

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»

М.В. Замірець, В.М. Ілюшко, С.Ю. Мелешенко,  
К.Л. Максимова, З.В. Плотнікова, В.В. Рикова

**CALS-ТЕХНОЛОГІЇ В ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ЖИТТЄВОГО  
ЦИКЛУ ЕЛЕКТРОННИХ ЗАСОБІВ**

Частина 1

Навчальний посібник

Харків «ХАІ» 2005

УДК 681.518.5:681.2

CALS-технології в забезпеченні життєвого циклу електронних засобів:  
Ч. 1 / М.В. Замірець, В.М. Ілюшко, С.Ю. Мелешенко, К.Л. Максимова,  
З.В. Плотнікова, В.В. Рикова. – Навч. посібник. – Харків: Нац.  
аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2005. – 110 с.

Посібник складено із розділів, що містять основні положення CALS-технологій, передумови їх упровадження, відомості про CALS-стандарти й інтегроване інформаційне середовище, проблеми та задачі розвитку CALS-технологій. Розглянуто CALS-проекти, що існують у світі, питання структурно-методичної організації впровадження CALS-технологій, завдання забезпечення інформаційної безпеки в CALS-системах.

Для студентів факультету радіотехнічних систем літальних апаратів.

Іл. 26. Табл. 11. Бібліогр.: 39 назв

Рецензенти: д-р техн. наук, проф. В.А. Краснобаєв,  
канд. техн. наук, доц. О.В. Чечуй

© Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут», 2005 р.

## УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

АІС – автоматизована інформаційна система  
АЛП – аналіз логістичної підтримки  
БД – бази даних  
ВП – віртуальне підприємство  
ЕРВ – електрорадіовироби  
ЕМВ – електронна модель виробу  
ЕЦП – електронний цифровий підпис  
ЄІП – єдиний інформаційний простір  
ЖЦ – життєвий цикл  
ЗБД – загальна база даних  
ІБ – інформаційна безпека  
ІІС – інтегроване інформаційне середовище  
ІТ – інформаційні технології  
ІЛП – інтегрована логістична підтримка  
ІР – інтегровані ресурси  
НД – нормативні документи  
ПЗ – програмне забезпечення  
ПП – попереднє повідомлення  
САПР – системи автоматизованого проектування  
СМЯ – система менеджменту якості

## ВСТУП

Сьогодні на світовому ринку користуються попитом проекти США, що одержали назву CALS-технології. Дані проекти являють собою сучасну організацію процесів розробки, виробництва, післяпродажного сервісу, експлуатації виробів шляхом інформаційної підтримки процесів їхнього життєвого циклу (ЖЦ) і безпаперового електронного обміну даними. Ефективність і якість діяльності реалізується за рахунок прискорення процесів дослідження та розробки продукції, надання виробу нових властивостей, скорочення витрат у процесах виробництва й експлуатації продукції, підвищення рівня сервісу в процесах її експлуатації і технічного обслуговування.

Головний принцип CALS-технологій: інформація, яка один раз виникла на будь-якому етапі ЖЦ, зберігається в інтегрованому інформаційному середовищі (ІІС) і стає доступною всім учасникам цього й іншого етапів (відповідно до наявного в них права користування цією інформацією). Це дозволяє уникнути дублювання, перекодування, несанкціонованих змін даних, а також помилок, пов'язаних з цими процедурами, скоротити витрати праці, часу і фінансових ресурсів. При цьому учасники інформаційної взаємодії можуть бути територіально розділені один від одного і знаходитися в різних містах і навіть державах, а інформація, що спільно використовується (в основному через Інтернет), може бути дуже різномірною.

З точки зору будь-якого учасника ЖЦ продукції (користувача інформаційних систем) ця задача зводиться до простої формули: одержувати для подальшої обробки необхідну інформацію в потрібний час, у потрібному вигляді, у конкретному місці комп'ютерної мережі підприємства.

На відміну від паперового документообігу та найпростіших форм електронного документообігу, оснований на використанні електронних образів паперових документів, у рамках CALS мова йде про використання інтегрованих інформаційних моделей (баз даних) продукції та процесів - сутностей, що не мають прямих аналогів у традиційному паперовому документообігу.

У сучасних умовах CALS-технології є найважливішим інструментом підвищення ефективності бізнесу, конкурентоспроможності й привабливості продукції. CALS-технології активно застосовуються, насамперед, при розробці та виробництві складної наукоємної продукції, створюваної інтегрованими промисловими структурами, що складаються з НДІ, КБ, основних підрядників, субпідрядників, постачальників готової продукції, споживачів, підприємства технічного обслуговування, ремонту та утилізації продукції.

Закордонний досвід показує, що шлях від усвідомлення необхідності

використання CALS-технологій до отримання реальних результатів їх впровадження займає 8-10 років. Застосування CALS-технологій знижує в середньому на 30 % собівартість продукції, підвищуючи при цьому її якість.

У галузі цивільного впровадження CALS-технологій у світі й в Україні лідирують аерокосмічна й атомна промисловості, автомобіле- і суднобудування.

Для виробництва спеціальних електронних засобів впровадження CALS-технологій особливо актуальне. Передові закордонні фірми розглядають роботу в цьому напрямку як діючий засіб обмеження доступу на міжнародний ринок наукоємної продукції тих країн, що не зуміють вчасно освоїти відповідні міжнародним вимогам безпаперові електронні технології. У найближчі кілька років світовий ринок наукоємних технологій так само, як ринок промислової кооперації, цілком перейде на стандарти CALS.

## **1. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ CALS-ТЕХНОЛОГІЙ**

### **1.1. Терміни, поняття та визначення**

Оскільки в Україні не гармонізовані міжнародні CALS-стандарти, основні терміни, поняття та визначення регламентовані згідно з розробленими у Росії Рекомендаціями зі стандартизації "Інформаційні технології підтримки життєвого циклу продукції. Термінологічний словник" (Р 50.1.031-2001) [1].

Ці рекомендації містять основні терміни і визначення, що відносяться до стадій ЖЦ виробу. Рекомендації розроблені на основі державних стандартів серії ГОСТ Р ІСО 10303, а також документів: DEF STAN 00-60 Integrated Support, MIL-Std-2549 Configuration Management Data Interface, CIMdata Glossary, Glossary of Product Data Management Related Terms.

При доборі термінів і формулюванні їхніх визначень було прийнято до уваги, що ідеологія, методологія та інформаційні технології (ІТ) підтримки ЖЦ продукції базуються на уявленнях про єдине (інтегроване) інформаційне середовище підприємства, в якому формуються та використовуються різноманітні інформаційні об'єкти. Ці об'єкти описують виріб на всіх стадіях його ЖЦ (від проектування до утилізації), технологічне середовище підприємства, процеси взаємодії підприємства з іншими суб'єктами виробничо-господарської діяльності і т.д. У зв'язку з цим тлумачення термінів подано з позицій використання зазначених інформаційних технологій, а також з урахуванням вимог міжнародних стандартів ІСО.

Установлені в рекомендаціях терміни розташовані в систематизованому порядку, що відбиває систему понять в області ІТ підтримки ЖЦ продукції.

*Безупинна інформаційна підтримка ЖЦ продукції* (Continuous Acquisition and Life-Cycle Support; CALS) - концепція та ідеологія інформаційної підтримки ЖЦ продукції на всіх його стадіях, основана на використанні єдиного інформаційного простору (ЄІП), що забезпечує однакові способи інформаційної взаємодії всіх учасників цього циклу: замовників продукції (включаючи державні установи й відомства), постачальників (виробників) продукції, експлуатаційного та ремонтного персоналу, реалізована за допомогою нормативних документів (НД), що регламентують правила зазначеної взаємодії переважно за допомогою електронного обміну даними.

*Технології безупинної інформаційної підтримки ЖЦ продукції* (CALS-technology) - інформаційні технології опису виробів, виробничого середовища і процесів, що відбуваються у цьому середовищі. Дані, що породжуються і перетворюються цими ІТ, подаються у вигляді, обумовленому НД інформаційної підтримки ЖЦ продукції, і служать для обміну або спільного використання різними учасниками ЖЦ продукції.

*Нормативні документи інформаційної підтримки ЖЦ продукції* (CALS-standards) – це документи, що описують правила електронного подання даних про вироби, середовище та процеси, і правила обміну цими даними.

*Логістика* (logistic) - наука про методи і способи управління матеріальними та інформаційними потоками у виробництві та бізнесі; зокрема, вивчає процеси планування, контролю і управління транспортуванням, складуванням, переробкою та іншими операціями в процесі доставки готової продукції споживачу.

*Система* (system) – велика кількість (сукупність) матеріальних об'єктів (елементів), у тому числі різної фізичної природи, та інформаційних об'єктів, які взаємодіють між собою для досягнення загальної мети, що має системну властивість (властивості), тобто властивість, яку має кожний із елементів і кожна із підмножин елементів при будь-якому способі членування. Системна властивість не виведена безпосередньо з властивостей елементів і частин.

*ЖЦ виробу* (life cycle) - сукупність етапів, через які проходить виріб за час свого існування: маркетингові дослідження, складання технічного завдання, проектування, технологічна підготовка виробництва, виготовлення, постачання, експлуатація, ремонт, утилізація.

*Інтегроване інформаційне середовище* (integrated information environment; ІІЕ) - сукупність розподілених баз даних (БД), які містять відомості про вироби, виробниче середовище, ресурси і процеси підприємства, що забезпечує коректність, актуальність, схоронність і доступність даних тим суб'єктам виробничо-господарської діяльності, які беруть участь у здійсненні ЖЦ виробу (далі - суб'єкти виробничо-

господарської діяльності) і яким це необхідно і дозволяється. Усі відомості (дані) у ІІС зберігаються у вигляді інформаційних об'єктів.

*Інформаційний об'єкт* (information object) - сукупність даних і програмного коду, що має властивості (атрибути) і методи, які дозволяють певним чином обробляти дані. Це самостійна одиниця застосування та збереження в ІІС.

*Клас інформаційних об'єктів* (class of information objects) – інформаційний об'єкт, властивості якого визначені, але їм не присвоєні конкретні значення. Клас може породжувати екземпляри, що успадковують його властивості та методи.

*Інформаційна взаємодія* (information interaction) - спільне використання даних, що знаходяться в ІІС, і обмін даними, який здійснюється суб'єктами виробничо-господарської діяльності, відповідно до встановлених правил.

*Спільне використання даних* (joint data using) - незалежне звертання суб'єктів виробничо-господарської діяльності до інформаційного об'єкта, що знаходиться в ІІС, з метою їхнього використання в додатках або модифікації відповідно до встановлених правил.

*Обмін даними* (data exchange information interaction and data exchange rules) відбувається згідно з ГОСТ Р ІСО 10303-1.

*Правила інформаційної взаємодії та обміну даними* - правила, що регламентують для суб'єктів виробничо-господарської діяльності: доступ до інформаційного об'єкта; право його модифікації; право на включення нового інформаційного об'єкта в ІІС; протоколи передачі даних по каналах зв'язку; умови захисту інформації в ІІС; структуру та форму обмінного файлу та ін.

*Загальна база даних про вироби* (ЗБДВ) (common product data base; CPDB) - частина ІІС - сховище інформаційних об'єктів, що містять у довільному форматі інформацію, необхідну для випуску і підтримки технічної документації, необхідної на всіх стадіях ЖЦ виробу, для всіх виробів, що випускаються підприємством. Кожен інформаційний об'єкт у ЗБДВ ідентифікується унікальним кодом і може бути витягнутий із ЗБДВ для виконання дій з ним. ЗБДВ забезпечує інформаційне обслуговування та підтримку діяльності: замовників (власників) виробу; розробників (конструкторів), технологів, управлінського та виробничого персоналу підприємства-виробника; експлуатаційного й ремонтного персоналу замовника. ЗБДВ може складатися з декількох розділів:

- нормативно-довідкового;
- довгострокового;
- актуального.

*Загальна база даних про підприємство* (common enterprise data base) - частина ІІС - сховище інформаційних об'єктів, що містять у

довільному форматі дані про фінансово-економічний стан підприємства, його зовнішні зв'язки, виробничо-технологічне середовище, що діє на підприємстві, про системи якості та ін.

*Електронне сховище (vault)* - область збереження ІІС. У сховищі знаходяться або інформаційні об'єкти, або інформація про шляхи доступу до них. Інформація в електронних сховищах контролюється на основі спеціальних правил і процесів, що породжуються ними.

*Електронний цифровий підпис (ЕЦП) (digital signature)* - спеціальний криптографічний засіб забезпечення дійсності, цілісності та авторства електронного документа. ЕЦП пов'язує зміст документа та ідентифікатор особи, що підписує, і унеможливорює зміну документа без порушення справжності підпису. Формування ЕЦП електронного документа або пакета документів (файла або файлів) при їх підготовці та передачі, а також перевірка наявності і справжності підпису забезпечуються спеціальними програмними засобами.

*Загальне моделювання виробу (total product modelling)* - повний, всебічний опис як самого виробу (склад і структура, геометричні твердотільні моделі систем автоматизованого проектування (САПР), кінцевоелементні та інші моделі для розрахунків), так і технологічних прийомів його виробництва, особливостей функціонування, режимів експлуатації та ін.

*Бізнес-процес (business-process)* – сукупність операцій, що виконуються послідовно або/і паралельно, які перетворюють матеріальний або/і інформаційний потоки у відповідні потоки з іншими властивостями. Бізнес-процес протікає відповідно до управління директивами, що розробляються згідно з метою діяльності. Протягом бізнес-процесу використовуються фінансові, енергетичні, трудові і матеріальні ресурси, а також застосовуються обмеження з боку інших процесів і зовнішнього середовища. Окремими випадками бізнес-процесів є організаційно-ділові, технологічні та інші процеси.

*Маркетинг (marketing)* - систематична робота з вивчення ринків збуту та вимог споживачів до продукції підприємства; умов експлуатації продукції підприємства; постачальників матеріальних ресурсів, їхніх можливостей щодо якості та дисципліни постачань і т.д.

*Витрати на ЖЦ виробу (life cycle cost; LCC)* - сумарні витрати на придбання, модернізацію, експлуатацію й обслуговування виробу протягом усього його ЖЦ. Точне математичне визначення витрат на ЖЦ виробу змінюється залежно від використовуваної моделі ЖЦ. Ця модель має бути узгоджена всіма сторонами, що беруть участь у проекті.

*Інтегрована логістична підтримка (ІЛП) (integrated logistic support; ILS)* - методика управління, спрямована на оптимізацію витрат протягом ЖЦ виробу. Вона містить елементи впливу на процес проектування виробу з метою визначення умов протікання



поствиробничих стадій ЖЦ виробу, виконання яких забезпечить максимальну підтримку виробу в період експлуатації.

*Постпроектне обслуговування* (post design services) - робота над розвитком виробу, що починається після вводу його в експлуатацію з метою гарантованого тривалого виконання виробом вимог затвердженої специфікації або технічного завдання.

*Утилізація* (disposal) - ліквідація виробу з перетворенням вхідних у нього компонентів у вторинну сировину (з дотриманням екологічних вимог), що супроводжується виключенням усіх стосовних до екземпляра виробу інформаційного об'єкта із ІІС, що ліквідується.

*Інтерактивне електронне технічне керівництво* (interactive electronic technical manual; IETM) - комплекс взаємозалежних інформаційних об'єктів, що містить дані, необхідні обслуговуючому персоналу при експлуатації і ремонті виробу. Призначено для відображення необхідних даних (довідкової та описової інформації) в інтерактивному режимі на електронному дисплеї.

## **1.2. Концепція CALS**

CALS - це концепція інформаційної підтримки наскрізного інформаційного забезпечення процесів ЖЦ виробу. Спочатку під CALS розумілася правильна організація закупівель, постачань і експлуатації військової техніки, а концепція логістичної підтримки базувалася на комп'ютерних ІТ, що розвиваються (саме тому перші дві букви аббревіатури СА означають Computer-Aided), з метою послідовного перетворення бізнес-процесів у єдиний автоматизований і інформаційно-інтегрований процес управління ЖЦ. Наступна еволюція цієї концепції привела до інтеграції процесів усього ЖЦ виробу і тому стала інтерпретуватися спочатку як Computer-Aided Acquisition and Lifecycle Support, а зараз трактується як Continuous Acquisition and Lifecycle Support, що означає безперервний збір інформації про виріб і інформаційну підтримку процесів ЖЦ виробу.

Для реалізації цієї концепції створюється методологічна база з використанням існуючих і розробкою нових стандартів. Про підтримку даної концепції заявили багато відомих виробників програмного забезпечення (ПЗ), включивши інтерфейси за рядом таких стандартів у свої продукти. Відповідно до цих стандартів стали використовуватися численні системні та прикладні ІТ, орієнтовані на всебічне охоплення різноманітних форм електронного подання моделей етапів ЖЦ для різних класів виробів.

Основою концепції CALS є підвищення конкурентоспроможності виробу за рахунок ефективного управління інформацією. Задача CALS - перетворення ЖЦ виробу в автоматизований процес шляхом реструктуризації (реінжинірингу) вхідних у нього підпроцесів.

Постійний розвиток допускає надбання виробом нових властивостей

за рахунок його постійної модернізації, що потребує безперервного контакту між постачальником і споживачем. Підтримка ЖЦ виробу припускає організацію взаємодії між учасниками цього циклу на основі нових інформаційних і телекомунікаційних технологій. Це призведе до збільшення інвестицій на етапах створення та модернізації виробу, але дозволить більш повно враховувати потреби замовника, що, у свою чергу, знизить витрати на етапах експлуатації та обслуговування виробу і в результаті скоротить витрати на весь ЖЦ [2].

Однією з основних проблем на шляху підвищення ефективності управління інформацією є комунікаційні бар'єри між учасниками ЖЦ виробу (у першу чергу, через використання несумісних комп'ютерних систем).

Шлях реалізації концепції CALS міститься в стратегії CALS, що допускає створення ЄІП для всіх учасників ЖЦ виробу. ЄІП мусить мати такі властивості:

- вся інформація подається в електронному вигляді;
- охоплює всю інформацію про виріб;
- ЄІП є єдиним джерелом даних про виріб (прямий обмін даними між учасниками ЖЦ виключається);
- будується тільки на основі міжнародних, державних і галузевих інформаційних стандартів;
- для створення ЄІП використовуються програмно-апаратні засоби, що вже є в учасників ЖЦ;
- ЄІП постійно розвивається.

