

дослідження визначає актуальність проблемної задачі підвищення «живучості» об'єктів СЕ, які відіграють вирішальну роль для потрібного рівня обороноздатності країни як ознаки її воєнної безпеки.

Тим самим, об'єкти СЕ виступають як найважливіші об'єкти «відповідальності» для збереження їх функціональної сталості в умовах дії деструктивних факторів у воєнний час (вогневе ураження засобами повітряного нападу, діями диверсійно-розвідувальних груп противника, незаконних збройних формувань тощо). Виникає потреба створення окремої системи (служби) ВЕБ СЕ, основна функція якої – утримання стану ВЕБ СЕ. Дана система є об'єктом НД – «складною» системою організаційного типу, тобто ергатичною системою.

Література

1. Гришин С. П. Складна система військового призначення і ефективність її функціонування / Шарий В. І., Педченко Г. М., Невольниченко А. І., Гришин С. П. // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. № 27. – К. : ВІКНУ. 2010. – С. 223–229.
2. Гришин С. П. Визначення раціонального складу системи військового призначення / В. В. Балабін, С. П. Гришин // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. № 28. – К. : ВІКНУ. 2010. – С. 45–49.
3. Невольниченко А. І. Проблематика управління сферою воєнної безпеки. Наука і оборона / А. І. Невольниченко, В. І. Шарий. – К. – 2000. – № 1.
4. Качинський А. Б. Безпека, загрози і ризик: наукові концепції та математичні методи / Качинський А. Б. – К. : Інститут проблем національної безпеки, 2004.

Надійшла 17.7.2011 р.

УДК 629.471

Д.Ю. ЗУБЕНКО

Харківська національна академія міського господарства

ДОСЛІДЖЕННЯ ТРИВАЛОСТІ ТЕХНІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА МІСЬКОГО РЕЙКОВОГО ТРАНСПОРТУ

Проведено дослідження на базі статистичних даних скорочення термінів технічної підготовки наукоємного виробництва і витрат на її проведення шляхом розробки методу, який враховує ризики, зумовлені помилковими рішеннями виконавців, та використання каналів зворотного зв'язку.

A study based on statistical data reduction of the technical training of high-technology production and its costs by developing a method that takes into account the risks arising from misjudgment of performers, and the use of channel feedback has been carried out.

Ключові слова: рейковий транспорт, технічна підготовка, виробництво рухомого складу.

Вступ

Основною тенденцією сучасного розвитку економіки є розробка та впровадження інноваційних проєктів. Спроможність національного розробника створювати конкурентоспроможні зразки наукоємної техніки (трамвайні вагони та вагони метрополітену) обумовлюють місце країни у рейтингу науково-технічного розвитку. В умовах жорстокої конкуренції для споживача стають найважливішими такі нецінові характеристики продукції та виробництва, як якість, новизна, спроможність у зазначені строки виконати індивідуальне замовлення, а також такий фактор, як скорочення тривалості створення виробів. Розробка нових технічних систем, що відповідають цим тенденціям, є пріоритетним напрямком розвитку, який дозволяє зберегти та зміцнити позиції українських виробників складної техніки на світовому ринку [1].

З вітчизняної виробничої практики відомо, що більшість дефектів готової машинобудівельної продукції викликані недоліками при конструюванні (50...70 %), похибками технології виробництва (20...30 %) та іншими причинами, в основі яких є помилкові або некваліфіковані рішення персоналу. Усунення таких дефектів збільшує вартість і тривалість проєкту з розробки та освоєння нових виробів, а також є фактором їх морального старіння.

Останні досягнення

Стандарти серії ISO 9000, що регламентують систему управління якістю проєктування в Україні, відзначають необхідність використання можливостей поліпшення процесів проєктування та розробки нової техніки. Отже, актуальність проблеми підвищення якості, зменшення тривалості і вартості проєкту технічної підготовки виробництва (ТПВ) підтверджується на рівні державних і міжнародних стандартів [2].

