

УДК 006.072.025:658.563

Ю.О. ДЕНИСЕНКО, В.О. ЗАЛОГА, О.В. ІВЧЕНКО, О.П. МАСЛОВ

Сумський державний університет

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОЇ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА НА ОСНОВІ ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ СТРАТЕГІЇ ПЕРЕБИГУ ЇЇ ПРОЦЕСІВ

В цій статті для підвищення ефективності інформаційної системи управління якістю інструментальної підготовки виробництва авторами запропонована математична модель прийняття рішень, що заснована на визначенні раціональної стратегії протікання процесів. Ця модель має універсальний характер та базується на застосуванні теорій оптимізації на графі та марківських ланцюгів.

Ключові слова: інструментальна підготовка, модель, оптимізація, техніко-економічні показники.

Y.O. DENYSENKO, V.O. ZALOGA, O.V. IVCHENKO, O.P. MASLOV

Sumy State University

INCREASE QUALITY OF TOOL PREPARATION BASED ON DEFINITIONS RATIONAL STRATEGY OF ITS PROCESSES

Abstract – The aim of this article is to improve the efficiency of information quality management system of tool preparation by implementing a mathematical model of rational decision-making processes of quality management based on sustainable development factor

Nowadays ensure of multiple modern engineering enterprises competitiveness is impossible without the introduction of information technology. The most common management system is AutoTAS, TIM LEITZ, eTMS Tadcon, GTMS and others. They examine tools and industrial equipment as a resource. It is not possible to establish the future prospects of production of tools, to evaluating its effectiveness and efficiency; identify the ratio and interaction of various factors engineering and economics that affect it and etc. Therefore, the paper presents a mathematical model to adopt a decision as pre-production tool based on the analysis and assessment of technical and economic indicators. This model is universal and based on the use of optimization theories on the graph and Markov chains. The model increases the validity and efficiency of decision-making. Using the model minimizes the cost of tool preparation production.

Keywords: tool preparation, model, optimization, technical and economic indicators.

Інструментальна підготовка виробництва (далі – ІПВ) багатоміністерського машинобудівного підприємства являє собою сукупність взаємопов'язаних процесів, що існують для досягнення однієї мети – забезпечення основного виробництва якісним інструментом й оснащенням точно в строк. Аналіз світового та вітчизняного досвіду свідчить, що якість процесів ІПВ має вагомий вплив не тільки на ефективність основного виробництва, а й на конкурентоспроможність підприємства в цілому [1, 2]. Одним з основних шляхів підвищення якості ІПВ є впровадження сучасних інформаційних технологій, наприклад, AutoTAS, TIM LEITZ, eTMS Tadcon, GTMS та ін. [3–5], основою яких є використання підходу «Tool Management» щодо ефективного управління, але питанням формування інформаційної системи (далі ІС) ІПВ вони відводять другорядну роль, що не забезпечує, в повній мірі, інформаційну взаємодію між рівнями управління. Як правило, інструмент (оснащення) в цих системах виступає в якості ресурсу для вирішення конкретного виробничого завдання але, зовсім, не аналізується як керований учасник технологічного процесу.

Тому **метою цієї роботи** є підвищення ефективності інформаційної системи управління якістю інструментальної підготовки виробництва шляхом впровадження математичної моделі прийняття раціональних рішень щодо управління якістю її процесів на основі застосування коефіцієнта сталого розвитку.

Створення системи техніко-економічних показників (далі – ТЕП) ІС ІПВ [6] є одним із інструментів представлення, конкретизації та реалізації життєвого циклу інструменту, оснащення та пристосувань (далі ТО). Це надає можливість: наочно показати реальну картину та подальші перспективи розвитку ІС ІПВ; провести оцінювання її ефективності та результативності; виявити взаємозв'язок і взаємодії різних факторів техніки та економіки, які впливають на неї; визначити резерви виробництва інструменту й оснащення; опрацювати заходи щодо раціоналізації використання ТО та ресурсів для їх виготовлення та ін.

