

$$Z2_i = S2(|\tilde{K}_{дусi} - \hat{K}_{дусi}| - \Delta K_{дусi}^{\max}), \quad (22)$$

где $Z2_i$ – булев признак места отказа; $\hat{K}_{дусi}$ – оценочная величина крутизны характеристика датчика; $\Delta K_{дусi}^{\max}$ – максимально допустимое отклонение крутизны от текущего эталонного значения. Оценка $\tilde{K}_{дусi}$ – определяется на основании измерений выхода датчика и оценки его входа в различные моменты времени:

$$\tilde{K}_{дусi} = \frac{U_{\omega i}(k+1) - U_{\omega i}(k)}{\hat{\omega}_{\partial i}(k+1) - \hat{\omega}_{\partial i}(k)}, \quad (23)$$

где оценка входной величины $\hat{\omega}_{\partial i}(k)$ определяется за счет использования избыточных измерений с помощью либо датчиков ориентации на звезды либо резервных ДУС либо с помощью ДУС маховика.

В случае невыполнения (ложности) признака $Z2_i$ алгоритм диагностирования определяет оценку величины дрейфа нуля характеристики в соответствии с выражением:

$$\tilde{U}_{\omega i0} = \hat{U}_{\omega i0} + (U_{\omega i}(k) - \hat{U}_{\omega i}(k)). \quad (24)$$

После определения оценки крутизны или дрейфа их значения присваиваются соответствующим параметрам текущей подстраиваемой модели и в последующие моменты времени осуществляется проверка правильности полученного диагноза.

Для обеспечения надежной работы алгоритма при нахождении датчика в зоне насыщения статической характеристики вводятся признаки, блокирующие работу алгоритма при приближении выходного сигнала к уровням насыщения и определения величины параметров текущей подстраиваемой модели – $\hat{U}_{\max i}$, $\hat{U}_{\min i}$.

ВЫВОДЫ

Разработанные алгоритмы системы управления движением КЛА обеспечивают прецизионную орбитальную

ориентацию и стабилизацию. Применение предложенного принципа замкнутого диагностирования позволяет существенно понизить затраты на решение задачи определения функционального состояния системы управления как на этапе разработки алгоритмов диагностирования, так и на этапе их функционирования, обеспечивая при этом необходимую глубину диагностирования.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Козлов Д. И. Конструирование автоматических космических аппаратов. – М.: Машиностроение, 1996. – 343 с.
2. Петров К. П. Аэродинамика транспортных космических систем. – М.: Эдиториал УРСС, 2000. – 212 с.
3. Patton R. J. Fault tolerant control: the 1997 situation // IFAC SAFEPROCESS'97. – Hull (U. K.) – 1997. – Pp. 1033–1055.
4. Isermann R., Raab U. Intelligent Actuators – Ways to Autonomous Actuating Systems // Automatica. – 1993. – Vol. 29. – № 5. – Pp. 1315–1331.
5. Кулик А. С. Оценка диагностируемости линейных динамических систем // Автоматика и телемеханика. – 1992. – № 1. – С. 184–187.
6. Кулик А. С. Сигнально-параметрическое диагностирование систем управления. – Х.: Гос. аэрокосм. ун-т «ХАИ»; Бизнес-Информ, 2000. – 260 с.
7. Кулик А. С., Гавриленко О. И. Обеспечение отказоустойчивости систем управления статически неустойчивых динамических объектов. – М.: Зарубежная радиоэлектроника., 2004. – С. 33–37.
8. Кулик А. С., Гавриленко О. И., Лученко О. А. Отказоустойчивая ориентация и стабилизация существенно несимметричного космического аппарата // Міжнар. наук.-техн. конф. «ІКТМ-2003». – Х.: ХАІ, 2003. – С. 107.
9. Гавриленко О. И., Лученко О. А. Система управления угловым движением микроспутника // Материалы VIII всеукраинской научно-практической конференции «Наука и образование 2005». – Том 60. Техника. – Днепропетровск: Наука і освіта, 2005. – С. 67–69.