### **1.3. Стратегія CALS**

Для руйнування комунікаційних бар'єрів і реалізації концепції CALS слід створити ЄІП для всіх учасників ЖЦ виробу (у тому числі і для експлуатаційників).

В умовах вітчизняного виробництва ліпше організувати ЄІП у два етапи:

- автоматизація окремих процесів ЖЦ виробу та подання даних на них в електронному вигляді;
- інтеграція автоматизованих процесів і відповідних їм даних.

Для реалізації стратегії CALS мають використовуватися три групи методів, названі CALS-технологіями:

1. Технології аналізу і реінжинірингу бізнес-процесів — методи реструктуризації функціонування підприємства. Ці технології потрібні для того, щоб коректно перейти від паперового до електронного документообігу і впровадити в процесі автоматизації нові методи розробки виробів (паралельне проектування, міждисциплінарні робочі групи та ін.).

2. Технології подання даних про виріб - методи стандартизованого подання в електронному вигляді даних, що відносяться до окремих

процесів ЖЦ виробу (I етап створення ЄІП).

3. Технології інтеграції даних про виріб — методи інтеграції автоматизованих процесів ЖЦ і відповідних їм даних (II етап створення ЄІП).

Основними перевагами ЄІП є:

- забезпечення цілісності даних;
- можливість організації доступу до даних географічно віддалених учасників ЖЦ виробу;
- відсутність втрат даних при переході між етапами ЖЦ виробу;
- зміни даних доступні відразу всім учасникам ЖЦ виробу;
- підвищення швидкості пошуку даних і доступу до них порівняно з паперовою документацією;
- можливість використання різних комп'ютерних систем для роботи з даними.

ЄІП може бути створено для структур різного рівня: від окремого підрозділу до віртуальних підприємств (ВП) або корпорацій. При цьому виділяється ефект, що одержуємо від створення ЄІП (див. табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Ефект від створення ЄІП

Організаційна структура	Підвищення ефективності управління процесами	Підвищення ефективності управління даними	Підвищення ефективності обміну даними всередині
Підрозділ підприємства	Середнє	Високе	Низьке
Окреме підприємство	Високе	Високе	Середнє
ВП або корпорація	Високе	Високе	Високе
Експлуатуюча організація	Середнє	Високе	Середнє

Застосування CALS/ІПВ (інформаційна підтримка виробу) стає можливим при виконанні таких умов:

- наявності сучасної інфраструктури електронної передачі даних;
- введення поняття „електронний документ” як об'єкта діяльності з виробництва і постачання продукції;
- ЕЦП і захист інформації;
- реформування (реінжиніринг) бізнес-процесів;
- створення системи національних стандартів, гармонізованих із міжнародними стандартами і рекомендаціями [3].

Займаючись питаннями впровадження CALS систем, слід враховувати, що маємо справу з системою, що охоплює велику область виробничо-економічної діяльності, що поєднує безліч структурних ланок різних підприємств для вирішення взаємозалежних задач на всіх стадіях ЖЦ виробу.

У зв'язку з цим методи просування і впровадження мають відповідати вимогам, характерним для системних рішень [4], а саме:

1. Процес впровадження має містити елементи передпроектного обстеження підприємства із залученням фахівців розробника. Мета - конкретизувати задачі автоматизації та методи їхнього вирішення.

2. Масштабному впровадженню системи на підприємстві має передувати етап спільної роботи фахівців розробника і замовника в рамках технічного завдання, розробленого в ході обстеження. Мета - виробити ефективні методи вирішення задач автоматизації з використанням інструментарію CALS [5].

3. Вирішення задач автоматизації має бути поетапним, з досягненням визначеної мети на кожному конкретному етапі та одержанням економічного ефекту від упровадження.

Етапи вирішення задач автоматизації, їхня тривалість і послідовність можуть бути різними, оскільки це залежить від сполучення багатьох факторів, характерних для кожного конкретного підприємства. Дуже велику роль відіграє можлива наявність "слабкої ланки" у ланцюжку розглянутих проблем. Її виявлення і зосередження зусиль на першочерговому вирішенні проблем у цій області дає найбільший ефект на початкових етапах упровадження:

- створення єдиної БД інформації про вироби та наповнення її будь-якими способами (ручне введення, передача з наявних розрізнених БД);

- впровадження системи у планових і виробничих службах для проведення розрахунків зведених показників з матеріалоємності, трудомісткості, потреб виробництва в розрізі виробів і замовлень, ведення портфеля замовлень і формування виробничої програми для цехів;

- впровадження системи в цехах з метою організації відстеження фактичного стану виконання виробничої програми в режимі реального часу;

- підключення до роботи в системі конструкторських і технологічних служб.

Насичення БД системи повною технологічною інформацією дозволить на якісно новому рівні вирішувати задачі планування та управління завдяки роботі безпосередньо з актуальною конструкторсько-технологічною інформацією в рамках єдиної системи. У цьому разі з'явиться можливість розраховувати потреби цехів у матеріалах, інструменті, оснащенні, що комплектують з урахуванням виробничих циклів замовлень, контролювати проходження деталей і вузлів по технологічному циклу з точністю до операцій.

Залучення до роботи конструкторів дозволить „прив'язати” момент виникнення інформації в БД до точки і часу її виникнення в реальному житті і, таким чином, мінімізувати помилки, що неминуче виникають

при передачі інформації, підвищити ступінь її актуальності, автоматизувати процес одержання зведеної конструкторсько-технологічної та іншої інформації про виріб. На цьому ж етапі створюються ефективні способи взаємодії всіх служб підприємства і об'єднання їх у ЄІП.

На кожному конкретному підприємстві з урахуванням його потреб, реального стану справ у зазначеній області, його технічної готовності та ряду інших факторів спільними зусиллями фахівців розробника й підприємства може і має бути визначений шлях, що забезпечує у найкоротший термін максимальний ефект від упровадження системи.

Традиційна промисловість по показниках зайнятості та частки в національному продукті з часом поступається провідним місцем сфері послуг, що ґрунтується переважно на обробці інформації. Це той самий перехід від індустріального суспільства, оснований на розподілі праці і масовому виробництві, до інформаційного або постіндустріального суспільства.

Основні відмінності підприємства в індустріальному суспільстві від підприємства в інформаційному суспільстві зведено в табл. 1.2 [6].

Таблиця 1.2

Порівняльна характеристика підприємства  
в індустріальному та інформаційному суспільстві

Підприємство в індустріальному суспільстві	Підприємство в інформаційному суспільстві
Орієнтація на виробництво	Орієнтація на клієнтів
Мета підприємства - максимізувати випуск продукції. Якість продукції визначається виробником, виходячи з конкуренції на локальному ринку	Мета підприємства - максимізувати обсяг продажу. Якість продукції визначається споживачем, виходячи з конкуренції на глобальному ринку
Якість продукції дорівнює лише якості продукції	Якість продукції дорівнює якості управління, гарантії та зниженню ризиків
Конкурентоспроможність підприємств – функція від матеріальних ресурсів, займаної території, кількості будинків, продуктивності обладнання	Вживання підприємств за рахунок ефективності управління, наявності розвинутих засобів комунікації та кооперації з клієнтами і партнерами, обсягу професійних знань і умінь їх використання

Інформатизація ділового середовища, комп'ютеризація усередині ринкових відносин привели до суттєвого зближення виробника зі споживачем. Вирішальна роль переходить від виробника до клієнта. У

подібній орієнтованій на споживача ситуації організації зіткнулися зі стрімко змінюваним ринком, на якому все важливішу роль відіграє пошук різноманітності та пропозиція нововведень. Замовники стають більш вимогливими до якості та надійності продукції, строк життя якої неухильно скорочується через її постійне оновлення.

У цих умовах у конкурентній боротьбі перемагають ті виробники, які найефективніше пристосували свою організацію до нових вимог ділового середовища, яке формується інформаційним суспільством, і тому гнучкіше і швидше можуть реагувати на зміну потреб споживачів і якісніше задовольняти їхні бажання аж до потреб індивідуального клієнта.

Слова „виживання підприємств” не випадково замінено терміном „конкуренція”. Справа в тому, що в постіндустріальному суспільстві перестають працювати закони ринкової економіки. Тепер ми говоримо про „мережну економіку”.

Кевін Келлі запропонував 12 правил мережної економіки. Ми не будемо наводити всі правила, зупинимося на самих, на наш погляд, важливих.

1. У мережній економіці цінність продуктів праці впливає з їхньої численності. Логіка мережі змінює традиційні уявлення. У мережній економіці цінність залежить від достатку і розповсюдження („ефект факсу” – факс-апарати стали цінними, коли їх стало багато). У мережній економіці дефіцит перекривається зниженням ціни. Коли вартість наступної копії стає зовсім незначною, різко зростає значення стандартів і мережі.

2. Цінність участі в мережній економіці зростає експоненціально від зростання кількості учасників. Це зростання „залучає” у мережну економіку все нових і нових учасників. Приклади такого зростання спостерігаються для корпорацій Майкрософт, Федерал Експрес стосовно мережі Інтернет.

3. Постійно дешевшають чіпи, які при цьому мають високу якість і продуктивність, вбудовуються в мережу, що розростається, і це, прямо або непрямо, веде до створення більш удосконалених версій мережних комунікацій. Всі об'єкти, які можна скопіювати, пристосовуються до закону інверсійного (зворотного) ціноутворення і стають дешевшими в міру їхнього удосконалення.

4. Якщо послуги стають ціннішими за умови їх багаточисленності, якщо вони коштують менше, але вони кращі та важливіші, то, продовжуючи цю логіку, можна сказати, що найцінніші речі мають бути безкоштовними. Електронні копії майже нічого не коштують, а цінність зростає пропорційно їхньому розповсюдженню, породжуючи все більшу потребу в них. Коли доведено важливість і незамінність продукту, компанія може продавати додаткові послуги або поліпшувати продукт. „Викидаючи” на ринок „безкоштовний” продукт,

ви привертаєте людську увагу, а це - частка ринку. І те, що сьогодні безкоштовно, завтра набуде цінності.

5. Необхідно жертвувати досконалістю і пристосовуваністю до сформованого ринку, що стали більш гнучкими та децентралізованими, щоб не виявитися у стані „кращий у світі експерт у технології, що швидко відмирає”. Потрібно вміти на самому піку успіху вчасно „провести демонтаж” продукту або цілого сектора і прагнути до нового піку.

Основною суттю мережної економіки стає підприємство, що не має фіксованої організаційної та територіальної структури - ВП [7].

Процес переходу від індустріального до інформаційного суспільства суттєво змінює ділове середовище організації. У будь-якої організації через інформаційні мережі з'являється можливість миттєвого незалежного доступу до необхідної інформації, використання сучасних ІТ і технічних засобів для розв'язання задач, швидких контактів усередині організації, а також зі споживачами, постачальниками, бізнес-партнерами, як би далеко один від одного вони не знаходились.

ВП створюється шляхом добору необхідних людських, організаційно-методичних і технологічних ресурсів із різних підприємств і їхньої комп'ютерної інтеграції, що приводить до формування гнучкої, динамічної організаційної системи, найбільш пристосованої для якнайшвидшого випуску нової продукції та її оперативного постачання на ринок.

Мова йде про інтенсивну взаємодію реально наявних фахівців і підрозділів різних підприємств у віртуальному просторі за допомогою новітніх інформаційних і комунікаційних технологій. Ця взаємодія має підвищити рівень кооперації та координації партнерів, а в остаточному результаті конкурентоспроможності виробленої ними продукції і, відповідно, прибутку.

Поняття ВП є цілком орієнтованим на замовника, оскільки його основні характеристики - швидкість виконання замовлення та повнота задоволення потреб клієнта. Базова мета ВП - об'єднання ключових технологій і компетенцій для того, щоб найповніше задовольнити попит, що з'явився на споживчому ринку.

ВП не має галузевих або відомчих бар'єрів. Із залученням замовників і підрядників у єдину відкриту організаційну структуру межі між взаємодіючими підприємствами стають нечіткими, прозорими і рухомими. Принципами такої організації є: наявність центрів індивідуальної вигоди (прибутку); географічна розосередженість; використання ІТ і телекомунікаційних процесів; спільна власність і змінні альянси; об'єднання ключових технологій і компетенцій; прискорене виробництво та обслуговування; утворення об'єднань в рамках організації; спільна робота замовників, постачальників, керівників, виконавців, державних органів. При цьому підприємство

має більше шансів бути задоволеним своїми постачальниками, якщо вони будуть активно брати участь у розробці нових продуктів, послуг і навіть стратегій його діяльності.

Створення ВП означає інтеграцію унікального досвіду, виробничих можливостей і передових технологій ряду підприємств-партнерів навколо деякого проекту, які вони не можуть виконати окремо. Так, наприклад, можна об'єднати достоїнства великих підприємств (потужних, але які мають сильну інерцію і повільно реагують на зміни проектів або ринку) і малих підприємств (які відчують потребу у ресурсах, але спроможні швидко реагувати на зміни і перебудовуватися) [6].

Отже, характерними особливостями ВП є [7]:

- непостійний характер функціонування;
- здійснення управлінських зв'язків на основі інтегрованих і локальних інформаційних мереж і телекомунікацій;
- взаємодії з усіма партнерськими та іншими зацікавленими організаціями через серію угод, договорів і взаємне володіння;
- утворення тимчасових альянсів організацій у суміжних областях діяльності;
- часткова інтеграція в головну компанію і збереження відносин власності доти, поки це вважається вигідним;
- договірні відносини працівників з адміністрацією в усіх ланках.

#### **1.4. Методологія CALS**

Методологічною основою CALS є більш ніж 150 стандартів. Деякі стандарти спочатку розроблялися або як стандарти Міністерства оборони США, або під його патронатом, інші ж під егідою міжнародних організацій. Суть методології полягає в тому, що за допомогою нормативної бази для організації інформаційної підтримки процесів ЖЦ виробу забезпечується створення єдиних інтегрованих інформаційних моделей. Оскільки виконавцями робіт на різних етапах ЖЦ складних виробів є різні юридичні особи (організації), розділені географічно, то існування цих моделей передбачається в спеціальному комп'ютерному середовищі, що створюється у формі ВП. Стандарти розділені на кілька груп, вони дозволяють у єдиних інтегрованих інформаційних моделях всебічно відбити всі аспекти ЖЦ виробу - від формулювання вимог майбутнього виробу до юридичного супроводження інформації, що спільно використовується:

- функціональні стандарти;
- інформаційні стандарти;
- стандарти технічного обміну;
- стандарти щодо захисту інформації;
- стандарти щодо ЕЦП.



Слід зазначити, що стандарти постійно розвиваються. Так, для розвитку методології CALS у США створено управлінську промислову групу з питань CALS (ISG) та її виконавчий консультативний комітет. Зараз у світі діє більш 25 національних організацій (комітетів або рад з розвитку CALS), у тому числі в США, Японії, Канаді, Великобританії, Німеччині, Швеції, Норвегії, Австралії та інших країнах, а також у НАТО [8].

### **1.5. Основні компоненти CALS-технологій**

Усі програмні продукти, які використовуються в CALS-технологіях, можна розділити на дві великі групи:

- програмні продукти, що використовуються для створення і перетворення інформації про виробу, виробниче середовище та виробничі процеси, застосування яких не залежить від реалізації CALS-технологій;

- програмні продукти, застосування яких безпосередньо пов'язано з CALS-технологіями і вимогами відповідних стандартів.

До першої групи відносяться програмні продукти, що традиційно застосовуються на підприємствах різних галузей промисловості і призначені для автоматизації різних інформаційних і виробничих процесів і процедур. До цієї групи належать такі ПЗ та системи:

- підготовка текстової та табличної документації різного призначення (текстові редактори, електронні таблиці та ін. – офісні системи);

- автоматизація інженерних розрахунків і ескізного проектування (CAE-системи);

- автоматизація конструювання і виготовлення робочої конструкторської документації (CAD-системи);

- автоматизація технологічної підготовки виробництва (CAM-системи);

- автоматизація планування виробництва та управління процесами виготовлення виробів, запасами, виробничими ресурсами, транспортом та ін. (системи MRP / ERP);

- ідентифікація та аутентифікація інформації (засоби ЕЦП).

На ринку ПЗ перелічені вище групи програмних продуктів представлені досить широко [9].

До другої групи належать ПЗ та системи:

- управління даними про виріб і його конфігурацію (системи PDM – Product Data Management);

- управління проектами (Project Management);

- управління потоками завдань при створенні та зміні технічної документації (системи WF – Work Flow);

- забезпечення ІЛП виробів на поствиробничих стадіях ЖЦ

(замовлення, постачання запчастин і матеріалів, управління процесами технічного обслуговування та ремонту), включаючи інтерактивні електронні технічні посібники до цих процесів та ін.;

- функціональне моделювання, аналіз і реінжиніринг бізнес-процесів.

Основними компонентами CALS-технологій є:

- інструментальний комплекс технічних і програмних засобів автоматизованого проектування виробів (CAD – Computer Aided Design, САПР);

- системи автоматизації технологічної підготовки виробництва (CAM – Computer Aided Manufacturing, АСТПВ);

- системи інженерного аналізу (CAE – Computer Aided Engineering, АСНД);

- засоби реалізації технології паралельного тотального проектування в режимі групового використання даних (Concurrent Engineering);

- система управління проектними та інженерними даними (EDM – Enterprise Data Management);

- системи візуалізації всього процесу розробки документації;

- потужні засоби обміну даними;

- засоби розробки прикладного ПЗ;

- методики аналізу процесів проектно-технологічної, виробничої та управлінської діяльності.

Переходу до CALS-технологій сприяв успіх CAD/CAM індустрії в об'ємному твердотільному проектуванні, генерації точних траєкторій механічної обробки, ефективному одержанні креслень, створенні систем управління даними [10].

Однак традиційні CAD/CAM-системи використовують тільки геометрію деталі (у кращому разі конструкторсько-технологічну текстову інформацію про виріб), вони не забезпечують створення та ведення єдиної конструкторської бібліотеки деталей, вузлів, складальних одиниць, що значно прискорюють процес проектування виробів. Крім того, традиційні системи не забезпечують інтегровану інформаційну підтримку всіх учасників процесу проектування, виробництва, експлуатації та обслуговування виробів.

