

**ІНФОРМАЦІЙНО-ДІАГНОСТИЧНІ СИСТЕМИ**

УДК 65.011.56.012:004(045)

<sup>1</sup>**В.П. Бабак**, чл.-кор. НАН України<sup>2</sup>**П.М. Павленко**, канд. техн. наук**МЕТОДОЛОГІЧНІ ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА**

Інститут інформаційно-діагностичних систем НАУ

e-mail: <sup>1</sup>bvp@nau.edu.ua; <sup>2</sup>petrpav@nau.edu.ua

*Проведено аналіз основних факторів, які потрібно враховувати при побудові автоматизованих систем. Сформульовано базові принципи побудови автоматизованих систем технологічної підготовки виробництва.*

**Вступ**

Найважливішим із етапів життєвого циклу виробу є технологічна підготовка виробництва (ТПВ), рівень якої багато в чому визначає якість вироблюваної продукції, термін її виходу на ринок та конкурентоспроможність підприємства в цілому. Велика увага завжди приділялась як питанням розробки автоматизованих систем ТПВ (АСТПВ), так і їх впровадженню.

**Аналіз досліджень**

Автоматизовані системи ТПВ почали створюватися ще в шістдесятих роках двадцятого століття. У розробці теоретичних основ побудови АСТПВ і досягненні практичних результатів велика роль належить ученим С.П. Митрофанову, В.І. Аверченкову, Г.К. Горанському, Н.М. Капустіну, Д.Д. Куликову, В.В. Павлову, Б.С. Падуну, В.Д. Цветкову та багатьом іншим.

Однак обчислювальна база, на якій будувалися АСТПВ до початку дев'яностих років, відрізнялася вкрай малою за сьогоднішніми вимогами швидкодією і невеликими обсягами оперативної і зовнішньої пам'яті, практично не мала можливостей роботи в ітеративному графічному режимі, не дозволяла здійснити ефективну організацію обчислювальних мереж тощо.

У цих умовах був вироблений ряд принципів, на основі яких будувалися АСТПВ і які були орієнтовані на побудову складних програмних систем з урахуванням інструментальних засобів, що існували на той час [1].

Вони залишаються актуальними і сьогодні, однак не дають відповіді на питання: як потрібно будувати АСТПВ в сучасних умовах з урахуванням радикальних змін, що відбулися в промисловому виробництві, і як використовувати можливості нових інформаційних технологій.

Сьогодні існує велика кількість наукових праць, присвячених загальній концепції автома-

тизації промислового виробництва і загальній методології інженерної діяльності, серед яких можна виділити роботи Р.Т. Абдрашитова, В.Г. Колосова, І.Л. Туккеля, А.І. Левина, Є.В. Судова, І.П. Норенкова, Г.Б. Євгенєва, Г. Шу, К. Милларг, А. Горансон [2; 3].

Однак в них відсутнє детальне дослідження конкретної предметної області – технологічної підготовки виробництва.

Сучасні інформаційні технології дають розробникам автоматизованих систем нові можливості. Глобальні зміни в промисловому виробництві ставлять перед ними нові вимоги, тому необхідно встановити методологічні принципи побудови АСТПВ з урахуванням не тільки нових базових засобів автоматизації, а й нових методів створення складних інформаційних систем.

Не менш важливо також виявити вплив процесів глобальної трансформації виробництва на методи і засоби автоматизації ТПВ.

Дослідження цих питань дозволить побудувати методологічну базу для створення АСТПВ в сучасних умовах та забезпечити підвищення ефективності технологічної підготовки виробництва.

**Результати досліджень**

За останні десять–п'ятнадцять років методи побудови автоматизованих систем отримали кардинальні зміни. Ці зміни обумовлені розвитком інформаційних технологій, які базуються на сучасних комп'ютерних і комунікаційних засобах.

Інтегрованим результатом змін, що відбулися, є глобалізація. Тому для аналізу основних факторів, які потрібно врахувати під час побудови АСТПВ, будемо використовувати термін “глобальні” фактори.

На наш погляд, до таких глобальних факторів, крім методології побудови системи, варто

віднести характеристики автоматизованої предметної області та інструментальні засоби, які використовуються (рис. 1).