Інформація, що отримується про ТЕП ІС ІПВ є тою основою, що дозволить прийняти стратегічно важливі для керівництва рішення в сфері якості. В той же час ця інформація повинна мати упорядкований, зрозумілий та зручний вигляд особи, що приймає рішення. Особливо важливим є вибір найбільш прийняттого методу аналізу й оцінювання ТЕП ІС ІПВ. Вибір того або іншого методу залежить від: того, наскільки чітко й коректно поставлені цілі; виду інформації, яку необхідно одержати, та її точності й оперативності.

Одним із шляхів вирішення проблеми щодо аналізу й оцінювання ТЕП ІС ІПВ є створення математичної моделі щодо прийняття рішення стосовно ІПВ машинобудівного підприємства. Ця модель повинна базуватися на основі процесного й системного підходів та забезпечувати виконання принципу міжнародних стандартів ISO серії 9000 – «прийняття рішень на основі фактів».

Процес прийняття рішень реалізується на основі наступних рекомендацій: 1) визначення цілей та завдань ІС ІПВ; 2) врахування питань, що пов'язані не тільки з отриманням якісного ТО, а й іншими процесами ІС ІПВ; 3) орієнтація на вимоги основного виробництва; 4) визначення всіх необхідних ТЕП, що

забезпечать раціональний життєвий цикл ТО; 5) встановлення цільової функції та прийняття рішень на основі визначення раціональної гілки ЖЦ ТО.

З метою виконання цих вимог в роботі запропонована математична модель визначення раціональної стратегії ППВ, алгоритм реалізації якої представлено на рис. 1, що базується на застосуванні методу оптимізації на графі та теорії марківських ланцюгів. Слід зазначити, що представлена в цій статті модель дозволяє обрати раціональну стратегію ППВ, але не виключає можливості прийняття іншого остаточного рішення особою, що його приймає.

У блоці 1, запропонованого алгоритму реалізації моделі, формується банк даних, необхідних для побудови моделі, а також проводиться аналіз станів процесів ІС ППВ. Хоч сучасні інформаційні системи і дозволяють оперативно обробляти інформацію достатньо великих обсягів, разом з тим, у реальних умовах з метою зменшення часу на прийняття раціонального рішення необхідно намагатися (на скільки це є можливим) скорочувати (зменшувати) масиви даних. Бажання відобразити повну схему процесів ІС ППВ може призвести до отримання дуже деталізованої інформації, що може бути не дуже значимою, але суттєво збільшить час, потрібний на її обробку, систематизацію тощо. Більшість таких систем можуть виявитися неефективними, тому модель управління ІС ППВ повинна буди агрегованою. Під агрегуванням розуміють заміну опису сукупності процесів описом процесу, який відображає зміст заміненої сукупності процесів та включає істотні характеристики цієї сукупності.