Надійшла 22.04.05
Після доробки 29.10.05

Розглянуто розв'язання задачі прецизійної орієнтації космічного літального апарата в номінальному режимі і при виникненні видів відмовлень в гіроскопічному вимірюванні вектора кутової швидкості.

The decision of a space vehicle precision orientation task in a nominal mode and in fault mode in angular speed vector gyroscope sensor is considered.

УДК 658.011.56.012:004.94

П. М. Павленко, Н. О. Євдокимова

ФОРМАЛІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ПОБУДОВИ ІНТЕГРОВАНІХ ІНФОРМАЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ

Представлено підхід до побудови інформаційних моделей технологічної підготовки виробництва на основі стандарту ISO 10303. Введені визначення необхідних формальних понять. Наведені практичні рекомендації по розробці автоматизованих систем

© Павленко П. М., Євдокимова Н. О., 2005

ВСТУП

Автоматизація процесів управління технологією підготовкою виробництва (ТПВ) потребує в першу

чергу виявлення функціональних закономірностей, характерних для даного виробництва та формалізації методів представлення необхідної інформації, які будуть максимально відповідати задачам ТПВ. Така формалізація потребує опису потоків інформації, що будуть циркулювати в автоматизованих системах (АС), та вимог з інформаційної інтеграції цих АС. Розглянемо процес формалізації побудови інформаційних моделей АС на основі міжнародного стандарту ISO 10303 STEP [1, 2].

ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Для побудови автоматизованих систем управління, необхідно виділити необхідну і достатню кількість інформації, яка забезпечить задану якість управління ТПВ. Описавши інформацію, яка циркулює в системі та визначивши критерій якості, можна переходити до розробки можливої структури АС. Головним питанням цього етапу є оцінка оптимальної централізації (децентралізації) управління. Під централізацією управління розуміють тенденцію використання єдиної PDM (Product Data Management) системи. У випадку децентралізованої системи обробка інформації здійснюється на місцях та передається в головну PDM-систему. Кожен із цих методів має свої переваги та недоліки. Крім того, враховуємо те, що в умовах сучасних комп'ютеризованих виробництв повинно бути автоматизовано управління розподіленими АС виробничих та інших структурних підрозділів.

Таким чином, однією з задач, які виникають у зв'язку з автоматизацією процесу управління ТПВ є опис та математична формалізація потоків інформації в ТПВ підприємств з різними рівнями деталізації залежно від задач, які буде вирішувати проектована АС. Виходячи з наданих стандартом ISO 10303 можливостей, формалізуємо процес побудови інформаційних моделей та розглянемо варіанти побудови АС на основі цих моделей.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Інтеграція автоматизованих систем ТПВ дозволяє уніфікувати та скоротити інформаційне та програмне забезпечення АС конкретного підприємства і забезпечити значне скорочення міжетапних виробничих затрат часу та фінансів. Для формалізації інформаційних потоків та створення інформаційних моделей об'єктів ТПВ введемо деякі формальні поняття.

Визначення 1. Предметна область O являє собою неструктуровану множину об'єктів в сукупності із значеннями їх властивостей та заданих на цій множині відношень.

Формальний запис цього визначення має вигляд:

$$O \Rightarrow \{N, R, S_n\}, \quad (1)$$

де $N = \{n_1, n_2, \dots, n_m\}$ – множина об'єктів;
 $R = \{r_{n1}, r_{n2}, \dots, r_{nm}\}$ – множина векторів властивостей об'єктів;
 $S_i = S_n(N)$ – множина відношень між об'єктами множини N . Ці відношення можуть бути як бінарними, тобто встановлюватись між двома довільними об'єктами, так і більш складними (типу «один до багатьох», «багато до одного», «багато до багатьох» і т.і.).

