{aligned} \quad (23)$$

Запишемо координати нормалі $\vec{n} = \vec{r}_u \times \vec{r}_v$ на осі X_{11}, Y_{11}, Z_{11} :

$$\begin{aligned} X_{11\vec{n}} &= -R_{cf} \sin u \sin v R_{cf} \cos u \sin v + \\ &+ R_{cf} \sin u \cos v R_{cf} \cos u \sin v; \\ Y_{11\vec{n}} &= -R_{cf} \cos u R_{cf} \cos u \cos v + R_{cf} \sin u \sin v 0; \end{aligned} \quad (24)$$

$$Z_{11\vec{n}} = R_{cf} \sin u \cos v + R_{cf} \cos u R_{cf} \cos u \sin v.$$

Після перетворення:

$$\begin{aligned} X_{11\vec{n}} &= -R_{cf}^2 \sin u \cos u (\sin^2 v - \cos^2 v); \\ Y_{11\vec{n}} &= -R_{cf}^2 \cos^2 u \cos v; \\ Z_{11\vec{n}} &= R_{cf} \cos u^2 \sin v. \end{aligned} \quad (25)$$

Модуль нормалі:

$$\begin{aligned}
|\vec{n}|^2 &= \left| \begin{matrix} -R_{\text{сф}} \sin u \cos v & -R_{\text{сф}} \sin u \sin v \\ -R_{\text{сф}} \cos u \sin v & R_{\text{сф}} \cos u \cos v \end{matrix} \right|^2 + \\
&+ \left| \begin{matrix} -R_{\text{сф}} \sin u \sin v & R_{\text{сф}} \cos u \\ R_{\text{сф}} \cos u \cos v & 0 \end{matrix} \right|^2 + \\
&+ \left| \begin{matrix} R_{\text{сф}} \cos u & -R_{\text{сф}} \sin u \cos v \\ 0 & -R_{\text{сф}} \cos u \sin v \end{matrix} \right|^2 = R_{\text{сф}}^4 (\cos u)^2. \\
|\vec{n}| &= \sqrt{R_{\text{сф}}^4 (\cos u)^2} = R_{\text{сф}}^2 \cos u. \quad (26)
\end{aligned}$$

Координати одиничного вектора нормалі в точці М (у системі координат $O_{11}X_{11}Y_{11}Z_{11}$) отримаємо, розділивши (25) на модуль нормалі:

$$\begin{aligned}
X_{11\vec{n}_0}^1 &= \frac{-R_{\text{сф}}^2 \sin u \cos u (\sin^2 v - \cos^2 v)}{R_{\text{сф}}^2 \cos u} = \sin u \cos 2v; \\
Y_{11\vec{n}_0}^1 &= \frac{-R_{\text{сф}}^2 \cos^2 u \cos v}{R_{\text{сф}}^2 \cos u} = -\cos u \cos v; \\
Z_{11\vec{n}_0}^1 &= \frac{R_{\text{сф}}^2 (\cos^2 u \sin v)}{R_{\text{сф}}^2 \cos u} = \cos u \sin v.
\end{aligned} \quad (27)$$

Визначимо нормальну складову похибки положення точки на обробленій поверхні, спроектувавши вектор $\Delta \vec{r}_0$ на нормаль до обробленої поверхні у вибраній точці

$$\begin{aligned}
\Delta r_{0\vec{n}_0} &= \Delta \vec{r}_0 \cdot \vec{n}_0 = |\sin u \cos 2v - \\
&-\cos u \cos v \quad \cos u \sin v| \cdot \left| \begin{matrix} a_{11}^1 + a_{11}^2 + a_{11}^3 + a_{11}^4 + a_{11}^5 \\ a_{21}^1 + a_{21}^2 + a_{21}^3 + a_{21}^4 + a_{21}^5 \\ a_{31}^1 + a_{31}^2 + a_{31}^3 + a_{31}^4 + a_{31}^5 \\ 0 \end{matrix} \right|. \quad (28)
\end{aligned}$$

УДК 81'255.2:6

ПРОБЛЕМАТИКА ПЕРЕКЛАДУ АНГЛОМОВНИХ НАУКОВО-ТЕХНІЧНИХ ТЕКСТІВ УКРАЇНСЬКОЮ МОВОЮ



М. П. Коровченко

Актуальність теми дослідження пов'язана з вивченням засобів збереження прагматичного потенціалу

Висновки

Отримано координатний код суперпрецизійного двохкоординатного верстата і рівняння формування верстата.

Визначено матриці варіації положення елементів формуювальної системи верстата і рівняння для розрахунку векторної похибки положення точки на оброблюваній поверхні.