Наведемо коротку характеристику ПЗ, яке найчастіше використовується.

CAD/CAM/CAE-система Unigraphics американської корпорації EDS (Electronic Data Systems) займає на ринку САПР особливе місце. Зараз система Unigraphics є універсальною інтегрованою системою автоматизації проектування і виробництва і, фактично, є стандартом для САПР аерокосмічної, автомобільної, машинобудівної і багатьох інших галузей промисловості, які виробляють високотехнологічну і

наукоємну продукцію.

Однією з відмінностей Unigraphics від інших продуктів на ринку САПР-систем є можливість використання на підприємстві технології KDA (Knowledge Driven Automation - автоматизація з використанням бази знань). Пропоноване рішення дозволяє об'єднати в єдиній системі процеси проектування і знання. На багатьох виробничих підприємствах існує проблема відновлення кадрів і збереження безцінних знань, накопичених поколіннями проектувальників. Це особливо відноситься до підприємств космічної галузі і військово-промислового комплексу. Використання Unigraphics і технології KDA дозволяє уникнути втрати неоціненного досвіду проектування продукції на цих підприємствах.

Використання загального ядра дозволяє системі вищого рівня Unigraphics не тільки обмінюватися геометричними даними з абсолютною точністю, але й підтримувати реальний зв'язок між компонентами складань, деталі яких створені в різних системах. Це дозволяє створити багаторівневу структуру САПР на підприємстві, використовуючи різні системи для вирішення оптимальних задач; при цьому прагнути досягти максимальної ефективності проектування.

У системі Unigraphics різне сполучення модулів дозволяє вибрати конфігурацію, що найбільш повно відповідає вимогам конкретного підприємства.

Solid Edge є визнаним лідером на ринку тривимірних CAD-систем середнього рівня. Будучи недорогою системою, Solid Edge основана на тому ж ядрі твердотільного моделювання Parasolid, що й система вищого рівня Unigraphics [5].

SolidWorks давно вийшла за рамки САПР середнього рівня. Сьогодні це комплексна система рівня таких САПР, як Pro/ENGINEER і Unigraphics, а за деякими позиціями вже і перевершила їх, наприклад, за такими критеріями, як зручність інтерфейсу і підтримка ЄСКД.

Система SolidWorks реально конкурує на ринку САПР країн СНД із Pro/ENGINEER, Unigraphics, CATIA, Solid Edge та Inventor.

Основними перевагами SolidWorks перед конкурентами є:

- функціональні можливості SolidWorks не поступаються Pro/ENGINEER, а багато в чому і перевершують її;
- підтримка ЄСКД і русифікації, яка виконана компанією-розробником;
- дружний інтерфейс користувача;
- простота освоєння системи і високі функціональні можливості.

Область використання SolidWorks дуже велика - це виробництво товарів народного споживання, електротехнічних пристроїв, приладобудування, конструювання технологічного оснащення, двигунобудування, важке машинобудування та ін.

Найбільш популярні додатки для SolidWorks:

- „SWR-специфікація”. Великою популярністю користуються бібліотеки стандартних елементів - ГОСТівські з різними каталогами, а найчастіше, з повним набором.

- система ведення електронного документообігу SWR-PDM;
- система для міцнісного аналізу CosmosWorks;
- САМ-системи для технологічної підготовки виробництва.

SolidWorks містить набір необхідних спеціалізованих додатків, наприклад, стандартний набір для інженера-конструктора, конструктора технологічного оснащення, технолога ЧПК та ін. Такі комплекти коштують дешевше, ніж сукупність тих же модулів, придбаних окремо.

SolidWorks не зможе далі успішно розвиватися без інтегрованої PDM-системи. Ведуться розробки в трьох напрямках: PDM-система SWR-PDM, потім додаток „SWR-специфікація” і всілякі БД стандартних елементів.

Система SWR-PDM має інтегрований і автономний режими роботи. Коли система SWR-PDM інтегрована з SolidWorks, в ній дуже зручно працювати, тому що вона об'єднує такі якості, як дружний інтерфейс, широкі функціональні можливості та простоту роботи. Крім того, SWR-PDM легко адмініструвати й надбудувувати.

Компанія „АСКОН” (Росія), що є розробником продукту „КОМПАС”, також є і реселером SolidWorks. Спільне використання SolidWorks і „КОМПАС” є частиною їхньої маркетингової політики.

Основа успішного впровадження САПР - триєдність між САПР, кваліфікацією фахівців з впровадження систем і прагненням керівництва підприємства в досягненні накресленої мети.

При оснащенні конструкторсько-технологічних служб системами автоматизованого проектування надзвичайно важливим є оптимальне співвідношення „ціна / якість”.

Офіційним представником SolidWorks Russia в Україні є компанія INTERSED, клієнтами якої є 36 підприємств України. Систему SolidWorks використовують понад 29 тисяч підприємств.

Принципами роботи INTERSED з впровадження, адаптації та супроводження системи SolidWorks для підприємств-користувачів є:

1. Сервіс-комплект з повної підтримки ЄСКД;
2. Програма автоматичного створення конструкторської специфікації для складань SolidWorks;
3. Бібліотеки стандартних елементів (кріплення, підшипники; прокатний сортамент, трубопровідна арматура, ущільнення, елементи штампів і прес-форм).

COSMOS/Works, InCheck (NASTRAN for SolidWorks), DesignWorks - спеціальні версії для SolidWorks широко відомих систем для міцнісних і теплових розрахунків.

MoldFlow Part Adviser, Polygon - системи для моделювання виливоч

з пластмас і металів.

При проектуванні може також знадобитися не тільки підготовка документації на автономному носії, але й організація „on-line” доступу до проекту. Для вирішення такого роду задач уже створені адекватні засоби UG/Gateway як для Unigraphics, так і для SolidEdge.

Модулі передачі даних у Internet:

1. UG/Web Render — частина модуля UG/Gateway. Він дозволяє перетворювати екранні зображення моделі Unigraphics у такі формати, як CGM, VRML, TIFF, MPEG, GIF і JPEG. Модуль являє собою набір інструментальних засобів для підключення Unigraphics як серверу до клієнтської частини браузера. З використанням UG/Open і архітектури Web можна побудувати велику кількість додатків. Можливо безпосереднє управління моделлю UG із клієнтського місця браузера. Цей модуль дозволяє створювати Web-сторінки, використовуючи дані з частин і складань Unigraphics. Великий набір побудованих команд дає можливість користувачу виділяти такі дані моделі Unigraphics, як атрибути, визначення і дані, що зберігаються в електронній таблиці. До системи входять шаблони HTML для Unigraphics, що можуть використовуватися для швидкого створення власних шаблонів. Дані можуть бути доступними через модуль UG/Open API і включеними до Web-сторінки. UG/Web Express забезпечує швидку передачу даних на Web, використовуючи стандарти Internet і комунікаційні технології CAD/CAM/CAE. Отриманий документ може бути переглянутий на будь-якому браузері.

2. Модуль Web Publisher спрощує публікацію інформації про виріб, що проектується, у форматі HTML. Він дозволяє користувачу швидко та легко створити Web-сторінки проєктованого в Solid Edge виробу. Модуль запускається прямо з вікна Solid Edge. Він містить інтерактивну процедуру з покроковим процесом створення Web-сторінки, що підтримує 3D-модель, структуру виробу, специфікацію й інформацію про файл, який містить модель. Програма створює Web-сторінку, точно відбиваючи в ній твердотільну модель, яку можна побачити через будь-який стандартний браузер [2, 11].

Популярність Unigraphics, SolidWorks і Solid Edge дозволяє говорити про лідерство в цій області ядра Parasolid компанії UGS. Швидкі та точні математичні операції, підтримка багатопроцесорної обробки, моделювання 3D-об'єктів будь-якої складності, наявність більш 250 різних програм на Parasolid і понад півмільйона їхніх користувачів — усе це вплинуло на рішення про ліцензування Parasolid для побудови T-FLEX. Починаючи з версії 7.0, користувачі одержали можливість працювати в повнофункціональній САПР і прямо обмінюватися геометричними даними з іншими системами через модуль, що дозволяє за моделями у форматі Parasolid оформляти технічні креслення. Робота з єдиною структурою даних при моделюванні

окремих деталей і збірних конструкцій виключає непродуктивні втрати часу розробників, зокрема, при паралельній роботі. Ключовою відмінністю T-FLEX CAD стала можливість моделювання збірних конструкцій за схемою „зверху - вниз”, від складання до деталі. Конструктор після створення збірної моделі може виділити будь-яку деталь в окремий файл для подальшої доробки або використання в інших збірних моделях. При цьому зберігаються всі параметричні зв'язки, що дозволяють реалізовувати швидку і точну модифікацію проектів.

Використання потужного геометричного ядра Parasolid дозволяє створювати моделі складної геометрії, що робить інструменти T-FLEX ефективними не тільки для машинобудування, приладобудування, будівництва, радіотехніки, але й для авіа- і суднобудування.

САПР „КОМПАС” успішно застосовуються більш ніж на 750 підприємствах України, Росії, Білорусії та інших країн СНД. Системи були розроблені відповідно до вимог ЄСКД, ЄСТПВ і особливостей вітчизняної практики організації та ведення конструкторсько-технологічних робіт. Їхня популярність обумовлена, насамперед, багатством можливостей, зручністю застосування, легкістю в навчанні, безупинним розвитком, а також прийнятною, навіть для невеликих підприємств, вартістю. Накопичено великий досвід впровадження даних систем у різних галузях промисловості.

КОМПАС 5.7 - потужна креслярсько-конструкторська система з параметричними можливостями. КОМПАС 5.7 однаково зручний для використання в машинобудуванні, приладобудуванні, будівництві та архітектурі. Його відрізняють високий рівень функціональних можливостей, повна підтримка вітчизняних стандартів, сучасний інтерфейс, широкий набір готових бібліотек і прикладних САПР, потужні інструментальні засоби випуску специфікацій і розробки додатків.

Усі перелічені вище автоматизовані системи можна успішно застосовувати на етапах ЖЦ виробів систем електронних засобів.

Компас-менеджер, PARTY - системи управління проектом для робочих груп/відділів.

ДОЗ 4.0 - високоефективна тривимірна графічна недорога система для масового використання при проектуванні об'єктів у машинобудуванні, архітектурі, будівництві, дизайні. На основі базових можливостей ДОЗ розроблено ряд додатків: WCUTS і LOM - системи пошарового лазерного синтезу, SHIP - 3D-моделювання конструкцій корабля і планово-технологічної підготовки виробництва, DEVELOP - проектування розгорнень повітроводів, ДОЗ-ДИЗАЙН - проектування меблів, торгового устаткування, дизайн-інтер'єрів.

DOCSOpen - потужне рішення корпоративного рівня, що надбудовується, для управління документообігом.

Spotlight, Vectory - системи обробки і векторизації сканованих растрових зображень для перетворення в електронний вигляд паперових креслень, схем, карт та інших графічних документів.

Power MILL - сучасна система автоматизованої підготовки управляючих програм для багатокординатної фрезерної обробки на станках із ЧПК.

CALS-технології, що активно розвиваються, потребують розвинутих систем управління, і тут знову на одне з перших місць виходять системи PDM.

PDM - система Part'97 (компанія Люція-Софт) цілком адаптована до вимог вітчизняних стандартів в області проектування, має прийнятну ціну і відрізняється гнучкістю налаштування, що дозволяє використовувати її у різних галузях народного господарства.

Part дозволяє управляти інформацією, необхідною для проектування виробу, підготовки виробництва, виготовлення, комплектації, подальшого супроводження. Part підтримує режим паралельної колективної роботи різних груп користувачів і забезпечує управління всією інформацією, що відноситься до виробу.

Це підвищує продуктивність праці за рахунок автоматизації виробничих інформаційних процесів, можливості управління ЖЦ виробів і досягнення поставленої мети із мінімальними витратами.

Part забезпечує:

- цілісність даних - уся інформація з проекту зібрана в одному місці;
- управління версіями, виконаннями і варіантами;
- автоматизацію процедур випуску і зміни проектної документації;
- збереження інформації щодо проекту в електронному вигляді з надійним захистом від несанкціонованого доступу.

Як результат відбувається:

- зменшення часу виведення на ринок, помилок при проектуванні та часу на переробку (виправлення) документів;
- збільшення ефективності роботи конструкторів і проектувальників і продуктивності праці співробітників.

За допомогою Part і додаткових модулів можна здійснювати:

- управління документами;
- виклик додатків для обробки документів;
- паралельний обіг електронних і паперових документів у рамках одного проекту;
- автоматизоване складання специфікації на виріб;
- інтеграцію з різними САПР;
- управління конфігурацією та структурою виробу;
- управління конфігурацією з підтримкою можливості створення варіантів і виконань.

Part може використовуватися як самостійний додаток або як складова частина системи технічного документообігу та управління проектними даними масштабу підприємства. Так, Part цілком інтегрована з однією з лідируючих на світовому ринку систем управління документами DOCS Open (PC DOCS та ін.) і рішеннями на її основі. Таким чином, використання системи Part у рамках єдиного рішення із системою автоматизації документообігу й електронного архіву дозволяє вирішити такі задачі:

- архівне зберігання документів;
- документообіг у масштабах підприємства;
- групова робота співробітників над проектом і управління проектною інформацією протягом усього життєвого циклу виробу;
- автоматизація проведення змін;
- введення інформації у систему управління документами з паперових носіїв із прив'язкою їх надалі до структури виробу.

Таким чином, система Part має всі можливості системи PDM світового рівня та вартість, прийнятну для українського ринку.

PDM-системи TeamCenter - це PDM-системи вищого рівня, що забезпечують акумулювання всіх даних проектно-конструкторських робіт у рамках єдиної системи.

Ряд продуктів PLM / PDM, що поставляються фірмою IBM і, отже, є рідними для системи CATIA, представлено трьома продуктами: ENOVIA VPM, ENOVIA LCA, Team PDM SmarTeam. Усі три системи підтримують роботу з конструкторськими та виробничими даними, але мають різну функціональну спрямованість. При необхідності може забезпечуватися взаємна сумісність розглянутих систем, а також сумісність з іншими CAD/PDM-системами як засобами інтеграції, так і за допомогою порталів ENOVIA/SmarTeam.

Система ENOVIA VPM призначена, в основному, для забезпечення процесу проектування і є неперевершеною в частині підтримки цифрової моделі, управління конфігураціями, проектування в контексті та ін.

В умовах українського ринку поєднання високої функціональності системи Team PDM SmarTeam і унікальних можливостей її впровадження робить цю систему кандидатом номер один для реального впровадження в Україні. Система Team PDM - SmarTeam за своєю функціональністю може бути віднесена до класу CPC (Collaborative Product Commerce) з розвинутою функціональністю, а також розглядатися як CPD-система (Collaborative Product Development) початкового рівня. У разі використання Team PDM-SmarTeam як основної PDM-системи підприємства, частина функціональності в області CPD (підтримки цифрової моделі та ін.) забезпечується за допомогою засобів системи CATIA (DMU), компонента системи ENOVIA DMU Navigator і побудованих засобів



інтеграції систем.

Team PDM являє собою модифіковане розширене ядро SmarTeam. Головне розширення полягає в тому, що у вихідне ядро системи компанія DASSAULT SYSTEMES додає засоби інтеграції з системою автоматизованого проектування CATIA. Крім того, розширене ядро містить також й інші компоненти, що не входять у стандартне ядро SmarTeam.

Найбільш розвинутими PDM-функціями системи SmarTeam порівняно з іншими системами класу PDM є:

- управління документообігом (TDM);
- управління інженерними змінами (ECO);
- управління бізнес-процесами (Workflow);
- інтеграція з різними CAD-системами.

Використання унікальних засобів кастомізації і відкритих API COM інтерфейсів SmarTeam дозволяє надбудовувати систему на роботу з довільними структурами і поданням даних відповідно до заданих стандартів (наприклад ЄСТД і ЄСКД). Система забезпечує роботу більш ніж із 150 форматами даних і має засоби інтеграції з найбільш розповсюдженими CAD-системами, а також з MS Office.

Система стандартно поставляється для роботи із системами управління базами даних (СУБД) Interbase, Oracle і MS SQL Server. Вона може бути настроєна на роботу з будь-якою реляційною СУБД, що має достатню функціональність, наприклад DB/2, Informix та ін. Обмін даними з менш розвинутими СУБД можливий через механізм імпорту/експорту.

За двостома параметрами оцінювалися 13 провідних продуктів управління потоками робіт — BizFlow 2000, COSA Workflow, DOLPHIN, Eastman EW, InTempo, MQseries Workflow, SERfloware, Staffware, TeamWARE, TIB/InConcert, Visual Workflowand, W4 і WFX.

Відзначено такі переваги Staffware — збалансованість функціональних і адміністративних можливостей, що задовольняють майже всі вимоги користувачів: висока продуктивність, середовище об'єктної розробки, мова сценаріїв, що підтримують клієнти Windows і Java, інтерфейси до Lotus Notes, Microsoft Exchange і популярних серверних систем електронного обміну даними (EDI).

Слід відзначити гнучкі Інтернет можливості BizFlow 2000, серйозний прогрес Інтернет - версії W4, високий рівень інтеграції SERfloware із системами обробки документів і навчання SERdocware/SERbainware, стикування COSA Workflow з організаційною моделлю Baan ERP, засоби оптимізації й об'єднання з іншими додатками за допомогою XML у MQseries Workflow, розширення можливостей розгортання InTempo, підтримку документообігу в Visual Workflowand і засоби роботи з графікою в Eastman EW.

Staffware забезпечує інтерфейс між каналами постачань і з усіма складовими архітектури системи. Продукт Staffware 2000 розроблено для спільної роботи з різноманітними корпоративними додатками. Використання ядра Staffware і WEB-клієнта надає ідеальну платформу, з якою можна розвиватися та використовувати переваги нових технологій без зміни базової інфраструктури системи.

Розробники ERP-систем починають розуміти, що скільки б функцій вони не додавали, корпоративні бізнес-процеси завжди залишаються набагато обширнішими, ніж їхні поточні пропозиції. ERP-системи стали поставлятися як набір „відкритих” технологій, що дозволяють більш „точно і ємко” автоматизувати корпоративні бізнес-процеси й інтегруватися з продуктами CRM третіх фірм.