Визначення 2. Інформаційна модель (ІМ) являє собою множину понять (сутностей) в сукупності із значеннями їх властивостей (атрибутів) та заданих на цій множині відношень.

Аналогічно попередньому, формальний запис цього визначення:

$$IM = \{P, A, S_p\}, \quad (2)$$

де $P = \{p_1, p_2, \dots, p_q\}$ – множина понять (сутностей);
 $A = \{a_{p1}, a_{p2}, \dots, a_{pq}\}$ – множина векторів властивостей (атрибутів) понять;
 $S_p = S_p(P)$ – множина відношень між поняттями, яка має такі ж властивості, що й множина відношень $S_p(N)$.

Інформаційна модель являється відображенням предметної області з реального світу у світ інформації. Таке відображення буде коректним (адекватним), якщо при розробці моделі виконуються такі умови:

- для будь-якого поняття $p \in P$ існує відповідний йому об'єкт предметної області $n \in N$. Протилежне ствердження несправедливе, так як потужність множини N свідомо більше потужності множини P ;
- будь-якому вектору атрибутів понять $a \in A$ відповідає вектор властивостей об'єкту $r \in R$, протилежне ствердження несправедливе;
- будь-якому відношенню $s_p \in S_p$ між поняттями, які входять до складу моделі ІМ, відповідає відношення $s_n \in S_n$ між об'єктами предметної області O , причому властивості цих відношень еквівалентні.

При автоматизації процесу управління ТПВ необхідно створити інформаційну модель предметної області, для чого:

- формують множину понять, які відображають об'єкти предметної області, необхідні для рішення поставленої задачі;
- формують множину атрибутів понять, які відображають властивості об'єктів предметної області, необхідної для рішення поставленої задачі;
- встановлюють відношення між поняттями, які відповідають відношенням між об'єктами предметної області.

Множини понять і властивих їм атрибутів утворюють базу даних окремої задачі, а множина відношень між поняттями – логічну основу процедур та алгоритмів обробки даних.

Особливість автоматизації управління ТПВ полягає в тому, що інформаційні моделі окремих задач створюються за різними правилами і на різних обчислювальних платформах та ніяк не враховують ту обставину, що множина об'єктів предметної області, яка відноситься до різноманітних операцій та відповідна їм множина понять можуть бути такими, що перетинаються (так як і множина атрибутів). Все це призводить до того, що одна і та ж інформація вимагає перекодування й багато в чому дублюється.

В теперішній час можна навести багато прикладів використання інформаційної інтеграції. Перш за все, як показав аналіз цих процесів, на деяких машинобудівних підприємствах до цього часу більшість чи значна частина етапів проектування та підготовки виробництва використовує тільки окремі моделі проблемної області. Цей варіант передбачає послідовне перетворення інформації від однієї автоматизованої системи до іншої.

Сьогодні основною концепцією інформаційної інтеграції є концепція, яка пропонує набір CALS-технологій інформаційної інтеграції виробничих процесів. Основою цієї технології є створення єдиного сховища даних. Це сховище має інтегровану інформаційну модель та всі дані, які створюються при рішенні окремих задач ТПВ. Такі задачі утворюють нову інформацію, що перетворюється в єдине поняття. Потім для кожної задачі існує два варіанти: працювати безпосередньо з цим поняттям чи зробити конвертор і перетворювати його в свої поняття.

Для ефективної інформаційної інтеграції об'єктів ТПВ необхідно розробляти інформаційні моделі окремих задач на єдиній, стандартизованій методичній та логічній основі, що забезпечується використанням міжнародних стандартів ISO. Розробка інформаційних моделей окремих задач і наступний перехід до інтегрованої моделі передбачає виконання певної послідовності етапів.

Ці етапи вимагають різноманітних часових та матеріальних ресурсів, які завжди обмежені, що, як правило, не дозволяє одночасно вирішувати задачу інформаційної інтеграції в повному об'ємі. В зв'язку з цим, постає задача розробки методики послідовного, поетапного проведення інформаційної інтеграції ТПВ. Така методика повинна забезпечувати повну інформаційну та програмно-апаратну сумісність рішень окремих задач й максимальну ефективність їх впровадження при умові обмежень на ресурси.