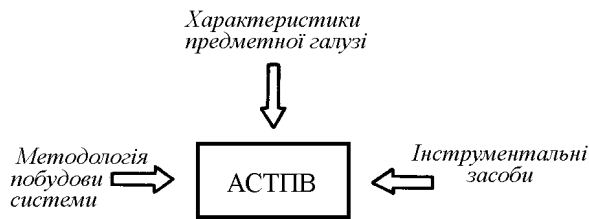


Рис. 1. Глобальні фактори, що враховуються при створенні АСТПВ

Справді, будь-яка інформаційна система за будовою істотно залежить від характеристик того об'єкта, для автоматизації якого вона призначена.

Внаслідок великої розвиненості і різноманітності інструментальні засоби значно впливають на предметну область підготовки виробництва. Системи класів CAD/CAM/CAE/PDM є базовими інструментальними засобами побудови АСТПВ. Ці засоби одночасно є елементами PLM-рішень (Product Life-cycle Management), що реалізують CALS стратегії (Computer-Aided Acquisition and Lifecycle Support) єдиної інформаційної підтримки етапів життєвого циклу виробів.

Таким чином, проектована АСТПВ є функцією трьох глобальних факторів:

$$A = F(Q, M, S),$$

де  $A$  – АСТПВ;  $Q = q_1, q_2, \dots, q_K$  – вектор характеристик предметної області;  $M = m_1, m_2, \dots, m_L$  – вектор характеристик обраної методології побудови інформаційних систем;  $S = s_1, s_2, \dots, s_N$  – вектор характеристик використовуваних інструментальних засобів.

Конкретизуємо вектори характеристик зазначених глобальних факторів, важливих для побудови АСТПВ. До характеристик (локальних факторів) предметної області відносяться такі:

1) фактор  $q_1$  – швидка змінюваність виробів і участь замовника у формуванні технічних вимог;

2) фактор  $q_2$  – проектування і підготовка виробництва нових виробів у середовищі віртуального підприємства;

3) фактор  $q_3$  – можливість швидкої передачі процесів ТПВ і процесів виготовлення виробів з одного підприємства на інше;

4) фактор  $q_4$  – швидка змінюваність інженерно-технічного персоналу в сфері проектування і підготовки виробництва;

5) фактор  $q_5$  – системна спеціалізація підприємств, які випускають нові вироби;

6) фактор  $q_6$  – можливість віддаленого доступу підприємств-субпідрядників до обчислювальних ресурсів головного підприємства;

7) фактор  $q_7$  – можливість доступу віддаленого замовника до інформаційних ресурсів реалізованого проекту за умови захисту конфіденційної організаційної і технічної інформації.

Розглянуті фактори не є деякою сукупністю вихідних даних – у цьому разі проблема автоматизації ТПВ була б уже вирішена. Вони являють собою тенденції розвитку сучасного виробництва, що, з одного боку, обумовлені розвитком нових інформаційних технологій, а з другого боку, змушують інформаційні технології вдосконалюватися в даному напрямі. Виходячи з цього, зазначені фактори повинні враховуватися під час побудови АСТПВ.

Як загальну методологію побудови складної інформаційної системи АСТПВ будемо використовувати розроблену компанією Rational Software Corporation методологію RUP (Rational Unified Process), що підтримує ітеративний процес створення складної інформаційної системи на базі об'єктно-орієнтованого підходу з використанням діаграм UML (Unified Modeling Language) для візуального моделювання предметної області [4].

Таким чином, факторами методології побудови складної інформаційної системи АСТПВ можна вважати такі:

1) фактор  $m_1$  – представлення статичної моделі предметної області ТПВ у вигляді системи класів і підкласів об'єктів;

2) фактор  $m_2$  – візуальне моделювання бізнес-процесів ТПВ у прийнятій у RUP нотації (функціональні діаграми UML);

3) фактор  $m_3$  – ітеративний характер побудови АСТПВ відповідно до принципів об'єктно-орієнтованого підходу.

Інструментальні засоби, які використовуються під час побудови АСТПВ, визначаються застосовуваними PLM-рішеннями, які, у свою чергу, є програмними засобами підтримки стратегій CALS. Ці PLM-рішення являють собою комплекс високорозвинених, інформаційно сумісних (інтегрованих) CAD/CAM/CAE/PDM-систем.