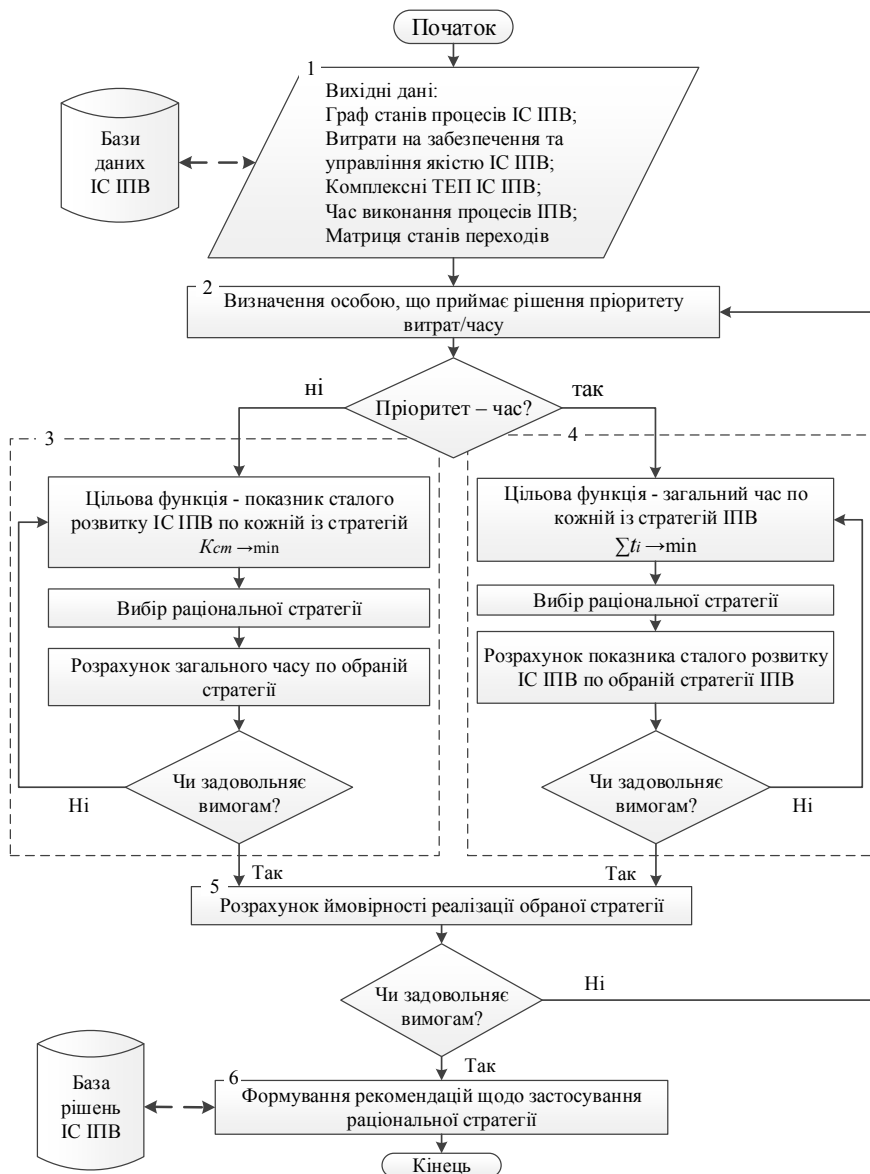


Рис. 1. Алгоритм реалізації математичної моделі щодо прийняття рішень в інформаційній системі управління якістю інструментальної підготовки виробництва

Беручи до уваги це зауваження, модель управління ІС ППВ, що наведена на рис. 1, можна представити у вигляді орієнтованого графу $G(S, t)$, де S – впорядковані пари вершин, а t це дуги, що їх з'єднують (рис. 2).

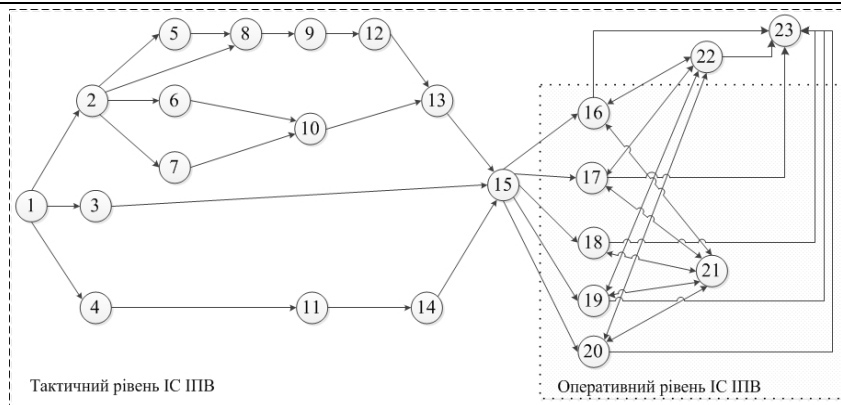


Рис. 2. Граф станів процесів ІС ППВ

На рисунку 2: 1 – виявлення потреб в ТО, її уніфікації та нормативному забезпеченні; 2 – прийняття рішення щодо виготовлення, модернізації ТО чи використання збірного ТО; 3 – прийняття рішення щодо використання ТО, що є в наявності; 4 – прийняття рішення щодо закупівлі уніфікованого ТО; 5 – розроблення проекту на виготовлення ТО; 6 – розроблення проекту на модернізацію ТО; 7 – розроблення проекту на складання ТО; 8 – підготовка плану випуску ТО; 9 – закупівля матеріалів; 10 – закупівля комплектуючих; 11 – закупівля ТО; 12 – виготовлення ТО; 13 – приймально-здавальні випробування ТО; 14 – приймальні випробування ТО; 15 – зберігання ТО; 16 – прокат виготовленого ТО; 17 – прокат модернізованого ТО; 18 – прокат збірного ТО; 19 – прокат ТО, що є в наявності; 20 – прокат придбаного ТО; 21 – централізоване зачочування інструменту; 22 – ремонт ТО; 23 – утилізація ТО.