Схема побудови інтегрованої моделі ТПВ графічно представлена на рис. 1.

Інтегрована модель ТПВ повинна включати всі необхідні дані інформаційних моделей автоматизованих систем та інформацію про їх взаємозв'язки.

Таким чином, для формалізації основних етапів побудови інтегрованої моделі ТПВ потрібно виконати наступне:

1. Об'єднання інформаційних моделей об'єктів ТПВ в єдину інформаційну модель. У зв'язку з визначенням (2), відповідне перетворення можна формально описати наступним чином:

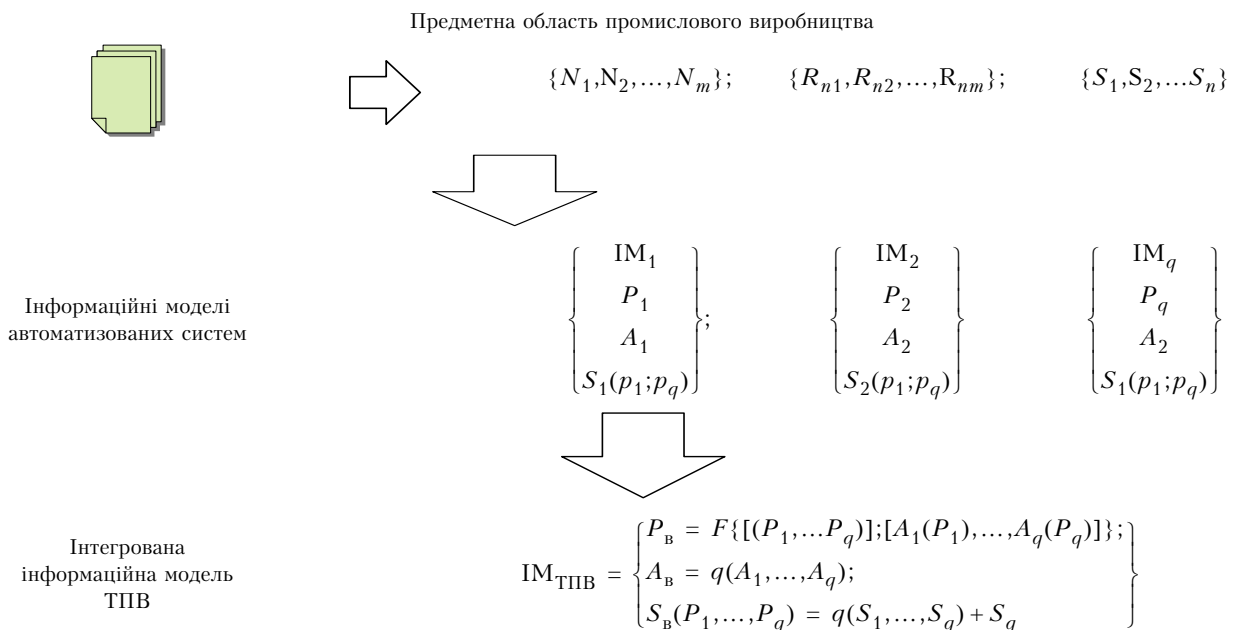


Рисунок 1 – Схема створення інтегрованої інформаційної моделі технологічної підготовки виробництва

$$P_{\text{IM}} = \bigcup_{i=1}^n P_i,$$

$$A_{\text{IM}} = \bigcup_{i=1}^n A_i,$$

$$S_{\text{IM}} = \bigcup_{i=1}^n S_i(P_i) \cup S\left(\bigcup_{i=1}^n P_i\right), \quad (3)$$

де P_{IM} – множина понять єдиної інформаційної моделі; P_i – множина понять i -тої окремої моделі ($i=1, 2, \dots, n$); A_{IM} – множина векторів атрибутів єдиної інформаційної моделі; A_i – множина векторів атрибутів окремої моделі; S_{IM} – множина відношень понять єдиної інформаційної моделі; $S(i)$ – множина відношень між множинами понять окремих моделей. Цей етап інтеграції полягає у створенні структури, яка об'єднує окремі моделі, об'єднує множини понять, атрибутів та відношень, а також визначає відношення між множинами понять окремих моделей.