На цей час задача забезпечення ефективності розробок з урахуванням імовірних помилкових рішень виконавців, що викликають необхідність робіт з коректування конструкторської та технологічної документації, а також подальшої доводки виробів практично не вирішена. Існуючі дослідження пов'язані, як правило, з етапом експлуатації, у той же час окремі роботи в області ефективності проєктів не враховують

усього комплексу факторів, що викликають необхідність додаткових робіт для досягнення зазначених в технічному завданні характеристик виробів. Отже, розробка методів планування та управління проектами ТПВ наукоємної техніки з урахуванням супутніх ризиків, пов'язаних з людським фактором, є актуальною науково-прикладною задачею.

Метою статті є дослідження на базі статистичних даних скорочення термінів технічної підготовки наукоємного виробництва і витрат на її проведення шляхом розробки методу, який враховує ризики, зумовлені помилковими рішеннями виконавців, та використання каналів зворотного зв'язку між елементами ТПВ (технічної підготовки виробництва).

Матеріал дослідження

З зовнішнім оточенням, у тому числі соціальним та організаційним середовищем, система ТПВ пов'язана сукупністю параметрів, що залежно від характеру і ступеня впливу на систему можна розподілити на такі множини:

- вхідні параметри-фактори $X = (X_1, X_2, \dots, X_n)$, що безпосередньо впливають на систему і визначають її властивості. Для системи ТПВ, що досліджується, вхідними параметрами є умови технічного завдання на виріб;
- вихідні параметри-властивості $Y = (Y_1, Y_2, \dots, Y_n)$, що являють собою результати проектування (значення технічних та інших характеристик);
- керуючі параметри $U = (U_1, U_2, \dots, U_n)$, вплив яких забезпечує регулювання і підтримку заданих умов існування системи. В системі, що досліджується, керуючими параметрами є прийняті рішення при проектуванні виробу і розробці техпроцесу;
- неконтрольовані параметри $R = (R_1, R_2, \dots, R_n)$, у тому числі пов'язані з помилками при прийнятті рішень. Комплекс факторів R визначає якісну сторону функціонування системи. [2].

Функціонування системи полягає в перетворенні вхідних факторів X в вихідні Y в умовах реального оточення за параметричним рівнянням виду $Y = Y(X, U, R)$. В свою чергу, фактори R і U є функціями наукового (НЗ), проектно-конструкторського (ПКЗ) і технологічного (ТХЗ) забезпечення виробництва, тобто якість прийнятих рішень знаходиться залежно від цих видів забезпечення виробництва. Виходячи з викладеного, можна записати функціональні залежності у вигляді $X = F(\text{НЗ}, \text{ПКЗ}, \text{ТХЗ})$, $U = F(\text{НЗ}, \text{ПКЗ}, \text{ТХЗ})$.

Проектно-конструкторське забезпечення є наступним за науковим періодом життя проекту, на цьому етапі закладається фундамент досконалості чи недосконалості об'єкту. При цьому якість і тривалість проектування конкретних конструкцій залежать, у першу чергу, від кваліфікації та творчого потенціалу персоналу (К), обсягу і рівня інформаційного (І), методологічного (М), технічного (Т) та іншого забезпечення, застосування останніх досягнень науки і техніки, використання переваг систем автоматизованого проектування, тобто $\text{ПКЗ} = F^{\text{нб}}(K, M, I, T)$. При цьому наукове забезпечення є базою для проектно-конструкторського і знаходить своє відображення в ньому; технологічне забезпечення багато в чому визначається конструкторським; проектно-конструкторське забезпечення є основою для формування якості виробу. У зв'язку з цим можна вважати, що основним фактором, що визначає комплекси R і U системи ТПВ, є фактор ПКЗ, тобто $R \approx F^{\text{нб}}(K, M, I, T)$, $U \approx F^{\text{нб}}(K, M, I, T)$.