Технологія SEO Staffware полегшує співробітництво з ERP-системами, користувальницькими додатками й іншими продуктами, покликаними реалізувати рішення CRM, з лідерами на ринку інтеграції корпоративних додатків (EAI) - BEA, Candle, Active Software. Це забезпечує користувачів можливістю вибрати кращі у своєму класі продукти EAI, що дають єдину точку інтеграції додатків у масштабах корпорації (див. табл. 1.5).

Суть технології розробки IETP полягає в розробці засобів формального опису структури електронних документів, які створюються. Відповідно до існуючих стандартів для опису структури використовується мова SGML, уведена стандартом ISO 8879. IETP розробляються за допомогою комплексу засобів підготовки - Technical Guide Builder (TGB).

Впровадження системи управління даними про виріб (PDM) - це практична реалізація елементів системи якості – „управління документацією”.

Системи PDM і ERP можна й потрібно розглядати як засіб інформаційної підтримки процесів управління якістю. Сьогодні ми можемо зберігати в PDM властивості та характеристики конкретних екземплярів виробів і агрегатів, результати випробувань і контролю, дані про постачальників, можемо знати, за яким контрактом куплено матеріал, з якого виготовлена та або інша деталь.

Одним із відомих засобів ЕЦП є криптопровайдер „Криптопро CSP”, призначений:

- для авторизації та забезпечення юридичної значущості електронних документів при обміні ними між користувачами за допомогою використання процедур формування і перевірки ЕЦП відповідно до стандартів ГОСТ Р 34.10-94, ГОСТ Р 34.11-94;
- забезпечення конфіденційності та контролю цілісності інформації за допомогою її шифрування та імітозахисту відповідно до ГОСТ 28147-89;

- контролю цілісності, системного та прикладного програмного забезпечення для його захисту від несанкціонованої зміни або порушення правильності функціонування;
- управління ключовими елементами системи відповідно до регламенту засобів захисту.

Таблиця 1.5

Ключові принципи ефективності управління  
взаєминами з клієнтами

Принцип	Визначення	Переваги Staffware
Економічна сегментація	Компанія приймає рішення в області маркетингу, продажу і сервісу, базуючись на чіткому розумінні значущості клієнта, його недоліків і переваг	Напрямок руху завдань workflow можна динамічно змінювати, виходячи з історії взаємин із замовником, його переваг і значущості. Різні бізнес-процеси можна поєднувати для підтримки циклу відносин із замовником
Пам'ять організації	При звертанні замовника в компанію всі її співробітники (від сервісних служб до служб підтримки й продажу) повинні мати знання про попередні контакти, невирішені питання й очікувані можливості	Під час взаємодії із замовником у реальному режимі часу доступний статус поточної транзакції та історія попередніх транзакцій
Співробітництво	Замовники залучаються в процес опису, проектування і/або одержання бажаного результату	Рішення класу e-Commerce від Staffware надають замовникам можливість безпосередньо брати участь у бізнес-процесах - від визначення потреб процесу до завершення задачі
„Тут і зараз” (One&Done)	Замовники очікують задоволення своїх запитів у процесі свого першого контакту	Staffware допомагає поліпшити показник „обслужити відразу” за рахунок інтеграції каналів зв'язку з поточним статусом корпоративних бізнес-процесів

Принцип	Визначення	Переваги Staffware
Розподіл контактів	Замовникам мають бути доступні різні способи ведення бізнесу з вашою компанією, що визначаються відповідно до потреб замовника та їх значення для вашого бізнесу	SEO інтегрується з технологіями, що підтримують різні канали взаємодії. Система Staffware здатна управляти процесом в умовах поточного і майбутнього станів інфраструктури компанії, робить доступним управління процесом за допомогою WEB для самообслуговування або безпосередньої взаємодії клієнта з персональним менеджером
Управління інформацією в реальному масштабі часу	Співробітники мають доступ до актуальної інформації у реальному масштабі часу, щоб забезпечити замовнику сервіс і рішення його проблем без зволікання	Staffware дозволяє в реальному часі співробітникам і клієнтам контролювати і мати доступ до бази знань, що підвищує ефективність операцій і прийнятих рішень, таких, як активізація процесу, перерозподіл робочого навантаження, визначення статусу задачі та ін.
Статистика відносин із замовником (Customer Scorecard)	Залучення співробітників до інформації про характеристики замовника (сталість відносин, платоспроможність, середній обсяг закупівлі та ін.)	Staffware зберігає інформацію про динаміку зміни бізнес-процесів, що дозволяє одержати аналітику показників, критичних для процесу
Безупинне накопичення досвіду	Управління всіма контактами між вашою компанією та клієнтами в єдиному середовищі дозволяє „накопичувати” досвід взаємин із клієнтами	Інтеграція різних каналів у єдину структуровану систему в рамках єдиного бізнес-процесу гарантує, що клієнт одержує найбільш якісний сервіс відповідно до його значущості

Принцип	Визначення	Переваги Staffware
Завершеність процесів	Агрегування інформації фронт-офісу (зовнішніх процесів) і ВАС-офісу (внутрішніх процесів)	Staffware гарантує одночасне відновлення інформації у всіх системах, як тільки замовник зробив вибір або задача завершена, що досягається за рахунок інтеграції всіх задач у рамках усього процесу від Call-центра і CRM-технології до успадкованих додатків і ERP-систем, що функціонують в офісі
Зворотний зв'язок	Компанії приймають і використовують оцінки своїх клієнтів за якістю обслуговування та задоволеністю їхніх потреб і безупинно враховують ці оцінки в бізнес-процесах і операціях	Графічний побудовник процедур Staffware (Staffware's Graphical Definer) дозволяє швидко визначати, модифікувати та впроваджувати процеси в реальну діяльність. За рахунок цього досягається безупинна еволюція процесу

Базова програмна оболонка для бібліотек шифрування та ЕЦП (Win32) Верба-OW дозволяє користувачу в діалоговому режимі криптографічними методами вирішувати задачі захисту інформації при її збереженні та передачі по каналах зв'язку.

На рівні файлів виконуються такі функції:

- шифрування/розшифрування за ключами, включаючи імітозахист;
- шифрування, що забезпечує збереження інформації у таємниці, неможливість її прочитання без знання ключа;
- формування/перевірка ЕЦП.

ЕЦП забезпечує підтвердження авторства і справжності повідомлення. До сертифікованих ФАПСІ засобів криптографічного захисту інформації відносяться „Крипто-Про CSP”, „Про” і „Crypton”.

На думку експертів, 75% витрат у структурі собівартості національного валового продукту припадає на організацію управління ресурсами. Оптимізація цих витрат за рахунок процесної організації управління виробництвом і переведенням більшості процесів у взаємозалежні процедури, які здійснюються в реальному режимі часу,

дозволить визволити до 60% витрат із структури собівартості промислової продукції. Сучасні ІТ надають таку можливість.

ІТ — це інструментарій для виявлення потенціалу виробництва і його втілень у виробленій продукції. Рівень розвитку інструментарію ІТ досяг такого рівня, що він дозволяє інформаційно об'єднати не тільки процеси управління окремого підприємства, але й групи підприємств по всьому ЖЦ існування виробу. ІТ мають прикладний характер, і необхідно розуміти, чи будуть вони доречні в цьому середовищі.

## **2. ПЕРЕДУМОВИ ВПРОВАДЖЕННЯ CALS**

У 60-х роках ХХ століття в зв'язку з розвитком засобів обчислювальної техніки проектування виробу стало поступово переводитися в комп'ютерне середовище, з'явилися перші САПР. За допомогою САПР з'явилася можливість створювати більш складні вироби, ніж до їхньої появи, спростити процеси проектування та внесення змін у виріб, пов'язати між собою різні етапи ЖЦ виробів. Так, із застосуванням САПР стало можливим автоматичне перетворення геометричної моделі деталі в програму її виготовлення для станка з ЧПК.

У той же час із появою САПР стали виникати нові проблеми. Справа в тому, що жодному з виробників САПР не вдалося зайняти домінуючого положення на ринку, що призвело до ситуації, при якій на різних підприємствах, що співробітничать, а найчастіше і у рамках одного підприємства, використовуються САПР різних розробників. Перевага паперового креслення полягає в тому, що ознайомитися з ним можна без усяких додаткових засобів, а для його редагування досить олівця. Креслення або інша модель виробу, створені в САПР, нічого не варті, якщо немає доступу до самої САПР. Несумісність різних САПР з іншими програмними системами, які використовуються протягом ЖЦ виробу, значно скорочувала можливості кооперації між різними підприємствами при створенні складних виробів. Викликала дорікання і необхідність закупівлі однорідних систем окремим підприємством.

Перші роботи в області інтеграція різних САПР стартували в США на початку 70-х років. Першим практичним результатом цих зусиль стала специфікація IGES (Initial Graphics Exchange Specification - базова специфікація графічного обміну), що дозволяла організувати обмін графічними даними між САПР. Природно, що IGES не була позбавлена недоліків, одним із яких була відсутність міцної методологічної та наукової основи. Це привело до початку робіт у 1982 р. в рамках ініціативи PDDI (Product Data Definition Interface - інтерфейс завдання даних про виріб). Метою PDDI (роботи велися в рамках програми «Комп'ютерне інтегроване виробництво» ВПС США) було створення механізму обміну даними або спільного використання

даних без участі людини. Багато напрацювань були потім використані при створенні стандарту STEP.

Роботи з промислової інтеграції велися і в Європі. Так, ще в 1977 р. європейська аерокосмічна промисловість в особі асоціації АЕСМА визнала важливість цієї проблеми і почало розробку загального обмінного формату для подання поверхонь; лідером робіт була Великобританія. У ФРН у 1982 р. спільними зусиллями підприємств автомобільної промисловості був розроблений стандарт VDA-FS для вирішення аналогічних проблем. Нарешті, у Франції підприємства аерокосмічної та автомобільної промисловості в 1983 р. створили національний стандарт SET.

У 1984 р. були остаточно усвідомлені значні обмеження специфікації IGES. Глобалізація бізнесу, збільшення складності виробів, збільшення кількості постачальників, розмаїтість ПЗ, що використовуються, привели до необхідності підтримки ЖЦ; це поклало початок роботам за програмою PDES (Product Data Exchange Specification - специфікація обміну даними про виріб). Ця специфікація мала була розроблятися на основі чіткої методологічної та наукової основи згідно з вимогами підкомітету ISO TC184/SC4, який поклав початок розробці міжнародного стандарту для обміну даними про виріб ISO 10303 STEP. Основою, на якій передбачалося розробляти цей стандарт, стали практично всі попередні роботи: IGES, PDDI, АЕСМА, VDA-FS, SET, згодом відбулася інтеграція зусиль із програмою PDES. У процесі створення STEP велику роль відіграла міжнародна електротехнічна комісія (IEC). У 1994 році були офіційно опубліковані перші томи нового міжнародного стандарту ISO 10303 (STEP).

Використання концепції CALS дає можливість реалізувати програмне управління на всіх етапах виробництва, включаючи складання і контроль геометричних розмірів. Сучасні принципи CALS базуються на локальних рішеннях, розроблених і реалізованих на попередніх етапах розвитку інформаційних систем (САПР-К, САПР-Т, АСУТП, АСУ різних рівнів (CAD/CAM/CAE/PDM), окремі комп'ютеризовані виробництва). У цьому контексті CALS можна розглядати як стандартизований комплекс цифрових технологій роботи з даними, що характеризують етапи ЖЦ продукту (з даними про сам продукт, процеси і середовище), спрямованими на їхнє ефективне спільне використання [3].

Створення на підприємствах або в проектних організаціях комп'ютерних мереж дає величезний позитивний економічний ефект у всіх сферах їхньої діяльності: від підвищення ефективності управління персоналом до автоматизації бухгалтерських задач.

Необхідність створення на підприємствах систем автоматизованого проектування нині ні в кого не викликає сумнівів. Особливо гостро ця

проблема стає перед підприємствами космічної, авіаційної, машинобудівної та інших наукоємних галузей промисловості [4].

Бурхливий розвиток ІТ привів до того, що розробка і випуск конкурентоспроможної наукоємної продукції неможливі без використання сучасних засобів автоматизації проектування на всіх етапах ЖЦ продукту - від дизайнерського задуму до виробництва та утилізації.

Значною мірою розвиток САПР в усьому світі спрямований на інтеграцію програмних продуктів у єдину програмну платформу, а не на комбінацію різних систем. Саме тому всі «важкі» системи (Unigraphics, Pro/Engineer, Catia) пропонують інтегровані рішення в рамках єдиної програмної платформи.

Програмна платформа, що забезпечує комплексне вирішення задач конструкторсько-технологічної підготовки в широкому значенні має відповідати таким ключовим властивостям:

- параметризація як на рівні 3D-моделі, так і при підготовці креслярської та технологічної документації;
- геометричне ядро, що розвивається, 3D-моделювання;
- інструментарій для адаптації та створення додатків;
- підтримка CALS-технологій.

Розглянемо реалізацію такої програмної платформи на основі системи T-FLEX.

Зараз серед засобів тривимірного твердотільного моделювання практично немає систем, що не мали б параметричних можливостей. Більшість доступних систем не дозволяє одержувати параметричні креслення будь-якої складності, включаючи складальні; у кращому разі системи оснащуються параметричними бібліотеками стандартних елементів.

У таких системах, як SolidWorks, Solid Edge, Autodesk Mechanical Desktop, Inventor, використовується параметрична підсистема компанії D-CUBED, побудована на параметризації за розмірами. Ця підсистема орієнтована, насамперед, на побудову ескізів для тривимірних операцій.

У T-FLEX використовується геометрична параметризація. Параметризуються всі елементи: лінії, складання, тексти, атрибути елементів. При цьому параметри можуть бути пов'язані будь-якими відношеннями. Якщо ж користувачу немає необхідності використовувати параметризацію, то можна працювати так, як і в інших системах проектування, наприклад у AutoCAD. У тривимірному моделюванні параметризація ефективно служить для побудови ескізів і зміни будь-яких атрибутів тривимірних операцій. Крім того, при перерахуванні змінених моделей часто виникають проблеми відновлення ланцюгів операцій (для ідентифікації вихідних елементів). Це стосується окремих деталей, складальних конструкцій, що мають



схильність «розсипатися», і креслень, отриманих на основі тривимірних моделей. У версії T-FLEX CAD 7.1 передбачено новий механізм асоціативної параметризації, що розширив рамки параметричної модифікації складних моделей.

Сучасні інтегровані САПР (такі, як система Unigraphics) дозволяють автоматизувати весь спектр конструкторсько-технологічних проблем, що стоять перед сучасним підприємством, яке випускає або проектує наукоємну продукцію [4].

Інтегровані САПР дозволяють:

- значно підвищити якість продукції, що випускається;
- скоротити терміни розробки нових виробів і розширити асортимент продукції, що випускається;
- скоротити виробничий цикл;
- вийти на світовий рівень виробництва і сертифікувати його на відповідність міжнародним стандартам якості серії ISO 9000. Це є необхідною умовою для ведення міжнародного бізнесу.

Впровадження сучасних інтегрованих САПР докорінно змінює концепцію проектування та виробництва. В основі нового підходу лежить створення електронної моделі виробу (ЕМВ) і принципи спільної роботи колективу розробників у єдиному інтегрованому середовищі.

Розробка ЕМВ у сучасній САПР вищого і/або середнього рівня (системи Unigraphics і / або Solid Edge) дозволяє :

- спроектувати на основі математичної моделі технологічне оснащення, необхідне для виробництва;
- провести всі необхідні інженерні аналізи і розрахунки;
- підготувати комплект конструкторсько-технологічної документації на виріб;
- одержати програми для станків із ЧПК і виготовити оснащення і вироби.
- створити між усіма компонентами системи постійну взаємодію та автоматичну передачу змін між формативними поверхнями деталей, складань, техоснастки, програмами для ЧПК і конструкторсько-технологічною документацією;
- організувати електронний документообіг, що забезпечує миттєвий доступ до необхідної та достовірної інформації про виріб для всіх розробників (на основі систем iMan і/або UG/Manager, TeamCenter).

До спеціалізованих систем, що автоматизують окремі задачі конструкторсько-технологічних робіт, відносяться: випуск креслень (AutoCAD MechanICS, T-FLEX CAD 2D, T-FLEX CAD 3D), розробка технологічних процесів (T-FLEX / Технопро) та ін.

Важливим елементом CALS-технології є програми PDM-системи

ведення проектів і документообігу. Якщо простежити тенденцію розвитку САПР, то стане очевидним, що останнім часом усі найбільші розробники ПЗ приділяють цим системам велику увагу (Windchill (PTC), IMAN (UGS)). В Росії протягом багатьох років також розробляються подібні системи, зокрема, T-FLEX DOCs. Ці системи цілком логічно укладаються в концепцію CALS-технологій, але головне, що вони вирішують реальні задачі, що виникають на підприємствах.

Деякі відомі розробники ПЗ вважають необхідним проходити процедуру сертифікації на відповідність стандарту ISO 9000-3. Свого часу найефективнішою була інша модель стандартів, запропонована Американським інститутом програмної інженерії (Software Engineering Institute - SEI) - модель зрілості процесу розробки ПЗ. Система SEI CMM (Capability Maturity Model) дозволяє на основі оцінки процесів розробки віднести організацію до одного з п'яти рівнів відповідності якості. Здавалося, що CMM - прямий і серйозний конкурент стандартам ISO серії 9000. Але при найближчому розгляді виявилось, що SEI CMM створювалась з метою отримання обґрунтованих процедур для оцінки і подальшого розвитку технологій в організаціях, які претендують на замовлення на розробку оборонних проектів. Іншими словами, методологія CMM розроблювалась за пропозицією Міністерства оборони США. Зі сказаного випливає, що CMM повною мірою може бути застосована до організацій, які розроблюють складні (наприклад, ті, що працюють у реальному часі) системи з тривалим часом життя, тобто тільки там, де дефекти у ПЗ можуть призвести до техногенної катастрофи. На сьогодні лише одиниці з hi-tech-компаній зуміли досягти вищого (Optimized) п'ятого ступеня ієрархії CMM. А ось 85% фірм, які намагалися пройти сертифікацію за CMM, за деякими оцінками відносяться до початкового (Initial) рівня. Ось чому українські та російські розробники ПЗ, в основному, віддають перевагу сьогодні стандартам ISO серії 9000. Виняток складають лише ті компанії, які працюють на ринку офшорного програмування, тобто виконують закордонні та, в першу чергу, американські замовлення на розробку ПЗ.