2. Перетворення інформації із моделей окремих задач в поняття, атрибути та відношення інтегрованої моделі.

Основними методами представлення єдиної інформаційної моделі є:

- реляційна модель (об'єкти описуються кортежами атрибутів);
- об'єктно-орієнтована модель (об'єкти описуються поняттями, зв'язаними відношеннями наслідування), створена за допомогою UML-методології;
- семантична мережа уявлень (атомарна онтологічна модель).

Не дивлячись на те, що онтологічна модель має максимальну гнучкість та здатність до адаптації, з деяких причин, зв'язаних з використанням сучасних технологій програмування, перевага надається об'єктно-орієнтованим моделям даних, створеним за допомогою UML-методології.

Це обумовлено також тим, що основні ідеї об'єктно-орієнтованого підходу реалізуються в базовій серії стандартів CALS – ISO 10303 STEP [2,3]. Одна із таких ідей – використання типових блоків для побудови інформаційних моделей. Типові блоки (типові інформаційні об'єкти) включають властивості (атрибути), спільні для об'єктів, які використовуються в різноманітних окремих задачах:

$$A_{\text{IM}} = \bigcap A_i. \quad (4)$$

Для конкретизації використання цих ресурсів, в моделі окремої задачі введено поняття протоколу застосування, в склад якого входить інтерпретація моделей окремих задач, які відносяться до області дії протоколу.

Для інтеграції інформації між протоколами застосування, в стандарті STEP передбачений метод складових екземплярів, об'єднуючих структуру декількох протоколів застосування:

$$A_{\text{IM}} = \bigcup A_i \setminus \bigcup [A_i \cap (\bigcup A_i)];$$

$$P_{\text{IM}} = \bigcup P_i \setminus \bigcup [P_i \cap (\bigcup P_i)]. \quad (5)$$

Побудова інформаційних моделей, згідно рис. 1, можлива шляхом практичного застосування стандарту STEP, який призначений для побудови моделей. Так, ISO10303 STEP регламентує метод, формат та технологію електронного опису промислового виробу. Стандарт в собі містить:

- спеціальну мову опису даних EXPRESS;
- логічну модель бази даних промислових виробів;
- програмний інтерфейс доступу до бази даних;
- формат обмінного файлу для передачі даних між автоматизованими системами;
- методіку перевірки сумісності програмних систем та сертифікації відповідності вимогам стандарту.

Множину томів STEP можна розділити на теми, які забезпечують інструмент опису предметних областей та теми, які описують конкретні області. До основних відносяться теми, які вміщують прикладні протоколи, тобто опис предметних областей. Всі інші теми – це засоби для досягнення наступних цілей:

- створення прикладних протоколів (методи опису та ресурси);
- створення моделей та обміну даними про моделі (методи реалізації);
- перевірка відповідності прикладних систем стандарту (методи тестування та друкування текстів).

Основна вимога, пов'язана з використанням стандартів STEP, складається у формуванні інтегрованої інформаційної моделі в формі одного чи кількох стандартних прикладних протоколів. Але один прикладний протокол, регламентований стандартами ISO 10303, не дозволяє вирішити задачу інформаційної інтеграції для кількох етапів життєвого циклу промислового виробу. Рішенням є побудова (в термінах стандарту) системи управління інформацією про виробу (PDM-системи) підприємства чи корпорації, яка має інтерфейс до ряду стандартних прикладних протоколів.

Схематично процес побудови такої PDM-системи подано на рис. 2.