Оскільки вхідні параметри $X = (X_1, X_2, \dots, X_n)$ задаються замовником і є зовнішніми стосовно системи, а вихідні параметри визначаються комплексом факторів $X = (X_1, X_2, \dots, X_n)$, $U = (U_1, U_2, \dots, U_n)$, $R = (R_1, R_2, \dots, R_n)$, аналіз системи необхідно починати з комплексів факторів U і R , що визначають, відповідно, рішення, прийняті в процесі проектування об'єкту техніки і техпроцесу його виробництва та помилки, що виникають при прийнятті цих рішень. [3].

Елемент множини X T_3 (значення технічної характеристики за технічним завданням) визначає комплекс конструкторських і технологічних рішень F (елементи множин U і R) по окремих структурних одиницях виробу SE , що, в свою чергу, забезпечує певне значення технічної характеристики T_3 за результатами проектування (елемент множини Y). При прийнятті кожного з рішень, що входять у ці комплекси, можливі помилки (елементи множини R), результатом яких буде незабезпечення відповідного технічного показника виробу. Таким чином, ризик, що супроводжує прийняття рішень є чинником, що визначає виникнення дефектів.

Основну систему при використанні механізму застосування довідних робіт можна зобразити у вигляді, наведеному на рис. 2. Система, що запускає процес довідних робіт, складається з чотирьох елементів: виходу основної системи (1), пристрою, що оцінює цей вихід (2) і передає результат по каналу зворотного зв'язку (3) у блок прийняття рішення щодо додаткових робіт (X), який порівнює фактичний та очікуваний вихід. Якщо відхилення неприпустиме, механізм впливу (4) дає команду про проведення довідних робіт [4].

Таким чином, проведено аналіз можливих дефектів об'єкта техніки і помилок, що їх викликають (відповідних ризиків). На основі цього аналізу систематизована і доповнена класифікація таких помилок і дефектів.

Аналіз факторів, що викликають появу дефектів, показав їх нестохастичну природу, що визначило необхідність використання апарату нечітких множин у процесі досліджень. Як основний метод дослідження вибрано системний підхід.

Наприклад, у множину конструкторських факторів додані такі: вибір конструктивних схем агрегату, вузлів, деталей; призначення вимог щодо геометричних характеристик деталей; методики конструкторських розрахунків і їхня точність; призначення допусків і посадок; методики проведення випробувань та ін. У комплекс технологічних факторів можуть входити: методики проектування технологічного процесу; методики і точність розрахунку режимів обробки деталей; вибір устаткування і засобів технологічного оснащення та ін.

Розроблено методику визначення ступеня впливу кожного конкретного фактора на кінцевий результат проекту. Спільне використання системного підходу, метода дерева відмовлень і методів теорії нечітких множин дозволили визначити величину впливу “елементарного” фактора на забезпечення технічної характеристики в умовах нечітко заданих вихідних даних.

Введено такі позначення: $I = (I_1, I_2, \dots, I_n)$ – множина дефектів; $F = (f_1, f_2, \dots, f_m)$ – множина причин (факторів), що зумовлюють дефекти (множина помилкових рішень), тоді можна записати $F=M \cap D$ (M – комплекс технологічних факторів, D – комплекс конструкторських факторів); $F_i = (f_{i1}, f_{i2}, \dots, f_{in}, \dots)$ – множина факторів i -го рівня. Нехай $\Phi_{i-1,i+1}: f_{i-1} \times f_{i+1} \rightarrow [0; 1]$ є функція належності нечіткого бінарного відношення $R_{i-1,i+1}$, тоді для всіх $f_{i+1} \in F_{i+1}$ і $f_{i-1} \in F_{i-1}$ функція $\Phi_{i-1,i+1}(f_{i-1}, f_{i+1})$ є ступінь, в якому фактор f_{i+1} ($i+1$ -го рівня) обумовлює появу фактора f_{i-1} ($i-1$ -го рівня). Відношення $R_{i-1,i+1}$ можна подати в матричній формі (1), при цьому кожен елемент матриці $R_{i-1,i+1}$ обчислюється за формулою (2) і визначає ступінь, у який фактор рівня ($i+1$) визначає появу фактора ($i-1$ -го рівня). Аналогічно можна одержати відношення $R_{i,n}$, що зв’язує фактор останнього, n -го рівня, з появою j -го дефекту (3).