Побудовано одиничний вектор нормалі в заданій точці оброблюваної поверхні. Векторні похибки положення цієї точки для заданих похибок стабілізації положення і позиціонування елементів формуювальної системи верстата спроектовані на нормаль. Отримані залежності нормальних похибок положення точки різання від точності стабілізації і позиціонування елементів формуювальної системи верстата під час обробки сферичних і плоских металооптичних дзеркальних поверхонь.

Точність обробки особливо точних елементів оптики і механіки визначається точністю високоточних вимірювальних пристроїв стабілізації положення і позиціонування елементів формуювальної системи верстата. Висока точність вимірювань у разі недостатньої точності вимірників досягається шляхом оцінювання вимірювань залежно від виду руху елемента формуювальної системи за методом найменших квадратів, фільтром Вінера – Колмогорова, лінійним дискретним фільтром Калмана, а також отриманням асимптотично незміщених оцінок вимірювань.

ЛІТЕРАТУРА

1. Смирнов В. И. Курс вищої математики. Т. 2, М., 1974.
2. Шейнберг С. А. Опори ковзання з газовим змащенням, М.: Машинобудування, 1979.
3. Решетов Д. Н. Точність металорізальних верстатів, М.: Машинобудування, 1986.

стилістичних форм і смислового навантаження науково-технічних текстів під час перекладу з англійської на українську мову.

Мета роботи полягає у визначенні особливостей вживання науково-технічних термінів в англійській мові та дослідження засобів збереження прагматичного потенціалу даних лексичних одиниць під час перекладу з англійської на українську мову, а також у практичному використанні даної інформації для конкретної роботи.

Виклад основного матеріалу. В умовах постійного розвитку науки та техніки постає проблема якісного перекладу науково-технічної літератури. Науково-технічна література являє собою автономний прошарок лексичного складу сучасної англійської і української мов. Екстралінгвістичні чинники впливу на розвиток науково-технічної термінології зумовили сучасне функціонування англійської і української мов як системи, що складається з термінів – лексичних одиниць рідної мови і термінів-запозичень з інших мов.

У 1540 р. був опублікований трактат Етьєна Доле «О способе хорошо переводить с одного языка на другой». Етьєн Доле виділяє п'ять основних критеріїв, яких повинен дотримуватися перекладач:

- розуміння суті і змісту того матеріалу, який перекладається;
- досконале володіння мовою оригіналу та мовою перекладу;
- недопустимість послівного перекладу;
- використання лише загальноприйнятої лексики;
- дотримання норм ораторського мистецтва [4].

Що стосується технічного перекладача, то вимоги, сформульовані Етьєном Доле, застосовуються і під час перекладу науково-технічної літератури, проте вони більш конкретизовані та доповнені. Крім розуміння змісту та суті тексту, обов'язковою вимогою до технічного перекладача є вільне володіння термінологією, знання абрєвіатур і скорочень.

Переклад науково-технічної літератури пов'язаний з проблемами пошуку точних відповідників у мові перекладу, існування розбіжностей під час перекладання синтаксичних структур, а також стилістичних особливостей тексту науково-технічної літератури як щодо термінології, так і щодо граматики. Загальновідомо, що під час перекладу науково-технічної літератури слід уникати емоційно-забарвлених, експресивно-кolorитних зворотів, а також намагатися передавати зміст оригіналу сталими нейтральними конструкціями, дотримуючись при цьому основних вимог щодо перекладу, а саме: чіткість, лаконічність, точність.

Перекладачеві науково-технічної літератури, потрібно знайти найбільш оптимальне рішення, яке має максимально задовольняти низку взаємосуперечних умов. Тому таке рішення найчастіше є компромісом, а точніше – найкращим його варіантом.

Отже, перед перекладачем постають такі завдання:

- відтворити потенціал впливу вихідного тексту;
- зберегти «ідентичність авторської мови», текстуальну (семантико-структурну) близькість перекладу та оригіналу.

Перше завдання при цьому досягається шляхом:

- максимально точного відтворення змісту оригіналу;
- адаптації відтворюваного змісту і мовного оформлення переказаного тексту до нових умов сприйняття повідомлення; до іншої мовної системи і мовної норми [2].

В англійських і українських реченнях інформація, що передається, синтаксично може подаватися по-різному. Це зумовлено особливостями мов щодо подачі тематичних і рематичних елементів речення і традиціями мовлення відносно подання інформації про агентів та обставини позначених у реченнях дій. З цієї та деяких інших причин під час перекладу доводиться робити певні зміни в порядку слів (пермутації членів речення) [1].