Вирішення задач управління якістю в забезпеченні заданих показників надійності складних технічних виробів, що мають тривалий ЖЦ, неможливо без застосування інформаційних CALS-технологій. Оволодіння механізмами реалізації цих принципів дозволить створювати вироби з заданою ознакою якості в умовах стійкого процесу із заданим рівнем настроювання. Для успішного вирішення цих задач слід визначити рівень CALS-готовності підприємства.

CALS-готовність конструкторсько-технологічної інформаційної підсистеми підприємства - це здатність оперативно забезпечувати всі залучені підрозділи і сторонні організації достовірною інформацією

про виріб і ресурси, необхідні для забезпечення його працездатності в будь-який момент часу. Доцільно також визначити деякий чисельний критерій CALS-готовності.

В ідеальному випадку вся необхідна інформація про виготовлений раніше виріб або безпосередньо міститься у електронній інформаційній системі, або може бути отримана автоматично на основі іншої наявної у системі інформації. Будь-яка неформальна обробка виключається. З точки зору отримання вигоди від CALS-технологій підприємству-виробнику необхідна електронна експлуатаційна (ремонтна) документація у відповідному форматі.

Жодна система PDM не є сама по собі універсальним рішенням задач CALS-технологій. Необхідно визначити чіткі правила, згідно з якими система документування має функціонувати в нових умовах. Звичайно, можна створити нову систему із зовсім новими правилами, але чи так погана єдина система конструкторської документації? Навіть якщо буде винайдена зовсім інша система, то підприємство все одно буде змушено спілкуватися зі своїми суб- або генпідрядниками в тій системі, що їм зрозуміла. Необхідно знайти еволюційний шлях, який би дозволяв працювати зі старою документацією настільки ефективно, наскільки це можливо, і в той же час не гальмував впровадження сучасних технологій проектування і підготовки виробництва.

Насамперед слід зазначити, що електронні документи, які розроблені згідно з ЄСКД і ЄСТД, мають право на життя. Що стосується основного документа, то для збірної одиниці, комплексу або комплексу ніяких нововведень не потрібно. Електронні документи можуть включатися в розділ «Документація» за ГОСТ 2.106-96 (підрозд. 3.4) і в розділ 5 ГОСТ 28388-89. На наш погляд, доцільно відмовитися від визначення неспецифікованих складових частин. Деталі можна визначати специфікацією, що складається винятково з розділу «Документація», включаючи в неї всі документи, що описують цей виріб. У цьому разі основним документом також буде специфікація. Дане рішення, застосовуване на ряді підприємств, називається «паспорт деталі». Коди документів, відсутні в ГОСТ 2.102-68, можуть бути визначені на рівні стандарту підприємства (СТП). Однак було б доцільно відпрацювати це питання централізовано.

Основні труднощі та втрата часу пов'язані з необхідністю виконувати неформальне опрацювання документації. У пункті 3 Додатку 5 ГОСТ 2.503-90 говориться: „На один документ допускається одночасна дія не більш чотирьох попередніх повідомлень (ПП)”. Це означає, що документ тільки 20% часу знаходиться в статичному стані. Залишок часу (80%) документ і відповідні повідомлення мають творчо відпрацьовуватися. Така увага до ПП пов'язана з тим, що їхня

дія носить тимчасовий характер і зміст зміни не обов'язково має заноситися в оригінал. Цією обставиною активно користуються для створення варіантів конструкції без зміни оригіналів. У результаті виріб, вироблений за ПП, не має оригіналу, що відбиває його реальний вигляд. Щоб у майбутньому розібратися, як виглядав виріб, крім документації будуть потрібні книга реєстрації повідомлень і самі повідомлення.

На сьогоднішній день середня кількість ПП для одного документа в першому наближенні характеризує CALS-готовність конструкторсько-технологічної інформаційної підсистеми підприємства. Для кількісної оцінки наочніше використовувати таку величину, виражену у відсотках:

$$\text{CALS-готовність} = 1 / (\text{середня кількість ПП} + 1).$$

Причини, за яких зміни оформляються у ПП або вносяться закресленням, підчищенням та іншими подібними способами, а не замінюються іншими документами, добре відомі. Виготовлення, розмноження та розсилання паперової документації потребують великих витрат — як фінансових, так і часових. А обходитися без паперового креслення виробництво ще довго не зможе, та й навряд це взагалі можливо. Крім того, далеко не всі субпідрядники готові прийняти електронну конструкторську документацію. Для цього єдиний вихід — скорочувати кількість змін.

Радикально скоротити кількість помилок і спростити відпрацьовування конструкції дозволяє повний електронний макет виробу. Крім того, він дає можливість швидко і безпомилково доопрацьовувати виріб на вимоги замовника. Прогнозувати динаміку можливостей субпідрядників досить складно, і тут може допомогти тісна інтеграція на всіх стадіях ЖЦ виробу. Електронний макет комплекуючого виробу дозволить усунути помилки (і, як наслідок, — зміни) при компонуванні основного виробу.

Зрозуміло, що неможливо відразу перейти від креслень до повного електронного макета виробу. Однак, вибравши критичні компоненти виробу та створивши їх повний електронний макет, можна значно скоротити кількість помилок і усунути необхідність внесення змін або випуску ПП до цих компонентів і у такий спосіб трохи підвищити CALS-готовність конструкторсько-технологічної інформаційної підсистеми підприємства. Наступним кроком може бути створення електронних макетів інших компонентів — аж до створення електронного макета усього виробу і навіть процесу виробництва. Таким чином, CALS-готовність можна підвищувати плановірно, поступово переходячи від паперових креслень до повного електронного макета усього виробу [12].

Формат STEP всередині підприємства на стадії проектування і

виробництва виробу неефективний, тому що не дозволяє реалізувати сучасну методологію проектування та підготовки виробництва, основу на реалізації керованих ідеологій майстра-моделі, концептуальної моделі, асоціативності та паралельного інжинірингу, крім того, відповідного прикладного протоколу для багатьох дисциплін взагалі не існує. При виконанні модернізації та ремонту також набагато зручніше використовувати інформацію в оригінальному форматі CAD/CAM-системи, оскільки в цьому разі зберігаються усі визначені раніше параметри й асоціативні зв'язки, що дозволяє зберегти той же рівень зручності роботи з конструкцією, що й на попередніх стадіях ЖЦ. Електронний макет має бути максимально ефективним з точки зору ЖЦ виробу.

Система управління даними виробу з погляду CALS-технологій мусить управляти всім різномаяттям електронної і, на жаль, паперової документації протягом усього ЖЦ виробу, а також підтримувати методику проектування та підготовки виробництва, реалізовану в системі CAD/CAM. Інтеграція PDM і CAD/CAM має бути настільки повною й тісною, щоб жоден з аспектів електронних документів, які створюються конструкторами, технологами та іншими фахівцями, не залишався некерованим. Наприклад, багато систем проектування мають можливість задати параметри моделі через параметри іншої моделі, яка фізично знаходиться в іншому файлі. Якщо такий зв'язок залишається для PDM невидимим і, отже, некерованим, то це призводить до неможливості контролю стану моделі. Іншим прикладом є забезпечення відповідності записів у штампі креслення й інформації у метаданих системи PDM. Ще однією можливістю системи PDM, на якій варто зупинитися, є ведення складу кожного екземпляра випущеного раніше виробу. У західній термінології це називається складом *As built*. У це дерево тим або іншим способом повинні включатися не тільки проектна конструкторська, але й ремонтна документація, результати контролю якості компонентів та ін. Це стосується стадії виробництва. А на стадії експлуатації такими документами є бюлетені та інша інформація з експлуатації, ремонтів тощо. Специфіка дерева складу *As built* полягає в необхідності посилатися не просто на документ, а на конкретну версію документа, актуальну на момент виробництва екземпляра виробу. В ЄСКД для вирішення цієї задачі передбачено механізм архівних копій. У розділі 1.3 Додатка 2 ГОСТ-2.501-88 говориться: „Архівні копії відображують стан конструкції або технології виробу в періоди затвердження їх замовником, передачі оригіналів підприємствам-виробникам, припинення виробництва даної конструкції...” Для електронних документів також можуть створюватися копії аналогічного

призначення. Однак, якщо система PDM підтримує посилання на версії документів, то фізичне копіювання необхідне тільки при записі на автономні носії.

Обов'язковою умовою розвитку CALS-технологій є продумана і планомірна робота з розвитку нормативної бази підприємства та паралельне впровадження сучасних технологій проектування та підготовки виробництва.

### **3. СТАНДАРТИ CALS**

#### **3.1. Класифікація стандартів та інформації про виріб**

До складу нормативної бази CALS входять як європейські норми, так і стандарти НАТО, федеральні стандарти США, стандарти Великобританії та деяких інших держав.

Стандарти і методичні матеріали в області CALS-технологій в основному визначають загальний підхід, спосіб представлення й інтерфейси доступу до даних різного типу, питання захисту інформації та її електронної авторизації (цифрового підпису).

В Україні в 2003 році прийнято закон „Про електронний цифровий підпис” (№ 852-IV від 22 травня 2003 року). Розробляється програма заходів щодо впровадження електронного документа, електронного документообігу та ЕЦП [13].

Нормативна база в області CALS-технологій має, зокрема, забезпечувати:

- регламентацію безупинної комп'ютеризованої підтримки ЖЦ створення та експорту складної наукоємної продукції з урахуванням вимог міжнародних і закордонних стандартів;
- формування стандартизованого комплексу технологій роботи з даними, що мають відношення до ЖЦ виробів, включаючи дані про сам продукт, процеси його створення та середовище, що врешті-решт спрямовані на ефективне спільне використання даних;
- створення, впровадження та експлуатацію типових програмно-апаратних засобів;
- інтеграцію інформаційних систем різних рівнів і видів, систем автоматизованого проектування й автоматизованого виробництва на основі застосування технології відкритих систем і методів функціональної стандартизації.

Стандарти розділені на кілька груп, вони дозволяють у єдиних інтегрованих інформаційних моделях всебічно відбивати всі аспекти ЖЦ виробу - від формулювання вимог щодо майбутнього виробу до юридичного супроводження інформації, що спільно використовується:

1. Функціональні стандарти регламентують процеси й методи формалізації даних про виріб, процеси і керівні матеріали з використання CALS-технологій у предметних областях діяльності:

опис інформаційного змісту процесів і формулювання вимог до інформації, необхідної для реалізації цих процесів. Ці стандарти визначають функціональні вимоги до процесів: управління конфігурацією, постачання запасних частин, технічного обслуговування, ремонту усіх видів, змін і відновлення інформації про виріб (послугу), а також повідомлення про несправності/рекламації.

2. Інформаційні стандарти описують дані про виріб і процеси: подають загальні визначення інформаційних елементів, відносин, захисту даних і доступності даних. Ці стандарти спрямовані на забезпечення єдиного подання: тексту, графіки, інформаційних структур і даних про проект, даних для виробництва і для супроводження виробу; єдиного подання при передачі і збереженні інформації, при документуванні даних про виріб. Наприклад, застосовуються такі стандарти:

- загальний опис елементів даних про вироби та доступ до них (STEP);

- формування бібліотек даних про комплектуючі вироби (P\_LIB);
- подання виробничих даних (MANDATE);
- загальний опис текстової інформації (SGML);
- стандарт подання графіки (CGM);
- базова специфікація обміну графікою (IGES);
- експлуатаційна модель продукту (HyTime);
- загальний опис моделі ЖЦ виробу (IDEF) та ін.

3. Стандарти технічного обміну контролюють носії інформації та процеси обміну даними між передавальними та приймальними системами (визначають загальний набір правил для обміну інформацією в цифровій формі). Ряд стандартів технічного обміну - це загальні правила цифрового обміну інформацією:

- при використанні CD-ROM (ISO 9660 і MIL-STD 1840B);
- в управлінні, торгівлі, транспорті (EDIFACT);
- при обміні даними по Internet.

4. Стандарти щодо захисту інформації являють собою загальні вимоги до програмних та апаратних засобів захисту інформації (у тому числі шляхом застосування ЕЦП, включаючи алгоритми шифрування й управління ключами) у державному масштабі, у корпоративному застосуванні або в рамках підприємства.

5. Стандарти з ЕЦП забезпечують інформаційну безпеку на основі методів і засобів захисту інформації, у тому числі шляхом обов'язкового підтвердження цілісності електронного документу та аутентифікації підпису (з використанням різних алгоритмів і кеш-функцій) для юридичного вирішення питань спільного використання інформації.

Ефективність застосування CALS-технологій потребує неухильного

дотримання всіма учасниками вимог регламентованих стандартів, процедур, правил, технічних рішень [8].

CALS-стандарти, що встановлюють формати і правила електронного визначення виробу (Electronic Product Definition - EPD), обміну електронною інформацією, є ключовим рішенням основних задач інформаційних технологій. При цьому забезпечується інформаційна інтеграція на основі таких інтегрованих моделей: виробу (продукту), процесів, які виконуються протягом бізнес-процесів ЖЦ, і середовища, в яких відбуваються стадії ЖЦ.

Рівні моделей даних:

а) *стадії ЖЦ виробу*: визначення потреби, функціональності, дослідження ринку – маркетинг; проектування, конструювання, підготовка виробництва (у тому числі процеси закупівлі); виробництво, надання послуг, пакування, збереження; реалізація; установлення, введення в експлуатацію, технічна допомога, обслуговування, експлуатація, утилізація;

б) *виріб (продукція)*: концептуальна модель; конструкторська модель; виробничо-технологічна модель; модель збуту (ціни, умови продажу та ін.); дані, необхідні для експлуатації, ремонту та обслуговування виробу, дані про хід експлуатації;

в) *процеси протягом ЖЦ*: моделі процесів маркетингу, проектування, розробки, планування, закупівель і т.д.; моделі процесів виробництва, продажу, експлуатації, ремонту та обслуговування;

г) *середовище, в якому відбуваються стадії ЖЦ*: моделі ринку і його сегментів; моделі інженерно-управлінського та виробничо-технологічного середовищ; модель середовища збуту (продажу); модель експлуатаційного середовища.

Кожен рівень моделі даних має своє наповнення на кожній стадії ЖЦ, а самі рівні моделей пов'язані між собою, тобто за рахунок повного електронного визначення виробу (у тому числі процесів і середовища, в яких воно створюється та існує) забезпечується єдина наскрізна інформаційна підтримка всіх стадій ЖЦ на всіх рівнях. Таким чином, ці інформаційні моделі є фундаментом для побудови як автоматизованих систем управління окремими стадіями ЖЦ, так і їхньої інтеграції в єдину інтегровану систему.

Інформація про виріб - це набір даних, що породжуються і використовуються на всьому його ЖЦ і містять інформацію про конфігурацію та структуру виробу, характеристики і властивості, організаційну інформацію (опис процесів, пов'язаних зі зміною даних про виріб, необхідні ресурси - люди, матеріали і т.д.), інформацію про проведені контрольні випробування, документи на виріб з моменту його проектування до його продажу і подальшого обслуговування і т.д. (рис. 3.1).



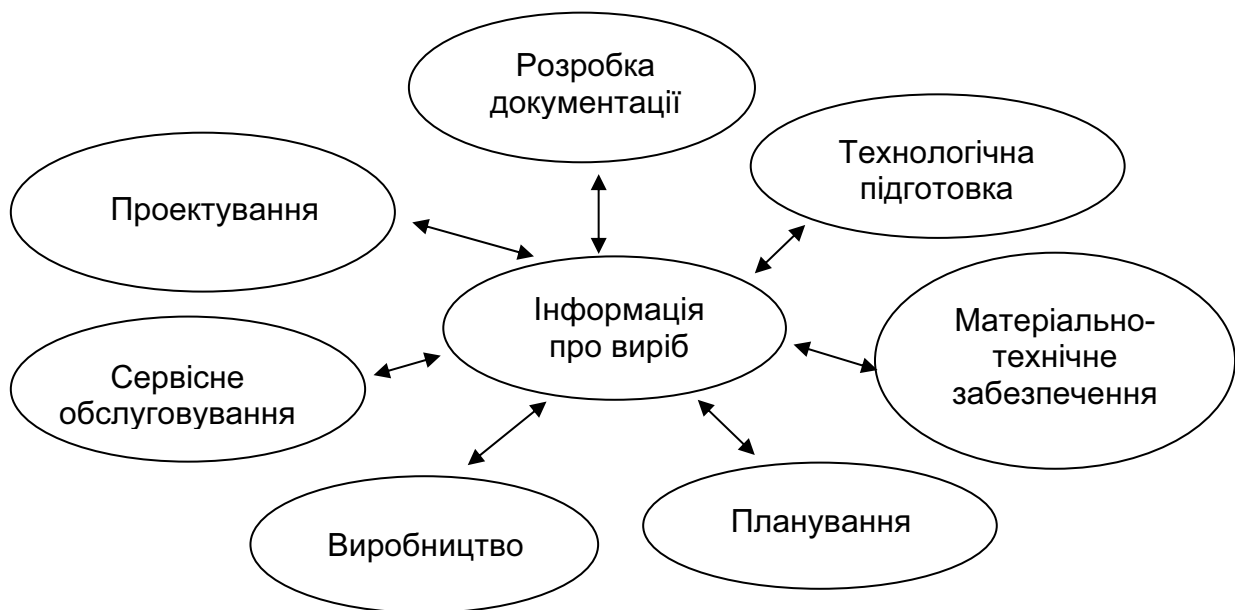


Рис. 3.1. Інформація про виріб і процеси ЖЦ виробу

Весь обсяг інформації про виріб можна розподілити за етапами його ЖЦ:

1. *Конструкторські дані про виріб* - сукупність інформаційних об'єктів, які породжуються у процесі проектування і розробки виробу, що містить дані про склад виробу, геометричні моделі виробу, його компоненти та їхні технічні характеристики, про їхні взаємозв'язки в структурі виробу, результати розрахунків і моделювання, допуски на виготовлення деталей та ін.