	$f_{i+1,1}$	$f_{i+1,2}$	...	$f_{i+1,i}$	...
$f_{i-1,1}$	$\Phi_{i-1,i+1}(f_{i-1,1}, f_{i+1,1})$	$\Phi_{i-1,i+1}(f_{i-1,1}, f_{i+1,2})$	...	$\Phi_{i-1,i+1}(f_{i-1,1}, f_{i+1,i})$	...
$f_{i-1,2}$	$\Phi_{i-1,i+1}(f_{i-1,2}, f_{i+1,1})$	$\Phi_{i-1,i+1}(f_{i-1,2}, f_{i+1,2})$	...	$\Phi_{i-1,i+1}(f_{i-1,2}, f_{i+1,i})$	...
...
$f_{i-1,i}$	$\Phi_{i-1,i+1}(f_{i-1,i}, f_{i+1,1})$	$\Phi_{i-1,i+1}(f_{i-1,i}, f_{i+1,2})$	...	$\Phi_{i-1,i+1}(f_{i-1,i}, f_{i+1,i})$	...
...

(1)

$$\Phi_{i-1,i+1}(f_{i-1,i+1}) = \sum_{f_i} \Phi_{i,i+1}(f_i, f_{i+1}) \Phi_{i-1,i}(f_{i-1}, f_i) \quad (2)$$

	$f_{n,1}$	$f_{n,2}$	...	$f_{n,i}$	...
I_1	$\Phi_{I,n}(I_1, f_{n,1})$	$\Phi_{I,n}(I_1, f_{n,2})$	...	$\Phi_{I,n}(I_1, f_{n,i})$	...
I_2	$\Phi_{I,n}(I_2, f_{n,1})$	$\Phi_{I,n}(I_2, f_{n,2})$	...	$\Phi_{I,n}(I_2, f_{n,i})$	...
...
I_i	$\Phi_{I,n}(I_i, f_{n,1})$	$\Phi_{I,n}(I_i, f_{n,2})$	...	$\Phi_{I,n}(I_i, f_{n,i})$	...
...

(3)

Нехай $RS = (rs_1, rs_2, \dots, rs_k)$ – множина зон ризику; $p_s: f \times RS \rightarrow [0; 1]$ є функція належності нечіткого бінарного відношення S . Для всіх $f \in F$ і $rs \in RS$ $p_s(f, RS)$ є ступінь сумісності тієї або іншої причини, що викликає необхідність доводки з певною зоною ризику. В матричній формі це відношення має вигляд

	rs_1	rs_2	...	rs_k
f_1	$p_s(f_1, rs_1)$	$p_s(f_1, rs_2)$	...	$p_s(f_1, rs_k)$
f_2	$p_s(f_2, rs_1)$	$p_s(f_2, rs_2)$	...	$p_s(f_2, rs_k)$
...
f_m	$p_s(f_m, rs_1)$	$p_s(f_m, rs_2)$	...	$p_s(f_m, rs_k)$

При побудові функція належності $p_s: F \times RS \rightarrow [0; 1]$, що характеризує ступінь належності (відповідності) тієї або іншої причини виникнення дефекту певній зоні небезпеки (ризик), ми виходили з таких міркувань: негативний вплив того або іншого фактора на кінцевий результат проекту визначається тривалістю (трудомісткістю) робіт з виправлення зробленої помилки; негативний вплив того або іншого фактора на кінцевий результат проекту визначається також імовірністю виникнення цього фактора (помилки); небезпека помилки при виконанні конкретної роботи тим більша, чим більше є наступних робіт, безпосередньо пов’язаних з результатом даної роботи; величина впливу фактора на виникнення дефекту враховується при побудові Φ_i . Тепер можна одержати матрицю, елемент якої $m_j(I, rs)$ можна інтерпретувати як зважений ступінь відповідності дефекту I_i зоні ризику rs_j ; (4) [5].