Аналіз можливостей існуючих PLM-рішень незалежно від їх конкретного варіанту дозволяє виявити ряд факторів, що істотно впливають на архітектуру створюваної АСТПВ:

1) фактор  $s_1$  – організація єдиного інформаційного простору засобами PDM-системи з метою забезпечення ефективної спільної погодженої роботи конструкторів, технологів та інших фахівців ТПВ;

2) фактор  $s_2$  – центральна роль тривимірної моделі (3D моделі) створюваного виробу, яка розробляється в CAD-системі і є джерелом геометричної інформації для всіх головних задач ТПВ (проектування нестандартного обладнання, оснастки, технологічних процесів, керуючих програм для верстатів з числовим програмним керуванням (ЧПК) та ін.);

3) фактор  $s_3$  – можливість віртуального моделювання технологічних процесів (засобами САМ- і САЕ-систем) з метою їхнього контролю, зменшення вартості і термінів проектування складної формоутворювальної оснастки;

4) фактор  $s_4$  – можливість формалізації і наступного використання корпоративних знань з метою поліпшення якості і скорочення термінів проектування, зменшення залежності служб ТПВ від невеликої кількості висококваліфікованих кадрів;

5) фактор  $s_5$  – відкритість архітектури PLM-рішень і наявність засобів розробки додатків, що дає можливість виконувати адаптацію систем до умов конкретного підприємства і реалізовувати ті проектні процедури ТПВ, які не підтримуються стандартними можливостями PLM-рішень.

Переходячи від факторів, важливих для побудови архітектури АСТПВ, до основних принципів побудови АСТПВ, зазначимо, що кожний з цих принципів обумовлюється сукупністю ряду факторів, які належать одночасно **Q**, **M** і **S**. Причина цього полягає в тому, що зміни в сучасному виробництві одночасно є наслідком розвитку інформаційних технологій (що включають як методології побудови інформаційних систем, так і набір інструментальних засобів класу CAD/CAM/CAE/PDM) і причиною, що впливає на розвиток цих технологій. Така ж сама взаємозалежність спостерігається між самими методами побудови інформаційних систем і розвитком зазначених інструментальних засобів (рис. 2).

Унаслідок цього встановити чітку логічну залежність того чи іншого принципу від конкретного фактору неможливо.

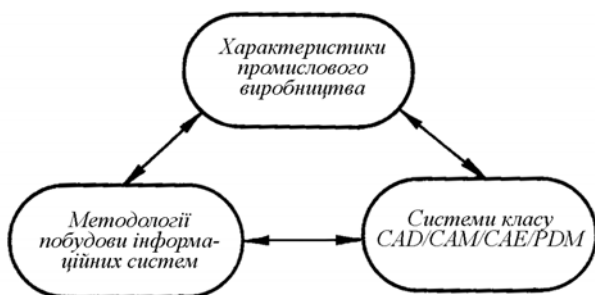


Рис. 2. Взаємозалежність між глобальними факторами

Аналіз показує, що можна виділити п'ять головних принципів побудови АСТПВ з урахуванням сучасних тенденцій розвитку промислового виробництва і нових інформаційних технологій.

1. Організація роботи конструкторів, технологів та інших фахівців в єдиному інформаційному просторі ТПВ. Єдиний інформаційний простір ТПВ реалізується засобами PDM-системи, використовує як платформи мережу автоматизованих робочих місць і дозволяє:

- приймати і зберігати проект виробу в електронному вигляді;
- ефективно відслідковувати поточний стан ТПВ виробу;
- забезпечувати цілісність, несуперечність і відсутність дублювання даних;
- організувати швидкий авторизований перегляд усіх моделей і документів;
- забезпечувати оперативний обмін інформацією між користувачами АСТПВ;
- забезпечувати швидке проходження конструкторських і технологічних змін;
- автоматизувати процеси керування потоками виробничих завдань у сфері ТПВ;
- забезпечувати інформаційну узгодженість роботи всіх підсистем АСТПВ;
- підтримувати відкритість АСТПВ, зручність адаптації до мінливих умов виробництва;
- забезпечувати інформаційний обмін із системами, що виконують підтримку різних етапів життєвого циклу виробу.

Єдиний інформаційний простір містить:

- інформацію про деталі і складальні одиниці виробу;
- інформацію про технологічні процеси виготовлення виробу;
- інформацію про обладнання, засоби технологічного оснащення;
- нормативно-довідкову інформацію;
- планово-облікову інформацію.

Єдиний інформаційний простір (ЄІП) являє собою основу АСТПВ, тому що в його середовищі реалізуються і цільові, і власні функції АСТПВ.

Цільові функції відповідають тим завданням, для рішення яких створюється АСТПВ, а власні функції – завданням, що повинні вирішуватися в АСТПВ для забезпечення цільових функцій [5].