2. *Технологічні дані про виріб* - сукупність інформаційних об'єктів, які породжуються на стадії технологічної підготовки виробництва й асоціюються з інформаційними об'єктами, що описують виріб і його компоненти, яка містить дані про способи виготовлення та контролю виробу і його компонентів у процесі виробництва (у тому числі вхідного контролю покупних виробів і матеріалів), опис маршрутних та операційних технологій, норми часу й витрати матеріалів, програми управління для станків із ЧПК, а також дані для проектування пристроїв і спеціального різального та вимірювального інструменту тощо.

3. *Виробничі дані про виріб* - сукупність інформаційних об'єктів, що породжуються у процесі виробництва і асоціюються з інформаційними об'єктами, що описують виріб і його компоненти, яка містить дані про статус конкретних екземплярів виробу і його компонентів у виробничому циклі.

4. *Дані про якість виробу* - сукупність інформаційних об'єктів, що при виконанні усіх видів контролю асоціюються з інформаційними об'єктами, що описують виріб і його компоненти, яка містить дані про ступінь відповідності конкретних екземплярів виробу і його компонентів заданим технічним вимогам, технічним умовам, вимогам

стандартів та інших нормативно-технічних документів.

5. *Логістичні дані про виріб* - сукупність інформаційних об'єктів, які породжуються у процесі проектування та розробки і асоціюються з інформаційними об'єктами, що описують виріб і його компоненти, яка містить дані, необхідні для інтегрованої логістичної підтримки виробу на поствиробничих стадіях ЖЦ виробу.

6. *Експлуатаційні дані про виріб* - сукупність інформаційних об'єктів, які породжуються в процесі проектування та розробки, що містить дані, необхідні для організації обслуговування, ремонту й інших дій, які забезпечують працездатність виробу, інтерактивний електронний технічний посібник з експлуатації й ремонту.

Дані про виріб займають значну частину загального обсягу інформації, що використовується протягом ЖЦ. На їхній основі визначаються задачі виробництва, матеріально-технічного постачання, збуту, експлуатації, ремонту та ін. Інформаційна інтеграція цих процесів і спільне використання даних забезпечуються застосуванням відповідних стандартів.

Інформація про виріб, що формується на окремих стадіях його ЖЦ (маркетинг, проектування, виробництво, експлуатація й утилізація), широко використовується протягом усього ЖЦ. Інформація збирається за допомогою різних комп'ютерних систем, у тому числі розташованих у різних організаціях. Для організації ЄІП для всіх учасників ЖЦ продукту у CALS-технологіях пропонується застосування інтегрованої інформаційної моделі виробу, що містить повну інформацію про виріб. Таким чином, виникає потреба в єдиній, зрозумілій для комп'ютерів формі подання інформації про виріб, а також необхідність забезпечення організації інформаційного обміну між різними комп'ютерними системами.

За кордоном роботи проводяться в рамках ISO TK184. У США та інших країнах НАТО розроблені нормативні документи містять міжнародні стандарти (ISO), федеральні стандарти США (FIPS), військові стандарти США (MIL), стандарти країн НАТО. Нині більш 150 нормативних документів застосовуються на таких етапах ЖЦ продукції, як проектування та аналіз бізнес-процесів, створення й експлуатація виробів, матеріально-технічне постачання. Держстандарт Росії розглядає стандартизацію в області CALS-технологій як один із пріоритетних напрямків своєї діяльності [14].

Перелік основних міжнародних стандартів в області CALS-технологій:

1. *Подання інформації про продукт:*
  - ISO/IEC 10303 Standard for the Exchange of Product Model Data (STEP);
  - ISO 13584 Industrial Automation - Parts Library.
2. *Подання текстової та графічної інформації:*
  - ISO 8879 Information Processing - Text and O;

- ISO/IEC 10179 Document Style Semantics and Specification Language (DSSSL);
- ISO/IEC IS 10744 Information Technology - Hypermedia/Time Based Document Structuring Language (HyTime);
- ISO/IEC 8632 Information Processing Systems - Computer Graphics - Metafile;
- ISO/IEC 10918 Coding of Digital Continuous Tone Still Picture Images (JPEG);
- ISO 11172 MPEG2 Motion Picture Experts Group (MPEG) Coding of Motion Pictures and associated Audio for Digital Storage Media;
- ISO/IECS 13522 Information Technology - Coding of Multimedia and Hypermedia Information (MHEG);
- ISO 8879 Information Processing - Text and Office System - Standard Generalized Markup Language (SGML).

### 3. Стандарти загального призначення:

- ISO 11179 Information Technology - Basic Data Element Attributes;
- ISO 3166 Information Processing - Country Name Representations;
- ISO 31 Information Processing Representation of Quantities and Units;
- ISO 4217 Information Processing - Currencies and Funds;
- ISO 639 Information Processing Coded Representation of Names of Languages;
- ISO 8601 Information Processing - Date/Time Representations.

Фундаментом CALS-технологій є система єдиних міжнародних стандартів ISO 10303 (STEP) і ISO 13584 (P\_LIB).

STEP (STandard, Exchange, Product) - неофіційна назва стандарту ISO 10303. Кожен том документації ISO 10303 починається з однієї й тієї ж преамбули, що визначає призначення та структуру ISO 10303, а саме: "ISO 10303 - міжнародний стандарт для комп'ютерного подання й обміну даними про продукт". Мета стандарту - дати нейтральний механізм опису даних про продукт на всіх стадіях його ЖЦ, який не залежить від конкретної системи. Природа такого опису робить його придатним не тільки для нейтрального файлу обміну, але й базисом для реалізації та поширення БД про продукт, а також для архівації.

ISO 10303 організовано у серії томів, кожний з яких публікується окремо. Томи цього міжнародного стандарту розподілені по таких серіях: методи опису, інтегровані ресурси, протоколи додатків, набори абстрактних тестів, форми реалізації та тестування відповідності.

STEP - стандарт для обміну даними про виріб, що задає повну модель виробу і способи реалізації обміну даними та є незалежним від програмно-апаратної платформи.

Наведене визначення ISO 10303 потребує коментарів:

1. Під продуктом не обов'язково розуміти матеріальний продукт виробництва, продуктом вважається результат будь-якого процесу, наприклад розробки технологічного плану.

2. Стверджувати, що ISO 10303 є стандартом обміну даними про продукт, можна лише при розширеному трактуванні STEP (ISO 10303) як стандарту, що містить стандарти P\_LIB і MANDATE. З технологічної точки зору це так і є, оскільки P\_LIB і MANDATE будуються на базі стандарту STEP, запозичаючи з нього методи опису (мова EXPRESS), форми реалізації (обмінний файл і інтерфейс доступу до даних) і, при необхідності, інтегровані ресурси (інформаційні структури). З точки зору користувача кожен з трьох стандартів має свою предметну область:

- P\_LIB визначає засіб опису продукту у сфері обігу (тут під продуктом уже розуміють матеріальний продукт виробництва, що бере участь у товарообміні);
- граничні можливості STEP визначаються поняттям "статика виробництва", а потокові можливості (відповідно складу опублікованих на даний момент частин) не набагато ширші поняття "CAD-система" - головної ролі STEP із позицій P\_LIB;
- MANDATE описує динаміку виробництва як зовні (зв'язок виробництва із зовнішнім середовищем), так і усередині (матеріальні та інформаційні потоки в організаційно-виробничій структурі, коротше - інтегрована модель виробництва).

Таким чином, ролі стандартів, що названі у моделюванні виробництва, розподілені в такий спосіб:

Тип моделі	Виробництво	
	Зовні	Усередині
Статика	STEP	P_LIB
Динаміка	MANDATE	

Стандарт STEP складається із семи компонентів, кожен з яких має своє призначення і відіграє свою роль при організації інформаційного обміну: опис, реалізація, тестування на відповідність, інтегровані ресурси, протоколи застосування, набори абстрактних тестів, прикладні інтерпретовані елементи. Структуру STEP можна умовно зобразити схемою, що складається з трьох рівнів.

Перший рівень є ядром стандарту і містить інструментарій STEP – методи опису і реалізації та методологію тестування, за допомогою якого задаються інші компоненти стандарту, а також реалізується інформаційний обмін. На другому рівні знаходиться базове подання інформації про виріб – інтегровані ресурси, що є інваріантними стосовно предметної області. Це подання містить базову інформаційну модель виробу, яка задана за допомогою інструментарію STEP. Третій рівень містить представлення інформації про виріб, специфічні для конкретної предметної області (наприклад, машинобудування, автомобілебудування, суднобудування тощо). Таке уявлення містить інформаційну модель виробу для конкретної предметної області та опирається як на інструментарій STEP (перший рівень), так і на базову модель виробу (другий рівень). Нижче

наведено коротку характеристику п'яти основних компонентів STEP.

Методи опису призначені для опису інформаційних моделей інтегрованих ресурсів і протоколів застосування STEP. Для цього потрібна формалізована мова, однаково зрозуміла для людей й комп'ютерів. Основним методом опису стандарту STEP є мова EXPRESS (ISO 10303-11), що являє собою формалізовану мову опису інформаційних моделей, тобто інформаційного моделювання. Крім текстового представлення в STEP є графічна частина мови - EXPRESS-G.

Методи реалізації призначені для реалізації обміну даними відповідно до STEP і є незалежними від ПЗ та предметної області.

Серед видів методів реалізації відокремлюють обмінний файл (ISO 10303-21) і програмний інтерфейс SDAI (ISO 10303-22).

Сьогодні найбільш розповсюдженим способом обміну даними між комп'ютерними системами є обмін за допомогою файлів. У стандарті STEP цей спосіб подано у вигляді «обмінного файла», формат якого визначений у розділі ISO 10303-21. Обмінний файл STEP являє собою текстовий або двійковий файл особливої структури, що містить дані, які є предметом обміну. Склад обмінного файла визначається інформаційною моделлю, відповідно до якої відбувається обмін (ця модель має бути описана мовою EXPRESS), і власне даними, поданими відповідно до інформаційної моделі, що використовується.

Методологія тестування на відповідність задає основні принципи тестування різного ПЗ на відповідність стандарту STEP. Набір методів, що використовується для перевірки ПЗ на відповідність STEP, залежить від методу реалізації обміну даними, який використовується в даному ПЗ. Однак набір методів перевірки на відповідність є інваріантним стосовно протоколу застосування (через те, що методи реалізації не залежать від предметної області і, отже, від протоколу застосування), реалізованому програмним засобом, який перевіряється, і тим більше стосовно самого ПЗ.

Інтегровані ресурси задають базове подання інформації про виріб, інваріантне стосовно предметної області. Вони є основою при побудові специфічного для конкретної предметної області подання інформації про виріб - протоколу застосування і містять базову інформаційну модель виробу. Ця модель виробу задана мовою EXPRESS і не призначена для інформаційного обміну, а використовується для побудови специфічних для конкретних предметних областей інформаційних моделей виробу, що входять до складу протоколів застосування. Елементами базової моделі виробу є такі поняття як „виріб”, „людина”, „організація”.

Протокол застосування є спеціальним поданням інформації про виріб. Під словом „спеціальне” розуміють той факт, що подання інформації про виріб, яке задається у протоколі застосування, є специфічним для деякої конкретної предметної області на відміну від

базового подання в інтегрованих ресурсах, інваріантного стосовно предметної області. Протоколи застосування використовуються при організації обміну даними, тобто структура інформації, переданої у процесі обміну, має відповідати поданню даних про виріб, що використовує протокол застосування. Прикладами предметних областей, що охоплюються протоколами застосування STEP, є машинобудування (ISO 10303-203), автомобілебудування (ISO 10303-214), суднобудування (ISO 10303-215) та ін.

На рис. 3.2 наведено схематичний варіант використання міжнародного стандарту ISO 10303 STEP для організації обміну даними між різними комп'ютерними системами. Цей варіант можна застосовувати як до окремого підприємства, так і до обміну даними між партнерами з кооперації, у тому числі ВП [7].

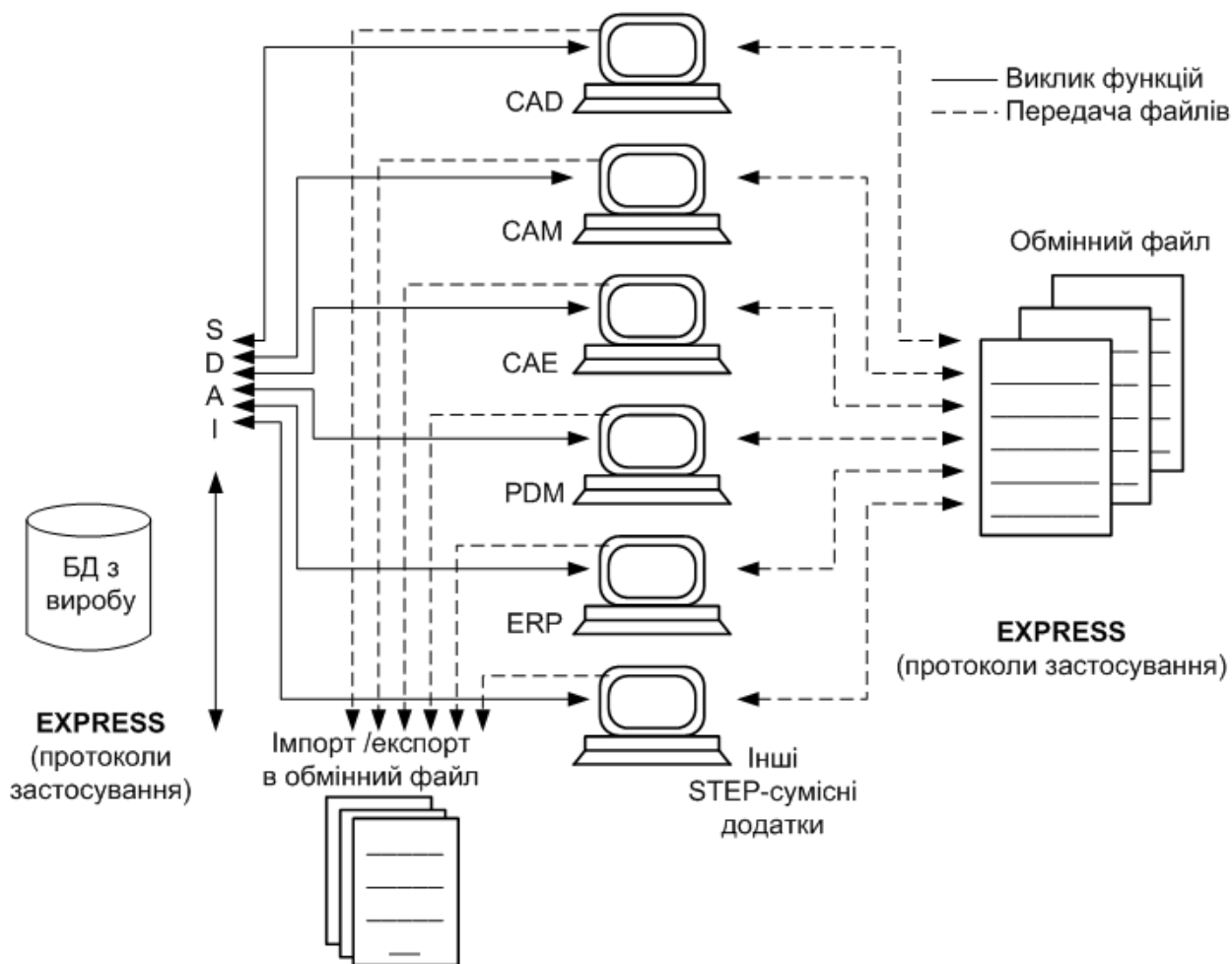


Рис. 3.2. Застосування STEP

Основою організації інформаційного обміну є комп'ютерні системи, які застосовуються на підприємстві або групі підприємств. Єдиною вимогою до цих систем є відповідність стандарту STEP. Як типи інтегрованих систем можуть застосовуватися такі:

- системи автоматизованого проектування (CAD - Computer Aided Design);

- системи автоматизованої підготовки виробництва (CAM - Computer Aided Manufacturing);
- системи управління даними про виріб (PDM - Product Data Management);
- системи управління ресурсами підприємства (ERP - Enterprise Resource Planning);
- інші STEP-сумісні системи і додатки.

У STEP існує два методи реалізації обміну даними - обмінний файл і програмний інтерфейс SDAI. У разі, коли комп'ютерні додатки, що використовуються, мають лише можливості генерації та читання обмінних файлів, організація такого способу обміну потребує лише узгодження протоколів застосування або використання спеціальних програм перетворення даних між протоколами застосування. Після цього можлива передача даних між додатками у вигляді обміну файлами (пунктирні лінії на схемі).

Більш прогресивним способом обміну даними є застосування БД виробу з доступом за допомогою реалізації програмного інтерфейсу SDAI на одній або декількох мовах програмування (C++, Java). У цьому випадку також буде необхідно попереднє узгодження використання протоколів застосування, а вимоги до комп'ютерних додатків будуть більш високими: вони мають підтримувати доступ до БД виробу за допомогою SDAI. Процес обміну даними - звертання додатків до БД за допомогою виклику функцій інтерфейсу SDAI (суцільна лінія на схемі).

У той же час існує можливість організації БД виробу з SDAI-доступом і за умови здатності додатків працювати тільки з обмінним файлом. Для цього потрібно застосовувати окремий модуль імпорту обмінних файлів у БД і експорту обмінних файлів із БД. У такому разі процес обміну даними буде складатися зі створення додатком обмінного файла STEP, який буде інтерпретований модулем імпорту/експорту, у результаті чого інформація з обмінного файла потрапить у БД виробу. Для одержання інформації з БД крім прямого доступу за допомогою виклику функції SDAI можна скористатися тим же модулем імпорту/експорту, щоб одержати необхідну інформацію із БД і створити на її основі обмінний файл, що може бути переданий за призначенням. Сам модуль імпорту/експорту обмінних файлів працює з БД виробу через інтерфейс SDAI. Підтримка STEP може відбитися або в здатності обмінюватися даними із застосуванням STEP, або в здатності спеціальним чином обробляти STEP-дані. На цій підставі все ПЗ, що підтримує STEP, можна розділити на дві категорії: прикладні системи і спеціалізовані засоби.