Таким чином, відповідність певного фактора тій або іншій зоні ризику характеризується трьома показниками: імовірністю виникнення помилки, тривалістю її виправлення, коефіцієнтом впливу роботи, якій належить можлива помилка, на загальний хід робіт (цей коефіцієнт може, наприклад, визначатися відношенням кількості робіт, що йдуть за розглянутою і безпосередньо пов’язані з нею, до загальної кількості робіт). Відповідні показники визначаються за допомогою експертного опитування, для чого були

розроблені матриці, що відбивають взаємозв'язок між конструкторськими і технологічними факторами з показниками виробу. Необхідність використання експертних методів викликана відсутністю відповідної бази даних, що відбиває "історію доводки" як окремих елементів, так і об'єкта в цілому.

	rs_1	...	rs_k
I_1	$m_s(I_1, rs_1)$	...	$m_s(I_1, rs_k)$
I_2	$m_s(I_2, rs_1)$	...	$m_s(I_2, rs_k)$
...
I_n	$m_s(I_n, rs_1)$	...	$m_s(I_n, rs_k)$

(4)

Для упорядкування факторів за показниками і визначення зон ризику використовуємо множини Парето. Кожна з таких множин містить фактори, що відносяться до відповідної зони ризику. Множини Парето складаються з точок, координати яких визначаються рангами показників.

На початкових етапах проектування (технічна пропозиція, ескізний проект) функцію тривалості доводки деталі, вузла або агрегату по j -му дефекту можна подати в такому вигляді: $T = f(\Phi_{1..n}, k, k_n, t)$. Загальний час доводки по одній деталі буде складатися з тривалостей доводки по окремим дефектам цієї деталі. При цьому тривалості підсумовуються, якщо роботи по удосконаленню деталі проводяться послідовно. Якщо такі роботи проводяться паралельно, то загальна їх тривалість дорівнює тривалості найтривалішої з робіт

$$T_E = \sum_{\text{посл}} t_i + \max_{\text{пар}}(t_i),$$

де T_E – тривалість доводки деталі.

Аналогічно одержимо формули для розрахунків тривалості доводки вузла і агрегату в цілому. Час доведення вузла складається з тривалості доводки самого вузла і його складових деталей. Відповідно, тривалість доводки всього агрегату складається з часу на доводку агрегату, вузлів та деталей, що входять до його складу безпосередньо і не входять до складу вузлів.

Запропонованується формальне подання процесу ТПВ із використанням довідних робіт на основі графів з поверненнями. При цьому представлена аналітична модель відповідного графа. Так, матриця A (матриця суміжності графа $G(S, F)$, що складається з n робіт) являє собою формальний опис графа $G(S, F)$ без урахування повернень. R – матриця досяжності графа $G(S, F)$, її ij -й рядок представляє усі орієнтовані шляхи по графу: $R = R_1 \dot{U} R_2 \dot{U} \dots \dot{U} R_n = R^n$ (застосовується логічне множення і підсумовування елементів матриць). l_{ij} – вектор, що являє собою ij -й рядок матриці R і визначає послідовність робіт, пов'язаних з роботою ij $l_{ij} = \| r_{ij,1}, r_{ij,2}, \dots, r_{ij,n} \|$.