Одна з вагомих переваг сучасних інформаційних систем полягає в створенні єдиного інформаційного простору, що значно спрощує обмін інформацією, а також збір необхідних даних. Крім того, системи управління, що базуються на принципах CALS-технологій дозволяють створювати відносно великі масиви вихідних даних в найкоротші строки. Вихідними даними для прийняття раціонального рішення щодо процесів ІС ППВ є плановані значення витрат на забезпечення та управління якістю ІС ППВ (на основі застосування методів прогнозування) та комплексних ТЕП ІС ППВ (представлених в балах) [7], прогнозний час виконання процесів ІС ППВ, а також матриця переходів станів процесів ІС ППВ.

У блоці 2 практично реалізується запропонована процедура визначення особою, що приймає рішення, пріоритету «витрати / час» щодо виготовлення нового та модернізації наявного ТО, використання збірного ТО тощо.

За результатами аналізу діяльності вітчизняних та зарубіжних машинобудівних підприємств встановлено, що прийняття рішень стосовно ППВ засноване, як правило, на виконанні двох найбільш розповсюджених умов: 1) виконання діяльності з мінімальними витратами (найбільш розповсюджена умова); 2) мінімізація часу виконання встановлених задач для ППВ.

З огляду на отриманні результати запропоновано процес прийняття рішень щодо вибору раціональної стратегії з ППВ розділити на дві окремі ланки, що представлені у вигляді блоків 3 та 4 на рис. 1.

У блоці практично 3 реалізується стратегія виконання діяльності з мінімальними витратами при забезпеченні необхідного рівня ТЕП ІС ППВ, інакше кажучи – реалізується стратегія забезпечення сталого розвитку ІС ППВ. Зазвичай на підприємствах процес планування випуску продукції є чітко відбудованим, тому вже заздалегідь відомим є графік забезпечення ТО відповідних робочих місць. В такому випадку функція часу при здійсненні ППВ є пріоритетною і має обмежувальний характер.

Взагалі сталий розвиток – це концепція керованого розвитку, яка поєднує в собі три складові: економічну, екологічну і соціальну [8–10]. Всі три елементи повинні розглядатися збалансовано, тому основним завданням є їх узгодження.

В даному випадку запропонована цільова функція оптимізації – функція визначення коефіцієнта сталого розвитку ІС ППВ ($K_{ст}$)

$$K_{ст} = Q_{я} \cdot \sum_{i=1}^n \sqrt[6]{\left(\frac{B_{\delta}}{\sum_{j=1}^m B_j} \right)^{\gamma_1}} \cdot K_{oj}^{\gamma_2} \cdot K_{ej}^{\gamma_3} \cdot K_{aj}^{\gamma_4} \cdot K_{ej}^{\gamma_5} \cdot K_{cj}^{\gamma_6} \rightarrow \min, \quad (1)$$

де $Q_{я}$ – показник якості процесу ІС ППВ;

B_j – витрати на якість процесів ІС ППВ;

B_{δ} – базовий показник витрат на якість процесів ІС ППВ;

K_o, K_e, K_a, K_c – відповідно організаційно-технічний, виробничий, якості процесів ІС ППВ, екологічний та соціальний комплексні ТЕП, які розраховуються для кожного процесу життєвого циклу ІС ППВ;

$\gamma_1 - \gamma_6$ – коефіцієнти вагомості комплексних ТЕП відповідно: організаційно-технічного,

виробничого, якості процесів ІС ППВ, екологічного та соціального.

Використання показника якості процесу ІС ППВ дозволяє виключити шлях, якість процесів якого не задовольняє вимогам особи, що приймає рішення. Якщо рівень якості процесу ІС ППВ задовольняє вимогам, то приймається $Q_j = 1$, якщо не задовольняє, то $Q_j = 0$.