Основним призначенням прикладних систем (сюди входять CAD-, CAM-, PDM-, ERP-системи) є створення та обробка даних про виріб. Ці системи, як правило, мають власну модель даних, але обмін даними з

іншими системами вони здійснюють у тому числі і за допомогою стандарту STEP. Зараз переважна більшість прикладних систем підтримує обмежену кількість протоколів застосування (в основному ISO 10303-203) і обмінний файл як метод реалізації обміну. Підтримку STEP здійснюють практично усі провідні промислові системи.

Спеціалізовані засоби підтримки STEP можна розділити на три категорії: конвертори, БД і інструментальні пакети. Конвертори дозволяють перетворювати інформацію зі STEP-форматів в інші формати даних. До таких відносяться системи, що дозволяють перетворити геометричний опис виробу з обмінного файла STEP у файл у форматі специфікації IGES, і навпаки. Іншим прикладом є конвертор, що перетворює інформаційну модель мовою UML (Unified Modeling Language - єдина мова моделювання) в інформаційну модель мовою EXPRESS.

Існують реалізації вже згаданих раніше БД виробу з доступом через програмний інтерфейс SDAI. Найвідомішою комерційною реалізацією таких БД є пакет EXPRESS Data Manager. Нарешті, існують цілі інструментальні пакети, що дозволяють не тільки робити різноманітну обробку STEP-даних (як інформаційних моделей на EXPRESS, так і обмінних файлів різних протоколів застосування), але й самостійно розробляти комп'ютерні додатки, що підтримують STEP. Прикладом інструментального пакета є продукт ST-Developer, що містить у комплекті постачання спеціалізовані програми.

Основою такої форми подання є міжнародний стандарт ISO 10303 (STEP). Перевага при використанні єдиного стандарту для обміну даними про виріб визначається можливістю легко організувати інформаційний обмін між усіма комп'ютерними системами, що використовуються протягом ЖЦ виробу (рис. 3.3). У протилежному разі інформаційний обмін буде вестися між кожною парою комп'ютерних систем, що має істотні недоліки:

- неможливість створення інтегрованої моделі виробу;
- необхідність придбання великої кількості конверторів форматів:  $N(N+1)$  штук, де  $N$  - кількість їх комп'ютерних систем, що використовуються.

У разі застосування стандарту STEP кількість конверторів скорочується до  $2N$  штук.

Крім того, STEP має статус міжнародного стандарту, що полегшує взаємодію із закордонними партнерами. У порівнянні з попередніми форматами для обміну даними про виріб (у першу чергу IGES) STEP також має переваги:

- STEP задає не тільки інформаційну модель, але й способи реалізації обміну даними;
- крім геометричної інформації STEP містить негеометричні дані



про виріб (структуру виробу, адміністративні дані, конфігурацію).

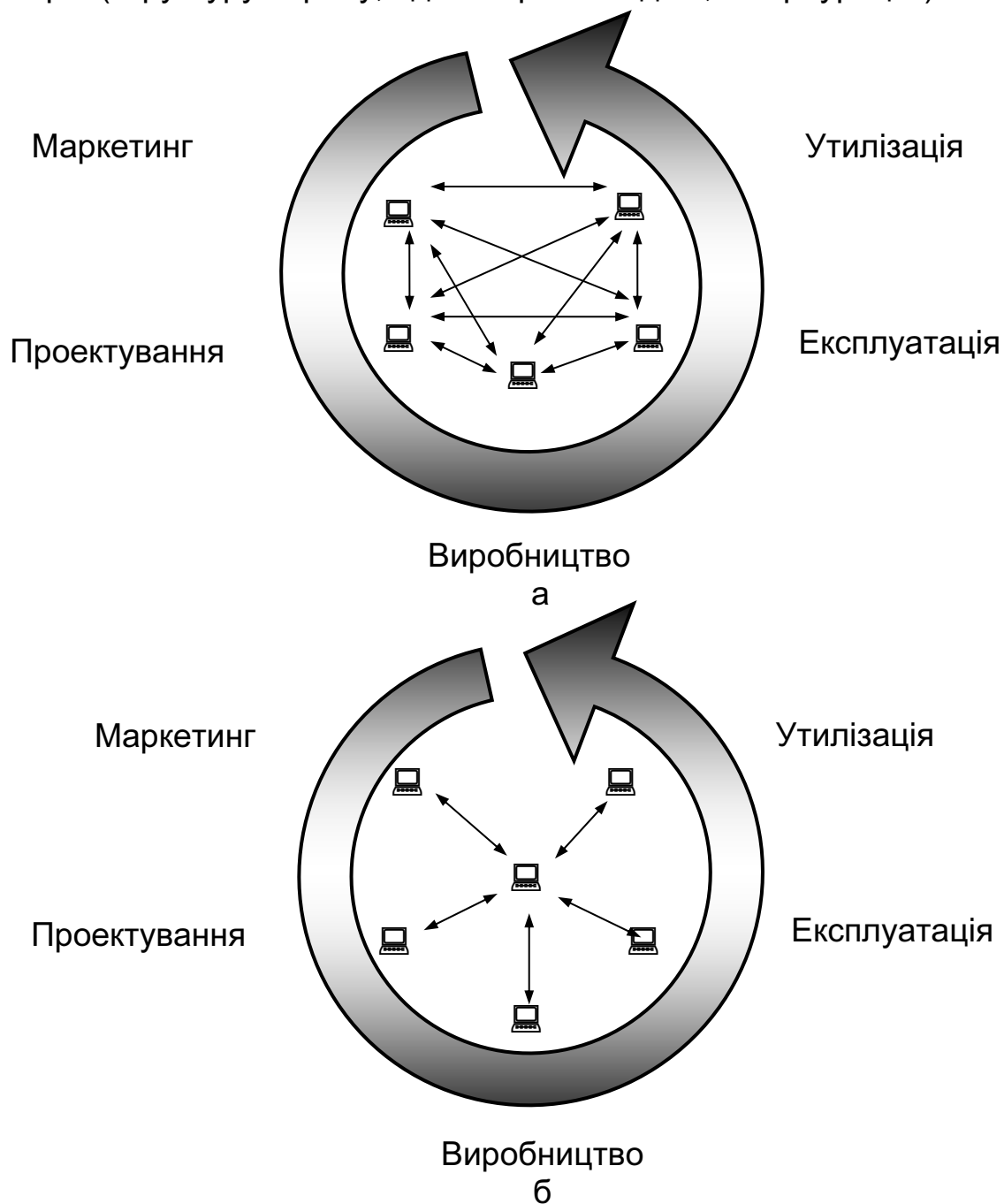


Рис. 3.3. Порівняння різних способів обміну даними на етапах ЖЦ виробу: а – при відсутності стандарту; б – при наявності стандарту

Подання конструкторсько-технологічних даних про виріб регламентується стандартами серії ISO 10303 і ISO 13584, що підтримують більшість сучасних закордонних і вітчизняних систем CAD/CAM і PDM.

Відповідно до ISO 10303 електронна конструкторська модель виробу містить ряд компонентів:

1. Геометричні дані (твердотільні поверхні з топологією, фасетні поверхні, сітчасті поверхні з топологією і без топології, креслення та

ін.).

2. Інформація про конфігурацію виробу та адміністративні дані (ідентифікатори країни, галузі, підприємства, проекти, класифікаційні ознаки тощо; дані про варіанти складу й структури виробу; дані про зміни конструкції й інформацію про документування цих змін; дані для контролю різних аспектів проекту або вирішення питань, пов'язаних з особливостями та варіантами складу й конфігурації виробу; дані про контракти, відповідно до яких ведеться проектування; дані про таємність; умови обробки, у тому числі фінішної, дані про застосовність матеріалів, зазначені проектувальником для даного виробу; дані для контролю й обліку випущеної версії розробки; ідентифікатори постачальників і їх кваліфікації).

3. Інженерні дані в неструктурованій формі, підготовлені за допомогою різних програмних систем у різних форматах.

Для подання інформації, необхідної при експлуатації та технічному обслуговуванні виробу, використовуються технології, регламентовані стандартами ISO 8879, ISO 10744, а також специфікаціями асоціацій виробників аерокосмічної техніки AECMA-1000D і AECMA-2000M. Відповідно до вимог стандартів експлуатаційна і ремонтна документація створюється у формі інтерактивних електронних технічних посібників, що інтегрують дані та програмні засоби підтримки обслуговування, планування потреб у матеріальних ресурсах, контролю й діагностики, накопичення даних про хід експлуатації.

Для подання різним прикладним програмам, наприклад CAD, CAM, MRP, системам підготовки експлуатаційної документації в електронному вигляді, системам автоматизації складів або бухгалтерським програмам можливості доступу до необхідного для них набору даних розроблених і набув широкого застосування міжнародний стандарт ISO 10303 (STEP) - стандарт про подання інформації про виріб і способи роботи з нею (рис. 3.4).

Фірмою Computervision розроблена технологія „Повне електронне визначення виробу” (ПЕВВ або EPD - Electronic Product Definition). Ключова ідея ПЕВВ полягає в створенні єдиної складної цифрової моделі виробу, що розроблюється. З цією моделлю взаємодіє кожен учасник усього ЖЦ продукції, починаючи з моменту дослідження потреби ринку у виробі з конкретними споживчими властивостями і закінчуючи його утилізацією після закінчення терміну його експлуатації. При цьому робота кожного окремого учасника виключає перешкоди діям інших учасників, виключається також неоднозначність визначення виробу, оскільки існує тільки одна актуальна копія даних, що представляють окрему деталь, підскладання, процес аналізу та розрахунку технічних параметрів або траєкторію різального інструменту для обробки на станках із ЧПК.

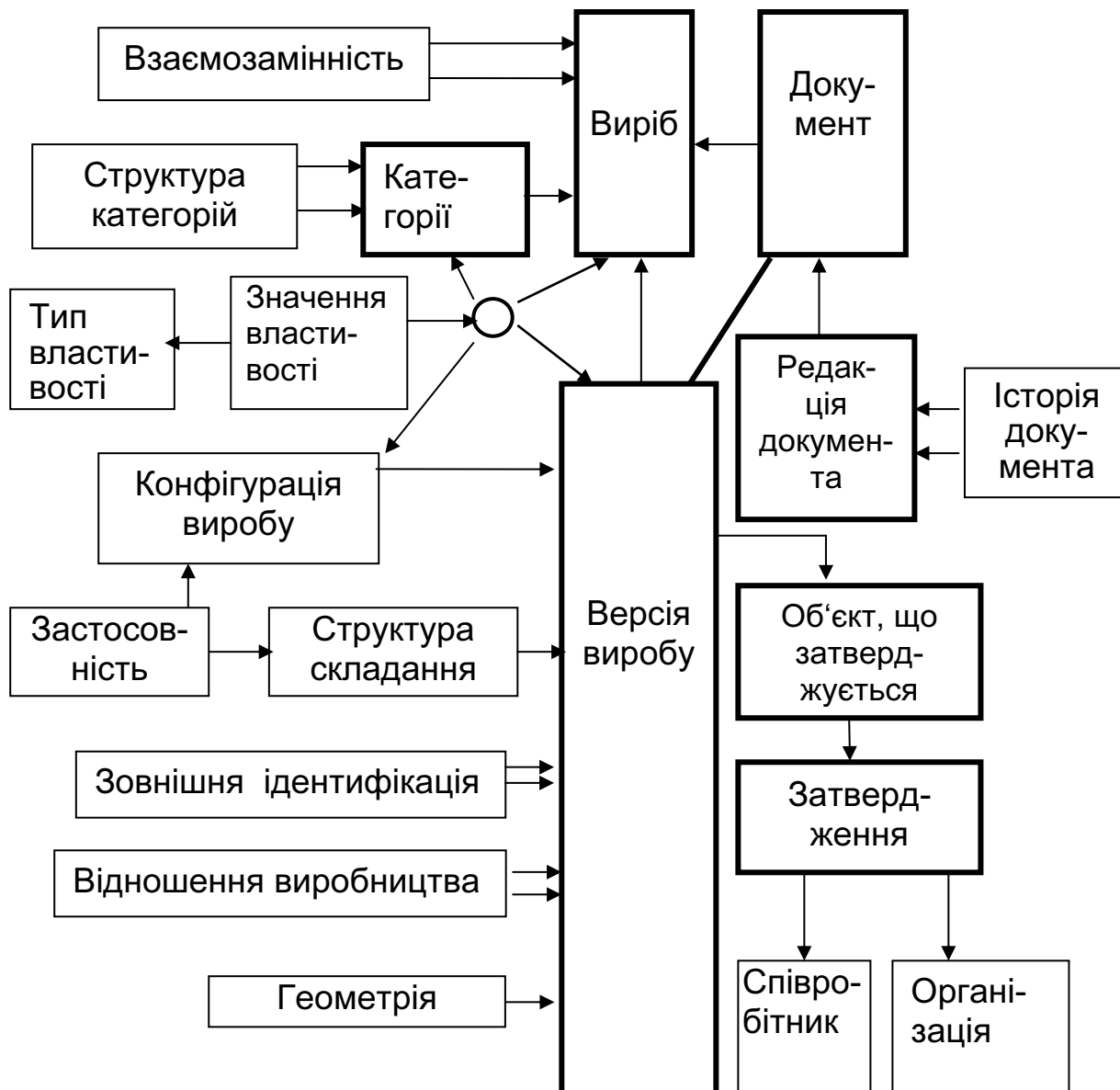


Рис. 3.4. Схема опису виробу відповідно до стандарту ISO 10303

ISO 13584 подає інформацію про бібліотеку виробів разом з необхідними механізмами і визначеннями, що забезпечують обмін, використання та коригування даних бібліотеки виробів. Тут мається на увазі обмін між різними комп'ютерними системами та середовищами, пов'язаними з повним ЖЦ виробу, де можуть використовуватися вироби бібліотеки, включаючи проектування, виготовлення, експлуатацію, обслуговування та утилізацію продукту.

Нині як функціональні стандарти в CALS розглядаються стандарти, що визначають функціональні вимоги для введення виробів в експлуатацію і їх підтримки протягом усього ЖЦ. Дана група стандартів охоплює область розробки функціональних вимог до таких процесів:

- управління конфігурацією;
- постачання запасних частин (початкові й додаткові);

- технічне обслуговування, ремонт і капітальний ремонт;
- модифікація та перегляд (відновлення інформації) експлуатаційного моніторингу й повідомлення про несправності.

Область дії розглянутих стандартів містить також інформацію, необхідну для роботи організацій замовника і постачальника, а також для обміну даними між ними. Міжнародні стандарти створюються на основі досвіду розробки багатьох існуючих стандартів у різних країнах.

Крім названих вище стандартів, що охоплюють функціональні специфікації в області логістики, у CALS широко використовується спосіб функціонального моделювання, розроблений раніше в проекті USAF „Інтегроване виробництво” і названий IDEF [15].

IDEF призначений для опису різних етапів ЖЦ виробів і являє собою графічну мову та набір процедур аналізу, що можуть бути використані при проектуванні виробу як у структурі реального підприємства, так і віртуального [15].

У міжнародних стандартах серії ISO 9004 (управління якістю продукції) введено поняття „життєвий цикл виробу”. Дане поняття містить такі етапи ЖЦ виробу: маркетинг, пошук і вивчення ринку; проектування і/або розробка технічних вимог до продукції; матеріально-технічне постачання; підготовка та розробка технологічних процесів; виробництво; контроль, проведення випробувань і обстежень; упакування та збереження; реалізація і/або розподіл продукції; монтаж, експлуатація; технічна допомога в обслуговуванні; утилізація після завершення використання продукції [16].

Крім міжнародних стандартів, розроблених ISO, створено стандарти CALS з індексами MIL і FIPS, що зайвий раз доводить пріоритетність розробки технології CALS США і їх військовим відомством (найчисленніша група стандартів CALS має індекс MIL - стандартний індекс для документів, розроблених у Міністерстві оборони США). Абревіатура FIPS означає федеральний стандарт обробки інформації.

### **3.2. Напрямки стандартизації у світі**

До стандартів CALS традиційно відносять інформаційні стандарти і специфікації по таких предметних областях:

- загальні принципи електронного обміну даними та визначальні організаційно-технічні аспекти електронної взаємодії;
- технології забезпечення безпеки даних, їхнє шифрування в процесі обміну, застосування ЕЦП для підтвердження їхньої вірогідності та ін.;
- формати і моделі даних про виріб, технологію подання даних, способи доступу та використання даних, що описують виробу, процеси й середовище, в яких відбувається ЖЦ виробу.

За місцем розробки ці стандарти й специфікації можна розділити

так [15]:

- стандарти міжнародної організації зі стандартизації (ISO);
- військові стандарти та специфікації НАТО;
- національні стандарти (стандарти Міністерства оборони США ; стандарти Міністерства оборони Великобританії; федеральні стандарти США; Міжнародні специфікації Європейського авіаційного консорціуму (AECMA) та ін.).

Незалежно від країни і відомчої приналежності розробника ці стандарти фактично мають статус міжнародних. Приклади стандартів електронного обміну і управління даними, електронні технічні посібники, їх структура та формат наведено у доданках Д.1 і Д.2.

Розробка стандартів P\_LIB і MANDATE була ініційована практично одночасно (у 1991 р.). Однак наявні на даний момент результати не зрівнянні. Майже завершено стандарт P\_LIB, а щодо MANDATE немає матеріалів узагалі. Тому далі розглядаються тільки STEP і P\_LIB.

Як уже зазначалося, мета ISO 10303 (STEP) - дати стандарт опису даних про продукт на всіх стадіях його ЖЦ. Оскільки склад даних про продукт істотно залежить як від дисципліни (класифікаційної групи) продукту, так і від стадії його ЖЦ, кінцевою метою ISO 10303 є розробка багатьох окремих інформаційних моделей, протоколів, додатків (AP), кожний з яких характеризується своїм контекстом - дисципліною й стадією ЖЦ продукту. У той же час було б невірною розробляти AP без урахування їхнього окремого перетину по інформаційних об'єктах, тобто можливості виділення в кожному AP контекстно-незалежної частини й об'єднання цих частин у групу моделей верхнього рівня - інтегрованих ресурсів.