Введемо вектор k_n – вектор з нульовими елементами. Тоді g_{ij} – граф доводки, визначуваний роботою ij , можна одержати таким чином

$$g_{ij} = \underset{a}{l_{ij} \vee k_n},$$

$$a = \begin{cases} 1, & \text{якщо було помилкове рішення,} \\ 0, & \text{якщо такого рішення не було.} \end{cases}$$

$G_{\text{дов}} = \|g_{\text{дов}ij}\|$ – граф доведення, визначуваний усім комплексом робіт (дуг типу (ij)), що складають граф $G(S, F)$. Матриця $G_{\text{дов}}$ доповнює матрицю A описом механізму повернень на доводку.

Якщо вектор $t = \|t_{ij}\|$ містить інформацію про тривалість робіт, то величина очікуваної тривалості робіт з доводки $T = \|t_{ij}\| \cdot \|1 - \dot{O}g_{ij}\|$, або $T = \|t_{ij}\| \cdot \|1 - \min(g_{ij})\|$.

За певних умов реалізації проекту роботи, що безпосередньо не пов'язані з контуром повернення і залежать тільки від результатів попередніх робіт, перероблятися не повинні. У цьому випадку застосовується другий підхід, при якому доводка йде по графу $G_{\text{дов}1}$. При виникненні повернення параметри графа перераховуються тільки для вершин, що входять у підграф, визначуваний дугою повернення (для інших робіт $t_{ij}=0$).

При визначенні тривалості ТПВ за нормативами розраховують нормоване значення тривалості довідних робіт. Різниця між нормованим значенням тривалості робіт з доводки і значенням, отриманим за запропонованою методикою, складе резерв часу для виконання довідних робіт. Від'ємне значення резерву показує наявність ризику перевищення планової тривалості процесу. Таким чином, ризик збільшення тривалості ТПВ внаслідок прийняття помилкових конструкторсько-технологічних рішень (ризик некомпетентності виконавців) можна розрахувати так:

$$R = \frac{T_H - T_M}{T_H},$$

де T_H – нормативне значення тривалості довідних робіт;

T_M – значення тривалості довідних робіт за методикою.

Основою системи управління тривалістю ТПВ є розроблена модель, що базується на використанні графа з поверненнями. Інформаційним забезпеченням системи є бібліотека графів елементів, що містить умовно-постійний фонд, представлений набором графів типу $G(S, F)$ окремих компонентів виробів певного

типу, причому в цьому фонді мають бути подані усі можливі варіанти кожного елемента виробу. Оскільки задається тільки послідовність робіт з проектування, тобто на основі одного графа може бути розроблена безліч елементів одного призначення, але з різними фізико-механічними і геометричними характеристиками, бібліотека графів для виробів одного типу міститиме обмежену кількість елементів. Таким чином, може бути складена бібліотека об'єктів, що проектуються.

Як вхідні дані при роботі з бібліотекою структурних елементів об'єкта є інформація про виконавців робіт (їхньої кваліфікації та досвіду роботи). При цьому у деяких випадках можлива зміна топології робіт та інших їх характеристик (складність, новизна робіт) у зв'язку зі змінами у процедурі проектування і підготовки виробництва, розвитком проектувальної організації [5].

На виході можуть бути отримані характеристики тривалості ТПВ (очікувана величина тривалості робіт ТПВ; очікуване перевищення величини тривалості ТПВ над нормативним значенням; ризик некомпетентності виконавців); перелік робіт, упорядкований за ступенем впливу наслідків помилки при виконанні роботи.

На основі отриманих даних можна розробити план по зменшенню тривалості ТПВ. Таке зменшення відбувається за рахунок скорочення помилкових рішень при виконанні робіт і, як наслідок, зменшення кількості повернень на доводку. Отримана в результаті аналізу інформація дозволяє виділити із загального обсягу робіт такі, які найбільш впливають на тривалість процесу ТПВ. Негативний вплив помилки при виконанні тієї або іншої роботи як фактора ризику знижується через зміни параметрів роботи (новизни роботи, кваліфікації та досвіду виконавця). Як доповнення до даної методики рекомендується використовувати традиційні методи зниження трудомісткості (тривалості) робіт.