Отже, проаналізувавши вимоги Л.К. Латишева та В.І. Карабана до структури перекладу речення, слід зауважити, що їхні погляди збігаються.

На практиці, ці вимоги є невід'ємною складовою якісного перекладу.

Several solutions were discerned.

Скориставшись машинним перекладом, ми отримаємо такий варіант:

Деякі рішення були розрізнені.

У цьому перекладі допущено певні погрішності та викривлення реальності, що призвели до неправильного розуміння змісту.

Якщо ж перекладач вдається до оптимального компромісного рішення, він уникне спотворюваності матеріалу. Отже, переклад має бути таким: *Було виокремлено декілька рішень.*

Найкращий варіант перекладу англійського речення, яке закінчується присудком, винесення присудка на початок речення, у тому випадку, якщо підмет неозначений.

In particular, two general models are tested. Зокрема, перевіряються дві загальні моделі.

Для уникнення неточностей під час роботи перекладач повинен добре володіти термінологією тієї сфери науки яку перекладає, уникати синонімів і багатозначності термінологічних одиниць, вживати той денотат, який найбільш точно підкреслює та виражає лексему, відмовлятися від самовільного скорочення, а дотримуватися тих стандартів, які встановлені державою, вживати інтернаціоналізми для заповнення термінологічних лакун.

Little has been definitively concluded about its relation to other reconstructed forms. На даний час поки ще мало конкретних висновків щодо його відношення до інших реконструйованих форм (Під час перекладу було перебудовано структуру речення, здійснено заміну одних частин мови іншими, обрано найбільш точні денотати).

Головним засобом перекладу науково-технічних термінів є знаходження точного лексичного відповід-

ника. Не варто використовувати слова іншомовного походження для позначення терміна, якщо в рідній мові вже такі існують. До конкретизації слід удаватися, перекладаючи багатозначні терміни.

Характерною особливістю науково-технічних текстів є передача змісту за допомогою пасивних конструкцій. У свою чергу пасивні конструкції поділяються на прямий пасив (The Direct Passive), непрямий пасив (The Indirect Passive), прийменниковий пасив (The Prepositional Passive). Саме через стилістичну нейтральність пасивні конструкції є найбільш уживаними в науково-технічних текстах. Проте не завжди вдається передати зміст оригіналу через пасивний зворот, у такому випадку переклад можна здійснити за допомогою емоційно-нейтрального підрядного стверджувального речення.

Власне-граматичні та власне-лексичні проблеми під час перекладу науково-технічної літератури розмежувати досить нелегко, адже кожне граматичне явище нерозривно пов'язане з лексичним. Отже, до лексико-граматичних проблем відносять переклад герундія, артиклів, присвійного займенника, а також засоби передачі часового значення. У сучасній українській мові є три часи (минулий, теперішній, майбутній), їм в англійській мові відповідають 16 часів дійсного способу. Так, форма теперішнього часу українського дієслова-присудка відповідає англійським Present Indefinite, Present Continuous та Present Perfect, отже, виникають труднощі під час перекладу, пов'язані з обсягом змісту подібних форм мови перекладу та мови оригіналу.

Беручи до уваги мовно-стилістичні норми української і англійської мов, потрібно особливо зважити на правильний граматичний аналіз будови речення, морфологічний склад і структурні аспекти вираження реалій мовою перекладу. Розуміння тексту оригіналу перекладачем – обов'язкова умова повноцінного перекладу. Механічне завчання термінів і відсутність фонових знань можуть призвести до грубих помилок під час перекладання. Поширеним явищем у науково-технічних текстах є елемент новизни, котрий ще не зафіксований у словниках, а це створює серйозні труднощі для перекладача. У такому випадку необхідно детально дослідити новоутворення та передати його сталими термінами, які є загальноприйнятими в науці. Науково-технічні тексти характеризуються часто повторюваністю термінів, тому потрібно уважно дослідити всі випадки їхнього вживання та обрати найбільш близький еквівалент у мові перекладу.

Говорячи про мовно-стилістичні норми англійської і української мов, потрібно враховувати особливості жанру і стилю під час перекладу. Жанрово-стилістичні помилки є менш серйозними, ніж смислові, проте вони знижують якість перекладу. Такі помилки є характерними для науково-технічних текстів, тому для

їхнього запобігання слід дотримуватися стилістичних норм мови [1].

Сталі необразні, емоційно нейтральні фрази зазвичай перекладаються за допомогою вже існуючого відповідника. Тому перекладачу потрібно уникати дослівного або машинного перекладу.

