

*К.Б. Бадушок, к.т.н., доцент
(АТ «Мотор Січ», Україна),
П.М. Павленко, д.т.н., професор, Т.М. Захарчук, м.н.с.
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Управління технічною підготовкою наукоємного машинобудівного підприємства

Представлено результати досліджень з автоматизованого управління ефективністю етапів життєвого циклу технічної підготовки підприємств. На прикладі управління технічною підготовкою виробництва показано застосування розроблених моделей, методів та склад нової інформаційної технології виробничого призначення виробничого призначення

Цифрові системи та системи виробничого призначення забезпечують сучасним підприємствам високий рівень автоматизації процесів конструювання, технологічної підготовки виробництва та оперативного управління виробництвом. Передові технології, такі як модельно-орієнтована системна інженерія (MBSE) компанії Dassault Systemes (Франція) реалізують спільну працю в інтегрованому інформаційному середовищі всіх фахівців, задіяних у розробленні та управлінні даними виробу на всіх етапах його життєвого циклу. Ці фантастичні до недавнього часу можливості сучасних цифрових технологій забезпечують значне покращення якості проектних та управлінських рішень, забезпечуючи конкурентоспроможність створюваних виробів.

Разом з тим, важливі питання забезпечення ефективності отриманих рішень (результатів), їх контролю та управління в часі залишаються на сьогоднішній день не вирішеними.

Колектив фахівців Національного авіаційного університету, використовуючи інтегроване середовище систем виробничого призначення 3D Experience (CATIA, ENOVIA, DELMIA та інші) компанії Dassault Systemes розробив методологічні основи (теоретичний базис), інформаційне та програмне забезпечення (практична реалізація) інтелектуального управління ефективністю технічної підготовки наукоємного машинобудівного виробництва.

Управління системою технічної підготовки виробництва (ТПВ) можна охарактеризувати ключовими показниками ефективності, які встановлюються під час аналізу, моделювання та експертного оцінювання процесів ТПВ. При цьому показники встановлюються для кожного процесу ТПВ на всіх рівнях управління (бюро, відділ, управління та ін.). Отримані, формалізовані та математично представлені показники відображають стан системи ТПВ у кожний конкретний проміжок часу при подальшому функціональному та імітаційному моделюванні [1]. Таким чином оцінюють три об'єктні області ТПВ, а саме – «продукт», «процес» і «ресурс» [1–3]. Для автоматизованого управління ТПВ необхідно всю систему ТПВ описувати як складну відкриту

багаторівневу систему, побудовану на основі розділення операцій на кожному рівні.

У таблиці представлені показники, встановлені під час аналізу об'єктної області ТПВ «Продукт». Для процесу, який розглядався «Продуктом» була розроблена конструкторсько-технологічна документація (КТД). «Продуктом» також можуть бути 3D-моделі деталей, вузлів та інша електронна чи паперова продукція, задіяна в ТПВ конкретного рівня управління.

Таблиця

Показники об'єктної області «Продукт»

№	Назва показника	Позначення	Одиниця виміру
1	Виробнича програма всіх виробів на рік за номенклатурою, де n – кількість найменувань у номенклатурі	$N_{PP} = \sum_{i=1}^n N_{PP_i}$	шт./рік
2	Фактичне виконання виробничої програми за кожною позицією номенклатури	$N_{\Phi P_i}$	шт./рік
3	Коефіцієнт виконання виробничого плану за номенклатурною групою	$K_{P_i} = \frac{N_{\Phi P_i}}{N_{PP_i}}$	б/р.
4	Кількість комплектів КТД планова за номенклатурою	$N_{КТДП} = \sum_{i=1}^n N_{КТДП_i}$	шт./рік
5	Кількість комплектів КТД фактична за номенклатурою	$N_{КТДФ_i}$	шт./рік
6	Коефіцієнт виконання плану розробки КТД за номенклатурою, де $k_{П}$ – коефіцієнт, що враховує розробку КТД відповідно до графіку $k_{П} = \{0 \div 1\}$	$K_{КТД_i} = \frac{N_{КТДФ_i}}{N_{КТДП_i}} \cdot k_{П}$	б/р.
7	Середній коефіцієнт застосування одного комплекту КТД	$\bar{\eta} = \frac{N_{PP}}{N_{КТД}}$	б/р.
8	Середня вартість розробки комплекту КТД	$\bar{B}_{КТД}$	грн.
9	Сумарна кількість листів сповіщень про зміни (СЗ) за рік	$K_{СЗ} = \sum_{i=1}^n K_{СЗ_i}$	шт.
10	Кількість протоколів невідповідності продукції, яка випускається за ІСО 9000:2008	K_{ISO}	шт.

Наведені в таблиці показники 1÷3 відносять до показників рівня підприємства, показники 4÷8 – до показників безпосередньо системи ТПВ. Показники рівня підприємства вводяться тому, що показники в системі ТПВ пов'язані з ними в межах виконання плану виробництва.

Для комплексного моделювання процесу управління ТПВ також необхідно формалізувати та описати показники для предметних областей «Процес» та «Ресурс». Розробленою експертною процедурою для кожного процесу ТПВ встановлюється шість базових ключових показників, які використовуються в процесі управління ефективністю ТПВ конкретного підприємства. Суть автоматизованого управління ТПВ полягає в тому, що в діалоговому режимі відбувається оцінювання всіх процесів ТПВ на всіх рівнях управління шляхом інтегрованої оцінки ключових показників діяльності підрозділів підприємства, які реалізують функції ТПВ.