Уведено такі характеристики кожної з робіт, при виконанні яких можливі помилки (можливі комбінації будь-яких факторів): досвід виконавця; кваліфікація виконавця; ступінь запозичення при виконанні роботи; складність роботи. Досвід виконавця (О) характеризується кількістю виконаних раніше подібних робіт. Кваліфікація виконавця (К) оцінюється відповідно до відомих методик. Ступінь запозичення (З) визначає рівень новизни виконуваної роботи, елемента об'єкта відповідно до термінів ЕСТПВ і ЕСТД. Стосовно виробу ступінь запозичення буде визначатися як конструктивна або технологічна наступність. Складність роботи (С) визначається групою складності елемента, а також такими факторами, як ступінь автоматизації роботи (прийняття рішення). Такі фактори були вибрані з урахуванням аналізу практичних спостережень та рекомендацій експертів. При цьому слід зазначити, що шкали по кожному з факторів формуються індивідуально для кожної організації або підрозділу.

Для одержання параметрів залежності можливості помилкового рішення від перелічених вище факторів застосовано факторний експеримент. Нехай О, К, З, С – контрольовані фактори. Тоді досліджуваній процес може бути описаний за допомогою математичної моделі $m_p = f(O; K; Z; C)$, де m_p – функція належності ймовірності виникнення помилкового рішення; f – функція відгуку, що являє собою залежність математичного сподівання тривалості від факторів.

Проаналізовано проекти з розробки елементів електричних систем, тягових двигунів та їх елементів. Результатом аналізу стало виділення комплексу найнебезпечніших дефектів (з точки зору тривалості процесу доводки), відповідного комплексу факторів з найбільшим впливом на тривалість ТПВ, а також оцінка тривалості ймовірних довідних робіт. Порівняно високе узгодження прогнозних оцінок з даними про реальне виконання проекту підтверджує достовірність запропонованих моделей.

Дані для аналізу формуються у вигляді текстових файлів, що містять інформацію про взаємозв'язок окремих факторів та дефектів (на основі розроблених матриць експертного опитування) для реалізації першої методики або інформацію з бібліотеки графів структурних елементів (взаємозв'язок робіт) для другої методики. Програмне забезпечення розрахунків виконано у вигляді електронних інструкцій у системі MathCAD. Вихідні дані також формуються у вигляді текстових файлів. Для методики, основаної на використанні дерева відмов, – це рейтингова оцінка факторів та дефектів; для методики, основаної на використанні графів з поверненнями – очікувана тривалість довідних робіт та список робіт, що є критичними при виникненні довідних робіт. Результати реалізації другої методики можуть передаватися для подальшого аналізу в пакет Microsoft Project. На рис. 3 наведено авіаційний гідронасос, проект з розробки якого проаналізовано, і результати аналізу, передані до середовища Microsoft Project.

Розраховані значення втрат від ризиків, що супроводжують проект. Оцінка таких ризиків характеризує величину можливого економічного ефекту від заходів щодо зниження ризику некомпетентності та тривалості процесу доводки виробу до вимог технічного завдання. Наведено рекомендації щодо практичного використання запропонованих методів.

Висновки

У статті отримано теоретичне узагальнення і нове вирішення задачі розробки методів планування та управління проектами технічної підготовки виробництва наукоємної техніки з урахуванням супутніх ризиків, пов'язаних з людським фактором.

Виконано аналіз системи виробничих і економічних ризиків при створенні складних наукоємних виробів як факторів, що знижують ефективність нової техніки на усіх етапах її життєвого циклу, при цьому проаналізовано існуючі методики оцінки та управління ризиками. Проведено аналіз можливих дефектів об'єктів техніки і помилок, що їх зумовлюють. На основі цього аналізу систематизована і доповнена

класифікація таких помилок і дефектів.

На основі системного і функціонально-структурного підходу сформоване представлення системи технічної підготовки виробництва з урахуванням можливих додаткових робіт для досягнення запланованого результату проекту. Запропоновано комплекс заходів щодо усунення причин некомпетентних рішень.