- In a sense – у певному сенсі;
- in the course of time – з часом;
- in the same way – подібним чином;
- in terms of – з точки зору, у плані, у вигляді;
- in question – означений, про який ідеться;
- at issue – обговорюваний, спірний;
- to be true – бути правильним, підтверджуватися у випадку;
- with respect to – стосовно.

They are in a sense the deepest and most fundamental of all properties. Вони в певному сенсі є найглибшими і найфундаментальнішими з усіх властивостей.

In the course of time the opposite view began increasingly to assert itself. *З часом* все більше став стверджуватися протилежний погляд.

In the same way the complex situation can be described with remarkable simplicity. *Подібним чином* цю складну ситуацію можна описати досить-таки просто.

Around the beginning of the 20th century, the study of cognition *in terms of* psychology, linguistics, neuroscience and so on each developed into a distinct and separate area of inquiry. Дослідження пізнання *з точки зору* психології, мовознавства, нейрології та інших дисциплін, що провадилися на початку століття, сприяли появі окремої чітко окресленої галузі дослідження [1].

З точки зору практики перекладу всі елементи денотативної системи вихідної мови (лексичні та фразеологічні одиниці) поділяються на дві групи:

- ті, що вже мають відповідники («перекладні елементи») у цільовій мові (наприклад, bleep – короткий звуковий сигнал високого тону, blasthole drill – бурильна машина);
- ті, що (ще) не мають відповідників у цільовій мові (наприклад, flaming у термінології Інтернету).

Перші називаються одиницями, що мають перекладні еквіваленти у мові перекладу, а другі – безеквівалентними одиницями [1].

Слова, які не є неологізмами та мають відповідники зазвичай є полісемічними за своєю структурою. Це ускладнює процес перекладу, адже перекладачу потрібно відшукати найбільш оптимальний лексико-семантичний варіант.

Наприклад, **Tack**:

The direction that boat with sails takes as it sails at an angle to the wind in order to fill its sails;
a small nail with a sharp point and a flat head;
the equipment that you need for riding a horse.

Логометр: Ratiometer; logometer; quotient meter; cross-coil instrument; cross(ed)-field instrumen.

Geometry: геометрія; конфігурація, форма; формат; геометричні розміри; параметри технології.

Таким чином, усі три лексеми мають полісемічні значення. Отже, потрібно досить професійно розбиратися в тематиці вихідного тексту та уникати машинного перекладу, щоб зберегти та передати усі тонкощі тексту оригіналу. Велику роль під час перекладання відіграє звуження значення до предметної сфери. Цьому допомагає контекст речення.

It is possible to have the situation with geometry equipment remain unaffected. Можливо, що ситуація з параметрами технології залишиться незмінною.

Висновки

Під час перекладу лексичних елементів, які властиві розмовному стилю, перекладач повинен зробити вибір експресивно-стилістичних варіантів. На прикладах було досліджено особливості вживання науково-технічних термінів в англійській мові, а також засоби збереження прагматичного потенціалу даних лексичних одиниць під час перекладу з англійської мови на українську. Для науково-технічних текстів характерним є вживання простих речень, скорочень

і пасивних конструкцій. Часто для більш якісного перекладу потрібно змінювати порядок слів у реченні. Проблема якісного і точного перекладу англійських науково-технічних текстів і досі залишається відкритою, проте під час перекладу науково-технічної літератури слід дотримуватися чотирьох основних правил збереження прагматичного потенціалу вихідного тексту в тексті перекладу, а саме: чіткість; лаконічність; точність; емоційна нейтральність.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Карабан В. І.* Переклад наукової і технічної літератури. Граматичні труднощі, лексичні, термінологічні та жанрово-стилістичні проблеми. – Вінниця, Нова Книга, 2004. – 576 с.
2. *Латишев Л. К.* Технологія перекладу. – М.: НВІ – ТЕЗАУРУС, 2000. – 280 с.
3. *Старостенко А. І.* – Питання розробки інтелектуальної системи опитувального навчання та аналізу основ англійської мови. – К.: ДНВК «КІА», 2009. – 192 с.
4. *Dolet E.* «La manière de bien traduire d'une langue en aultre» Lyon, 1540 // Cary E. Les Grands traducteurs français. Genève, 1963.

УкрІНТЕІ надає послуги:

видавничо-поліграфічні

521-09-37, 521-09-06

тиражування матеріалів

повнокольоровий друк

комп'ютерний набір і верстка

додрукарська підготовка та післядрукарська обробка

наукове й літературне редагування науково-економічних та

інформаційних матеріалів

виготовлення брошур, журналів, каталогів, буклетів, бланків

з організації виставкової діяльності

521-00-18

організація і проведення тематичних

виставок і виставок-ярмарків