Витрати на якість процесів ІС ППВ, визначаються окремо для конкретного підприємства з урахуванням його техніко-економічного стану та ін. факторів економіки. Також, в залежності від часу, в який визначаються витрати на якість, вони можуть бути прогнозними чи розрахованими.

Необхідно також відмітити, що витрати на процес життєвого циклу ТО приймаються на відповідну одиницю ТО, тобто плановані витрати на якість процесів ІС ППВ розраховуються за формулою:

$$B = \frac{\sum_{i=1}^m (B_{z_i} + B_{y_i})}{K_{TO}}, \quad (2)$$

де B_{z_i} – плановані витрати на забезпечення якості процесу ІС ППВ;

B_{y_i} – плановані витрати на управління якістю процесу ІС ППВ;

m – кількість статей калькуляції витрат на якість процесу ІС ППВ;

K_{TO} – кількість тих ТО, щодо процесу ЖЦ яких приймаються рішення.

Необхідно зауважити, що у при реалізації ІС ППВ є процеси, які на тактичному рівні несуть за собою витрати, що мають негативну цінність, а на оперативному рівні, – навпаки. Наприклад, процес переточування інструменту чи ремонту ТО несе за собою додаткові витрати на якість, разом з тим, збільшення кількості переточувань підвищується цінність інструменту, бо збільшується строк окупності витрат, які закладені в виготовлення чи придбання ТО (інструменту), за рахунок збільшення строку служби. Тому для оперативного рівня ППВ пропонується відносити витрати на якість процесів ППВ до кількості ремонтів чи переточувань, тобто пропонується використовувати відносні показники якості.

Коефіцієнти вагомості комплексних ТЕП пропонується визначати з застосуванням кваліметричного підходу експертним шляхом для конкретного підприємства.

Обмежуючими умовами при виконанні **блоку 3** виступають:

а) можливість постачання ТО для основного виробництва точно у встановлені строки:

$$\sum_{j=1}^n t_j \leq T, \quad (3)$$

де t_j – час виконання j -го процесу; T – загальний час на забезпечення ТО основного виробництва.

б) виконання вимог кваліметрії за всіма коефіцієнтами вагомості [1]:

$$\sum_{k=1}^6 \gamma_k = 1. \quad (4)$$

У блоці 4 реалізується стратегія мінімізації часу виконання встановлених в ІС ППВ задач. Це пояснюється виникненням ситуації, коли час на постачання ТО на робочі місця лімітований з причин запуску незапланованої партії чи неврахування факторів, які можуть вплинути на наявність необхідного ТО в резервному запасі. В цьому разі обирається стратегія, в якій задані жорсткі часові рамки не спричинять перевитрат чи різкого погіршення ТЕП основного виробництва.

При виконанні цієї стратегії в основі прийняття рішення пропонується цільова функція оптимізації часу виконання відповідних процесів ППВ:

$$\sum_{j=1}^n t_j = T \rightarrow \min. \quad (5)$$

У цьому випадку обмежуючими умовами будуть:

$$K_{cm} \rightarrow \min \text{ та } \sum_{k=1}^6 \gamma_k = 1.$$

У блоці 5 передбачається обчислення ймовірності реалізації обраної стратегії шляхом застосування теорії марківських ланцюгів [12, 13]. Якщо значення розрахованої ймовірності менше рівня, який задовольняє особу, що приймає рішення, в такому разі необхідно розглянути альтернативні стратегії перебігу процесів ІС ППВ.

У блоці 6 на основі отриманої з блоків 3, 4 та 5 інформації, особа, що приймає рішення, обирає найраціональнішу стратегію розвитку процесів ІС ППВ.

Висновки

За результатами проведених досліджень можна зробити наступні висновки.

1. В наш час забезпечення конкурентоспроможності сучасних машинобудівних підприємств, а саме, підприємств з багатономенклатурною, малосерійною складовою продукції є неможливим без впровадження

інформаційних технологій. Найбільш розповсюджені програмні продукти: AutoTAS, TIM LEITZ, eTMS Tadcon, GTMS та ін. розглядають ТО лише як ресурс, що не дозволяє встановити подальші перспективи розвитку ІС ППВ; провести оцінювання її ефективності та результативності; виявити взаємозв'язок і взаємодії різних факторів техніки та економіки, що на неї впливають; визначити резерви виробництва інструменту й оснащення; опрацювати заходи щодо раціоналізації використання ТО та ресурсів для його виготовлення та ін.