Основною проблемою, яку необхідно вирішити для використання методу управління ТПВ, відповідної інформаційної технології та програмного забезпечення є необхідність використання CAD/CAM/CAE- та PDM-систем і забезпечення якісної інтеграції цих систем. Інтеграція має бути забезпечена на етапах передачі даних від розробника (користувача) до єдиної бази даних та інтегрованого інформаційного середовища підприємства. На рисунку зображена структурна схема розрахунку показника ефективності та інформаційні взаємозв'язки процесу з урахуванням конвертації даних CAD/CAM/CAE- та PDM-систем.

У кожному структурному підрозділі служби ТПВ підприємства інстальється програмне середовище управління процесами підготовки виробництва та виконується розрахунок показника їх ефективності. Згідно з інструкціями вони зберігаються в електронних таблицях відповідних баз даних та передаються для інтегрованого аналізу і подальшої обробки програмними модулями розрахунку безрозмірних показників та розрахунку ефективності управління ТПВ підприємства. Представлений на рисунку модуль динамічної пам'яті призначений для зберігання результатів проміжних розрахунків та завантаження змінних коефіцієнтів і констант, необхідних для здійснення розрахунків.

Інформаційна технологія управління ефективністю ТПВ та її програма реалізація виконані у вигляді програмних модулів, відповідальних за обробку конкретних даних та здійснення розрахунків. База даних системи складається з кластерів трьох типів: сховище констант, алгоритмів та безпосередньо результатів розрахунку [3]. Зворотний зв'язок від бази даних показників до модуля розрахунку показників введений для можливості накопичування показників з часом та використання їх для розрахунків трендів, прогнозів розвитку системи управління ТПВ, тобто для реалізації методу оцінки.

Модуль динамічної пам'яті (масив) представлений таблицями пам'яті та сховищем проміжних результатів для зберігання результатів проміжних розрахунків та завантаження змінних коефіцієнтів і констант, необхідних для здійснення розрахунків.

У свою чергу, модуль довгострокової пам'яті має три бази даних, а саме: базу констант, алгоритмів і показників. База алгоритмів і констант може

програмуватися під нові алгоритми розрахунку або під удосконалення існуючих.

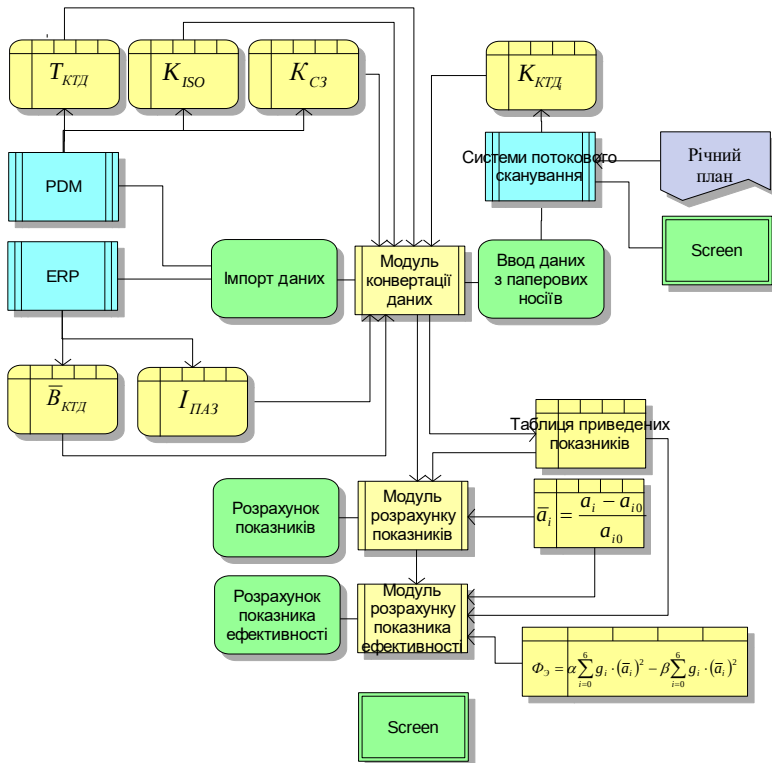


Рис. Діаграма взаємодії програм розрахунку показника ефективності ТПВ промислового підприємства

Програмне забезпечення, розроблене в середовищі Microsoft Visual Basic, тобто засобі розроблення програмного забезпечення, має як середовище розробки, так і мову програмування. Розроблена технологія та відповідне алгоритмічне, інформаційне та програмне забезпечення можуть використовуватись як окрема підсистема в автоматизованій системі технічної підготовки виробництва. У цьому випадку можлива автоматизація аналізу та управління ефективністю ТПВ окремих структурних підрозділів підприємства. Повноцінне використання функціональних можливостей розробки можливе в інтегрованому інформаційному середовищі CAD/CAM/CAE- та PDM-систем. В якості базової PDM-системи була використана ENOVIA v6, яка є

універсальною системою зі стандартними інтерфейсами обліку даних з CAD/CAM-системами, ERP- та MES-системи і має зручні для використання ІРІ інтерфейси для конвертації та інтеграції текстових, графічних і 3D-даних із запропонованими авторами програмними модулями підсистеми управління ТПВ машинобудівного підприємства.

Список літератури

1. Павленко П. М. Інформаційна технологія управління ефективністю промислового виробництва / П. М. Павленко, О. В. Заріцький, А. О. Хлевний // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2015. – №1/2 (73). – С. 24–30. <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/36070>.
2. Липкин Е. Индустрия 4.0: Умные технологии – ключевой элемент в промышленной конкуренции. – Москва: ООО «Остек-СМТ», 2017. – 224 с.
3. Павленко П.М. Методи та технологія інтеграції виробничих даних / П.М. Павленко, К.Б. Балущок, Т.М. Захарчук, А.В. Темніков // Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем»: VIII Міжнар. наук.-практ. конф., 10-12 трав. 2018 р.: матеріали доп. – Чернігів: ЧНТУ, 2018. – С. 199–201.