2. Використання об'єктно-орієнтованої моделі технологічної підготовки виробництва. Об'єктно-орієнтований підхід забезпечує гнучкість створюваної системи, зручність її модифікації і розвитку, а це сприяє врахуванню таких факторів, як швидка змінюваність виробів і швидка передача процесів ТПВ та виготовлення виробів з одного підприємства на інше.

Використання об'єктно-орієнтованої моделі прискорює сам процес створення АСТПВ за рахунок ітеративного характеру процесу розробки.

3. Орієнтація на нові організаційні форми технологічної підготовки виробництва. Варто враховувати можливість підготовки виробництва на основі сучасних форм кооперації з іншими підприємствами (у середовищі розширеного підприємства) при використанні ними ЄП ТПВ. Урахування нових організаційних форм ТПВ дозволить забезпечити ефективну взаємодію головного підприємства з замовниками, постачальниками і субпідрядниками і тим самим скоротити терміни випуску нового виробу.

4. Урахування центральної ролі 3D моделі виробу.

Тривимірна комп'ютерна модель виробу є джерелом інформації для рішення всіх головних проектних задач ТПВ, таких, як проектування нестандартного обладнання, оснастки, технологічних процесів, керуючих програм для верстатів з ЧПК та ін. Урахування центральної ролі 3D моделі виробу дозволяє правильно побудувати об'єктно-орієнтовану модель предметної області та оптимально організувати бізнес-процеси ТПВ у середовищі як звичайного, так і віртуального підприємства.

5. Використання PLM-рішень як інструментальних засобів. На відміну від періоду створення перших АСТПВ сьогодні немає необхідності програмувати всю систему з нуля, використовуючи лише такі інструментальні засоби, як високорівневі мови програмування і системи керування базами даних. PLM-рішення на базі CAD/CAM/CAE/PDM-систем надають могутній набір засобів для організації ЄП, керування процесами ТПВ, автоматизації конструкторсько-технологічного проектування, інженерного аналізу і моделювання технологічних процесів, розробки керуючих програм для обладнання з ЧПК.

Використання PLM-рішень багато в чому зводить задачу побудови АСТПВ до правильного вибору і конфігурування інструментальних засо-

бів, їхньої адаптації до умов конкретного підприємства, створенню баз даних і баз знань, розробки необхідних додатків, визначенню числа і видів автоматизованих робочих місць, організації бізнес-процесів ТПВ із використанням механізмів керування потоками виробничих завдань (workflow).

### Висновки

На базі аналізу та з урахуванням тенденцій розвитку сучасного виробництва і характеристик нових інформаційних технологій виявлено ряд головних принципів побудови АСТПВ, до яких належать: організація єдиного інформаційного простору ТПВ, використання об'єктно-орієнтованої моделі ТПВ, орієнтація на нові організаційні форми ТПВ, урахування центральної ролі 3D моделі виробу, використання PLM-рішень як інструментальних засобів.

Ці методологічні принципи покладені в основу створеної АСТПВ на базі PDM-системи SmartTeam [5].

### Список літератури

1. Митрофанов С.П., Куликов Д.Д., Миляев О.Н., Падун Б.С. Технологическая подготовка гибких производственных систем / Под общ. ред. С.П. Митрофанова. – Л.: Машиностроение, 1987. – 352 с.
2. Норенков И.П., Кузьмик П.К. Информационная поддержка наукоемких изделий. CALS-технологии. – М.: МВТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 320 с.
3. Schuh G., Millarg K., Goransson A. Virtual Fabrik: neue Marktchancen durch dynamische Netzwerke. – Munchen, Wien: Carl Hanser Verlag, 1998.
4. Кватрани Т. Rational Rose 2000 и UML. Визуальное моделирование: Пер. с англ. – М.: ДМК, 2001. – 176 с.
5. Бабак В.П., Павленко П.М., Руденко П.О. Методи і технології автоматизації технічної підготовки виробництва промислових підприємств // Вісн. НАУ. – 2004. – №2. – С. 3–7.

Стаття надійшла до редакції 21.02.05.

В.П. Бабак, П.Н. Павленко

Методологические принципы построения автоматизированной системы технологической подготовки производства

Проведен анализ основных факторов, которые нужно учитывать при построении автоматизированных систем. Сформулированы базовые принципы построения автоматизированных систем технологической подготовки производства.

V.P. Babak, P.N. Pavlenko

Methodological principles of construction of the automated system of technological preparation of manufacture

The analysis of major factors is submitted which need to be taken into account at construction of the automated systems. The base principles of construction of the automated systems of technological preparation of manufacture are formulated.