2. В роботі для вирішення проблеми щодо аналізу й оцінювання ТЕП ІС ППВ запропонована математична модель щодо прийняття рішення стосовно ППВ машинобудівного підприємства. Модель базується на визначенні раціональної стратегії протікання процесів ІС ППВ машинобудівного підприємства та використанні теорій оптимізації на графі й марківських ланцюгів.

3. Запропонована модель прийняття рішень в ІС ППВ значно спрощує процес розповсюдження інформації та підвищує обґрунтованість ухвалення оперативних управлінських рішень, що дозволяє мінімізувати витрати на ІС ППВ.

4. Вперше для прийняття рішення стосовно вибору раціонального шляху перебігу процесів ППВ запропоновано застосовувати коефіцієнт сталого розвитку ІС ППВ, який враховує виконання вимог міжнародних стандартів на системи управління (ISO 9001, OHSAS 18001 і т.д.) та дозволяє підвищити рівень обґрунтованості прийнятих рішень.

Література

1. Новицкий Н. И. Организация производства на предприятиях : учеб.-метод. пособие / Н. И. Новицкий. – М. : Финансы и статистика, 2001. – 391 с.
2. Агарков А. П. Эффективная организация и управление инструментальным хозяйством предприятия / А. П. Агарков, Б. А. Аникин. – М. : Экономика, 1981. – 128 с.
3. Tool Management System Complements DNC [Електронний ресурс] // Modern Machine Shop. – Режим доступу : <http://www.mmsonline.com/articles/tool-management-system-complements-dnc>
4. Enterprise Tool Management Software [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.tadcon.com/eTMS%20solution.htm>
5. TIM Tool Information Management [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.hoehsmann.com/lexikon/19393/TIM_Tool_Information_Management_.html
6. Залого В.О. Система техніко-економічних показників інструментальної підготовки виробництва / В.О. Залого, Ю.О. Денисенко, О.В. Івченко // Резание и инструмент в технологических системах : Междунар. науч.-техн. сб. – Харьков : НТУ «ХПИ», 2015. – Вып. 85. – С. 79 – 89.
7. Залого В.О. Нормалізація техніко-економічних показників інструментального виробництва на основі застосування теорії нечітких множин / В.О. Залого, Ю.О. Денисенко, О.В. Івченко, О.Д. Динник // Наукові нотатки : міжвузівський збірник. – Луцьк : ЛНТУ, 2015. – Вып. 48. – С. 78 – 85.
8. Сталий розвиток [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://uk.wikipedia.org/wiki/Сталий_розвиток
9. Садовенко А. Сталий розвиток суспільства: навчальний посібник / А. Садовенко, Л. Масловська, В. Серета, Т. Тимочко. – 2-е вид. – К., 2011. – 392 с.
10. Понедельников В. В. Инвестиционное обеспечение устойчивого развития аграрного производства : дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / В. В. Понедельников. – М. : РГБ, 2006. – 210 с.
11. Щипин К. С. Система прогнозирования на основе многокритериального анализа временных рядов : дис. ... канд. техн. наук : 05.13.10 – Управление в социальных и экономических системах / К. С. Щипин. – М. : МГТУ, 2004. – 135 с.
12. Вайсман В. О. Моделі, методи та механізми створення і функціонування проектно-керованої організації : [монографія] / В. О. Вайсман. – К. : Науковий світ, 2009. – 146 с.
13. Гогунский В.Д. Марковская модель портфеля проектов / В.Д. Гогунский, А. В. Оганов // Автоматизация: проблемы, идеи, решения : материалы междунар. науч.-техн. конф. – Севастополь : СевНТУ, 2014. – С. 109–111.

Рецензія/Peer review : 4.11.2015 р.

Надрукована/Printed : 5.12.2015 р.
Рецензент: д.т.н., проф., Дядюра К.О.