ВИСНОВКИ

Таким чином, проведений аналіз можливостей міжнародного стандарту ISO 10303 та формалізація на цій основі процесу побудови інтегрованих інформаційних

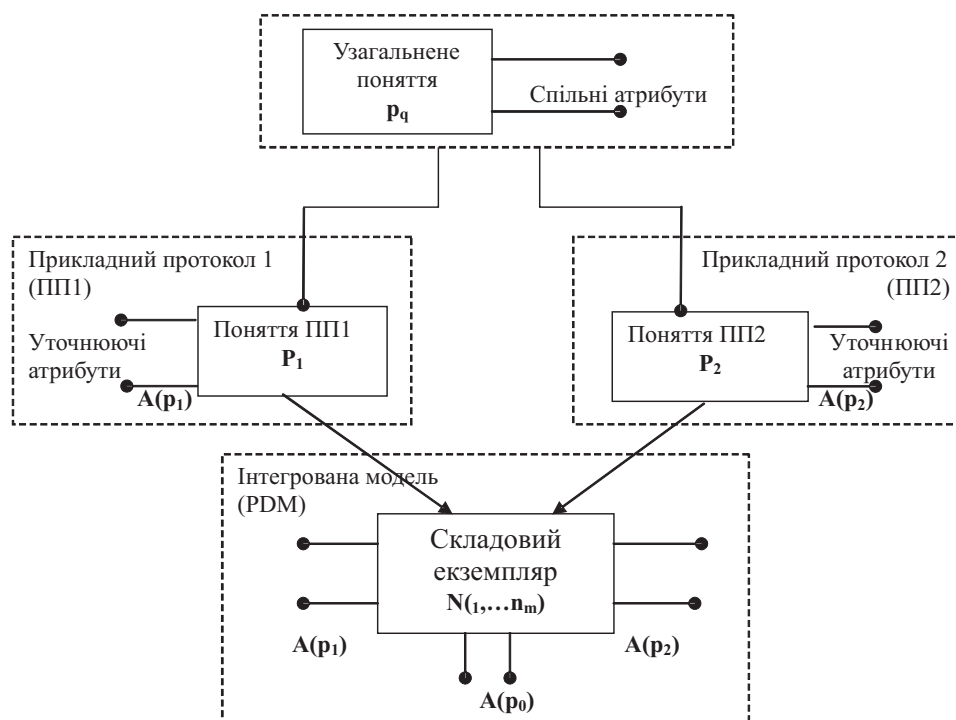


Рисунок 2 – Схема створення PDM-системи на основі стандарту STEP

моделей показав, що побудова управління технологічною підготовкою виробництва повинна базуватись на розробці (або використанні існуючих) PDM-систем. В якості базової PDM-системи може бути використана, наприклад, система SmarTeam (розробник корпорація IBM/Dassault Systemes), яка є універсальною до предметної області як ТПВ, так і іншого об'єкту автоматизації.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Дмитров В. И., Макаренков Ю. М. Аналитический обзор международных стандартов ISO 10303 STEP // САПР и графика. – 1997. – № 11. – С. 6–11.
2. Колчин А. Ф., Овсянников М. В., Стрекалов А. Ф., Сумароков С. В. Управление жизненным циклом продукции. – М. Анахарсис, 2002. – 304 с.

3. Danner William F. Developing Aps using the architecture and methods of STEP: Fundamentals of the STEP methodology // ISO TC184/SC4/WG10. – 1997. – January. – № 87. – P. 10–33.

Надійшла 14.03.05

Після доробки 25.10.05

Представлен подход к построению информационных моделей технологической подготовки производства на основе стандарта ISO 10303. Введено определение необходимых формальных понятий. Приведенные практические рекомендации по разработке автоматизированных систем.

The approach to construction of information models of technological preparation of manufacture is submitted on the basis of the standard ISO 10303. Is entered definition of necessary formal concepts. The given practical recommendations for development of the automated systems.