Література

1. Попов М. Е. Проектирование и производство заготовок : [учебное пособие] / М. Е. Попов, И. В. Давыдова // Донской гос. технический ун-т. – Ростов-на-Дону : ДГТУ, 2010. – 103 с.
2. Иванов А. А. Технология машиностроения : [учебное пособие для студентов высших учебных заведений] / Иванов А. А. – Саров : СарФТИ, 2009 – 280 с.
3. Николаенко М. Р., Шафранский Л. Г. Технология производства сварных конструкций вагонов / М. Р. Николаенко, Л. Г. Шафранский. – Тула : Тул. политехн. ин-т, 1981 – 99 с.
4. Гладков Н. Г. Оплата и нормирование труда / Гладков Н. Г. – М., 2010 – 76 с.
5. Белянинова Ю. В. Нормирование труда и системы заработной платы / Белянинова Ю. В. – М. : Журн. "Упр. персоналом", 2005 – 94 с.

Надійшла 24.7.2011 р.

УДК 389: 638.011.54/011

В.Т. КОНДРАТОВ

Институт кибернетики им. В.М.Глушкова НАН Украины

ПРОБЛЕМЫ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ МЕТРОЛОГИИ XXI-ГО ВЕКА И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

В статье рассмотрены характеристики качества измерений, основные и первоочередные проблемы фундаментальной метрологии, связанные с повышением качества измерений, и пути их решения.

In paper characteristics of quality of measurements, the cores and the priority problems of fundamental metrology connected with improvement of quality of measurements, and ways of their decision are considered.

Ключевые слова: качество измерений, проблемы, структура, фундаментальная метрология.

Введение

Фундаментальная метрология – это та часть науки об измерениях, предметом которой является разработка фундаментальных основ этой науки и развитие на ее базе прикладных теорий и научных направлений.

Она совершенствует существующие, создает и развивает новые методы познания физических явлений и процессов, обеспечивающие заданную точность и достоверность измерений, осуществляет связь теории и практики на уровне математических моделей методов измерений и соответствующих технических решений (структур) средств измерений.

Рассмотрение характеристик качества и проблем фундаментальной метрологии несомненно является актуальной задачей, поскольку за последнее десятилетие фундаментальная метрология обогатилась:

теорией (и методами) избыточных измерений, которая описала новую стратегию измерений физических величин, обеспечила новое качества измерений и привнесла новые понятия и определения в общую теорию измерений [1-17];

основами теории метрологической эффективности [18], описывающей разные аспекты деятельности человека, связанной с измерениями и оценкой эффективности методов и средств измерений;

созданием новой ветви теории метрологической надежности средств измерений [19-38], основанной на прогнозировании и определении метрологической надежности средств измерений (СИ) с использованием гибких многопараметровых вероятностно-физических моделей (ВФ-моделей) метрологических отказов (МО), на развитии теории динамической нелинейной регрессии и ее использования для решения задач определения времени наработки СИ на МО [33-37];

основами научно-технического языка [9, 38-46], в которых изложены правила корректного написания и использования принятых в метрологии обозначений физических величин (ФВ), единиц и значений, введенных и узаконенных понятий и определений, полученных уравнений связи между величинами, уравнений числовых значений, уравнений измерений, уравнений погрешностей;

новыми методами избыточных измерений свойств и параметров нанообъектов [47-49] и т.д.

Наступила новая эра развития фундаментальной метрологии, требующая уточнения и пересмотра ее фундаментальных основ, отдельных понятий и определений. В [9] нами была приведена тонкая структура метрологии XXI-го века, уточнены определения аксиом и постулатов метрологии, предложены новые аксиомы и постулаты, связанные с избыточными измерениями; в [50] даны определения основным принципам метрологии, связанные с базовыми понятиями: «свойство», «измерение», «результат