Підкомітетом TC184/SC4 був вибраний найпростіший спосіб реалізації цієї можливості, а саме:

- спочатку розробити в досить повному обсязі структуру і склад інтегрованих ресурсів і відповідний набір первинних сутностей;
- розробити наступники сутностей, подані інтегрованими ресурсами (IP);
- при виникненні виняткової ситуації, коли для сутності не вдається знайти предків в IP, її склад поповнюється необхідними об'єктами.

Склад документації з інформаційних моделей ISO 10303 відкритий для поповнення новими томами в рамках угоди про те, що для IP виділяються номери томів в інтервалі 41 - 199, а для AP - в інтервалі 201 - 1199. Крім того, документація з IP розділяється на серію загальних ресурсів (томи 41 - 99) і серію ресурсів додатків (томи 101 - 199). На відміну від загальних ресурсів, сфера застосування яких цілком контекстно-незалежна, ресурси додатків орієнтовані на конкретні області застосування. Нарешті, до категорії IP можна віднести і бібліотеку AIC - Express-схем, що описують окремі поняття

предметної області, які використовуються у двох і більш АР. Така форма забезпечення інформаційної сумісності різних АР підтримується централізованим веденням цієї бібліотеки спеціальною службою SC4.

Зараз найбільш пророблена як за складом, так і за статусом документів (велика частина томів цієї серії вже має статус затвердженого стандарту - ISO), серія інтегрованих загальних ресурсів. Серія подана такими томами:

- 41 - основи опису та підтримки продукту;
- 42 - геометричне й топологічне подання;
- 43 - структури подання;
- 44 - конфігурація структури продукту;
- 45 - матеріали;
- 46 - візуальне подання;
- 47 - допуски зміни форми;
- 49 - структура та властивості процесу.

Ключову роль у цій серії відіграє том 41, який визначає предметну спеціалізацію стандарту STEP. Том складається з таких розділів:

- загальні ресурси опису продукту;
- загальні ресурси управління;
- ресурси підтримки продукту.

Під продуктом розуміють результат будь-якого процесу. До ресурсів опису продукту відносяться такі схеми:

- контекст додатка;
- визначення продукту;
- визначення властивості продукту;
- подання властивості продукту.

Контекстом продукту є його "дисципліна", контекстом визначення продукту - специфікація стадії ЖЦ. Визначення властивості продукту й подання властивості продукту описуються окремо у зв'язку з тим, що одна і та сама властивість (наприклад геометрична форма) може бути подана різними способами.

Ресурси підтримки продукту - це перелік понять, що мають відношення до продукту у сфері виробництва. Ці ресурси подані схемами: дія; затвердження (продукту); сертифікація; контракт; дата - час; документ; зовнішні посилання; група; вимір; людина та організація; обмеження доступу; ресурси підтримки (у вузькому розумінні - уведення типів „ідентифікатор”, „мітка”, „текст”).

Нарешті, ресурси управління призначені для зв'язку перелічених ресурсів підтримки з даними про продукт при інтерпретації ІР на рівні АР. Зазначимо, що ІР призначено винятково для їхньої інтерпретації в АР, у зв'язку з чим популяція сутностей ІР у БД можлива тільки в складі даних того або іншого АР.

У томі 49 схема „дія”, подана у тому 41, розвивається до поняття „процес”, визначається структура процесу та властивості самого процесу, споживаних ресурсів і виробленого продукту. Інші томи серії загальних ресурсів призначені для опису властивостей продукту безвідносно до способу його створення і стосуються матеріального продукту, оскільки мова йде про матеріали і геометричну форму елементарних тіл і збірних конструкцій.

Інтегровані ресурси серії ресурсів додатків подані томами:

- 101 - креслення;
- 104 - скінченноелементний аналіз;
- 105 - кінематика.

Велика частина AP, відпрацьована у даний час до рівня Express-моделі AIM, пов'язана з підтримкою продукту на стадії конструювання. До цієї групи відносяться такі томи:

- 201 - явне креслення;
- 202 - асоціативне креслення;
- 203 - 3D-проектування механічних деталей і збірних конструкцій;
- 204 - проектування механічних об'єктів на основі граничного подання;
- 205 - проектування механічних об'єктів на основі поверхневого подання.

Стадію проектування технологій у машинобудуванні подано томом 213 – „План виготовлення деталі на основі процесів з ЧПК”. Спеціальні дисципліни продукту описані у таких томах:

- 207 - планування та проектування штампів металевого листа;
- 210 - проектування та виготовлення друкованих плат.

Виходячи з поданого списку AP, процес повномасштабної розробки AP тільки починається і поки що предметна область STEP не набагато ширше області САПР. Перелік запланованих у SC4 розробок AP на період до 2000-го року також не претендує на охоплення основних потреб в інформаційних моделях. Можливо, цей план поповниться пропозиціями з розробки взаємозалежних AP, які відпрацьовуються „по горизонталі”, і поки не готові для прийняття на рівні CS4. Однак причини недостатньої активності в розширенні списку AP пов'язані з недосконалістю принципів проектування системи STEP і, у першу чергу, з недооцінкою проблеми інформаційного обміну між AP [17].

У викладеній концепції проектування STEP усі AP знаходяться на одному рівні ієрархії. Інформаційна модель: кожен AP - це незалежне від інших AP „натуральне господарство”, а взаємозв'язок між такими господарствами відбувається за допомогою „товарообміну” кінцевими продуктами кожного AP. У цю схему добре вписується типова задача САПР - конструювання деталей (за допомогою програмних засобів підтримки AP 204, AP 205) з наступним складанням цих деталей у

єдину конструкцію (за допомогою засобів підтримки AP 203). Дійсно, „продуктообмін” у даному випадку складається з передачі геометричних моделей деталей з AP 204, AP 205 в AP 203, який забезпечується як стандартними методами реалізації STEP (обмінний файл, програмний інтерфейс доступу), так і стандартними засобами обміну даними між постачальником і користувачем у системі P\_LIB.

На випадок більш складних варіантів взаємозв'язку AP, ніж обмін кінцевими продуктами, у методах реалізації STEP передбачена можливість створення програмного продукту, що має доступ до даних декількох AP. І справді, чому б не вирішити дане питання найпростішим шляхом, а саме: взаємозв'язок AP - це проблема не інформаційного, а функціонального моделювання і, в остаточному підсумку, програмування.

У незадовільності такого рішення довелося переконатися при розробці конкретних AP, взаємозв'язок яких не зводиться до продуктообміну. З'ясувалося, наприклад, що взаємозалежна система понять, що містить продукти, процеси, ресурси, оргструктуру, така, що відповідні їй дані (екземпляри сутностей) неможливо розподілити на окремі AP і необхідно використовувати спільно усіма AP або групами AP. Отже, вихідна однорівнева архітектура моделей AP не підходить - потрібна структуризація цих моделей, достатня, принаймні, для виділення інформаційної моделі більш високого рівня, що містить дані загального призначення.

У міжнародному стандарті ISO 13584, підготовленому ISO/TC184/SC4/WG2, застосована така ж мова моделювання (EXPRESS) і ті ж методи реалізації, що й у STEP. Але якщо STEP дозволяє явно й повно змоделювати один виріб, то за допомогою P\_LIB можна неявно і як можна більш спрощено змоделювати ряд подібних виробів.

Різні компоненти багатокomпонентної специфікації ISO CD 13584 уже були змодельовані в різних оболонках параметричних, об'єктно-орієнтованих САПР і інженерних систем (що базуються на персональних комп'ютерах, робочих станціях) за допомогою різних технологій збереження даних (OODB, RDB, ER-based DB, KDB) у ряді національних і міжнародних проектів.

Деякі ключові концепції підходу ISO CD 13584 уже впроваджені в різні комерційні програмні продукти, наприклад, концепція семантичного словника в SPIMS від SGAO; концепція множинного подання в CAS.CADE від MATRA Datavision; програмна параметрична специфікація в PRONOS/PRIAMOS від VW-Gedas та ін.

Запущено проекти як у виробничій сфері, так і у сфері міжнародної стандартизації (наприклад у ISO TC29 „Різальні інструменти”), що використовують інформаційні моделі, визначені в ISO CD 13584. Міжнародний стандарт ISO 13584 P\_LIB - це новітні розробки.



Останнім часом ми стали свідками вражаючого зростання можливостей обчислювальної техніки. Тому зараз за допомогою комп'ютерних засобів можна автоматизувати вирішення всіх нових задач, що виникають на всіх етапах ЖЦ виробу. Для вирішення цих задач потрібно створювати нові додатки (прикладних програмних систем), кількість яких згодом стає досить великою. Разом з тим виникає необхідність створення єдиного однорідного інформаційного середовища, що полегшує та прискорює взаємодію цих численних додатків. Таке інформаційне середовище називається єдиною моделлю виробу і виробничого середовища. Інформаційне середовище може бути однорідним і, отже, загальнодоступним для всіх додатків тільки в тому разі, якщо його однорідність забезпечується застосуванням загальноприйнятих стандартів. До таких стандартів відносяться стандарти CALS, що розроблюються й затверджуються Міжнародною організацією зі стандартизації.

Найбільші успіхи в створенні єдиного інформаційного середовища в масштабах усієї галузі досягнуто у двох галузях:

- у нафтогазовій промисловості, для якої розроблені протоколи STEP AP221 (функціональна й організаційна модель підприємства), AP227 (просторова конфігурація переробного заводу, що містить опис системи трубопроводів), AP231 (опис характеристик переробного устаткування) і спеціальний стандарт опису нафтогазового устаткування ISO 15926 OIL&GAS;

- у суднобудуванні, для якого розроблені протоколи STEP AP215 (компонування корабля), AP216 (геометрична модель обводу корабля), AP217 (система трубопроводів корабля - планується заміна протоколу AP217 на протокол AP227 після деякого розширення AP227), AP218 (силовий набір корабля), AP226 (механічні системи корабля), AP234 (опис процесу експлуатації корабля). У суднобудуванні широко використовується стандарт опису бібліотеки компонентів ISO 13584 P\_LIB. В усі названі вище суднобудівні протоколи STEP закладається їх сумісність із стандартом P\_LIB. Цими стандартними каталогами компонентів можна обмінюватися як складовими частинами проекту, крім того, на них може посилатися користувач для визначення стандартних компонентів, які необхідно використати.

У різних сферах економіки існують різні підходи до загальногалузевої інформаційної інтеграції. Відзначимо, що розробники інтегрованих рішень для нафтогазової промисловості (велика їхня частина працює в Англії) розглядають також можливість застосування стандарту P\_LIB, для чого створено спеціальну робочу групу.

Корпорація Toshiba, яка реалізує великий проект зі створення на основі стандарту P\_LIB бібліотеки електронних виробів, розробляє

інтегровану базу даних InterLIB, для якої забезпечується сумісність як із схемою даних P\_LIB, так і зі схемою даних EPISTLE (схема даних EPISTLE є основою стандарту ISO 15926 OIL&GAS). Використання бази даних InterLIB забезпечить взаємний обмін даними між бібліотеками P\_LIB і сховищем даних, що відповідають стандарту ISO 15926.

Висока ефективність CALS-стандартів досягається, зокрема, чітким і однозначним розподілом їхніх функцій. Провідними організаціями, що розробляють міжнародні стандарти, є: Міжнародна організація зі стандартизації (ISO) і Міжнародна електротехнічна комісія (IEC). А ключовими інформаційними CALS-стандартами, які використовуються для створення єдиного інформаційного середовища, є Стандарт з використання даних про модель виробу (STEP) - ISO 10303 і Бібліотека компонентів (P\_LIB) - ISO 13584.

P\_LIB інтегрується зі STEP у такий спосіб. По-перше, STEP може бути використаний для подання й обміну геометрією окремих видів деталей, що містяться в Бібліотеці компонентів (також можуть бути використані інші формати, такі, як IGES, і параметричні програми мовою Fortran). По-друге, деякі протоколи застосування STEP дозволяють у процесі конструювання пов'язувати моделі компонента виробу з рядом компонентів у Бібліотеці компонентів, із якої вона була успадкована

У складі стандарту P\_LIB запланована серія томів, які містять визначення стандартних класів, але по жодному з томів цієї серії роботи не ведуться. Іншим рішенням є стандартизація класів загальної моделі в протоколах STEP (як це робиться, приміром, у протоколах суднобудівної серії - AP215, AP216, AP218, AP226). Можливе застосування й інших стандартних класів, узятих із різних каталогів. У P\_LIB прийнято, що бібліотеки постачальника мають бути спеціалізованими стандартними бібліотеками.

### **3.3. Роль стандарту P\_LIB на різних етапах ЖЦ виробу**

Розглянемо деякі можливі сценарії використання стандарту P\_LIB на різних етапах ЖЦ виробу.

*Пошук потенційних учасників віртуального підприємства.* Наявність єдиного стандарту на представлення каталогів виробів і послуг полегшує обмін інформацією про можливості кожного з потенційних учасників ВП. Кожне підприємство може подавати інформацію про набір своїх виробів у вигляді бібліотеки постачальника, що відповідає стандарту P\_LIB. Тут також показано етап запитів (слід зазначити, що стандартизація запитів в існуючому варіанті P\_LIB не відпрацьована. Запити можуть відповідати, приміром, стандарту EDIFACT). Передумовою для реалізації іншого можливого рішення є те, що в стандарті P\_LIB передбачено

формування SQL-запитів на основі описів властивостей виробів, що містяться в бібліотеці [18].

На рис. 3.5 показано роль стандарту P\_LIB при виборі учасників ВП, на рис. 3.6 - етап надання інформації про вироблені вироби.

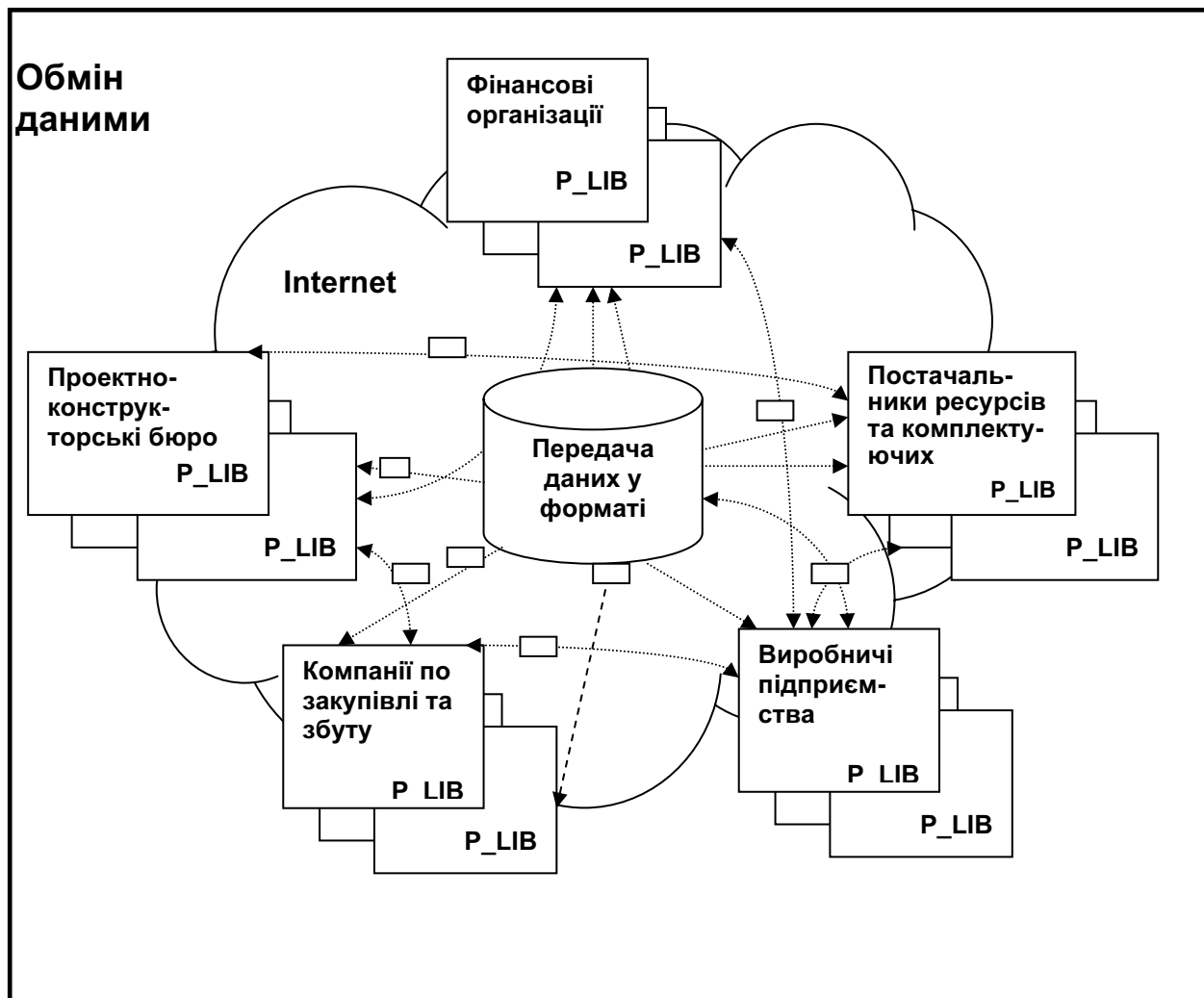


Рис. 3.5. Роль стандарту P\_LIB при виборі учасників ВП

*Інформаційна підтримка процесу конструкторської та технологічної підготовки виробництва.* На наступних етапах ЖЦ продукту (насамперед - на етапах підготовки виробництва, коли створюється модель виробу) бібліотеки компонентів, що відповідають стандарту P\_LIB, можуть забезпечувати інформаційну підтримку.

Найбільш трудомісткими в процесі конструювання є задачі ідентифікації, оцінки, добору й реалізації деталей. Час і працевитрати, необхідні для розробки компонентів виробу й управління компонентами виробів, можуть бути значно скорочені й спрощені при використанні ISO 13584 P\_LIB (рис. 3.7).

При розробці конструкції виробу всіх рівнів складності звичайно застосовуються готові вироби, до яких відносяться:

- стандартні вироби;

- одержані від зовнішніх постачальників виробу (тобто покупні вироби);
- запозичені вироби.

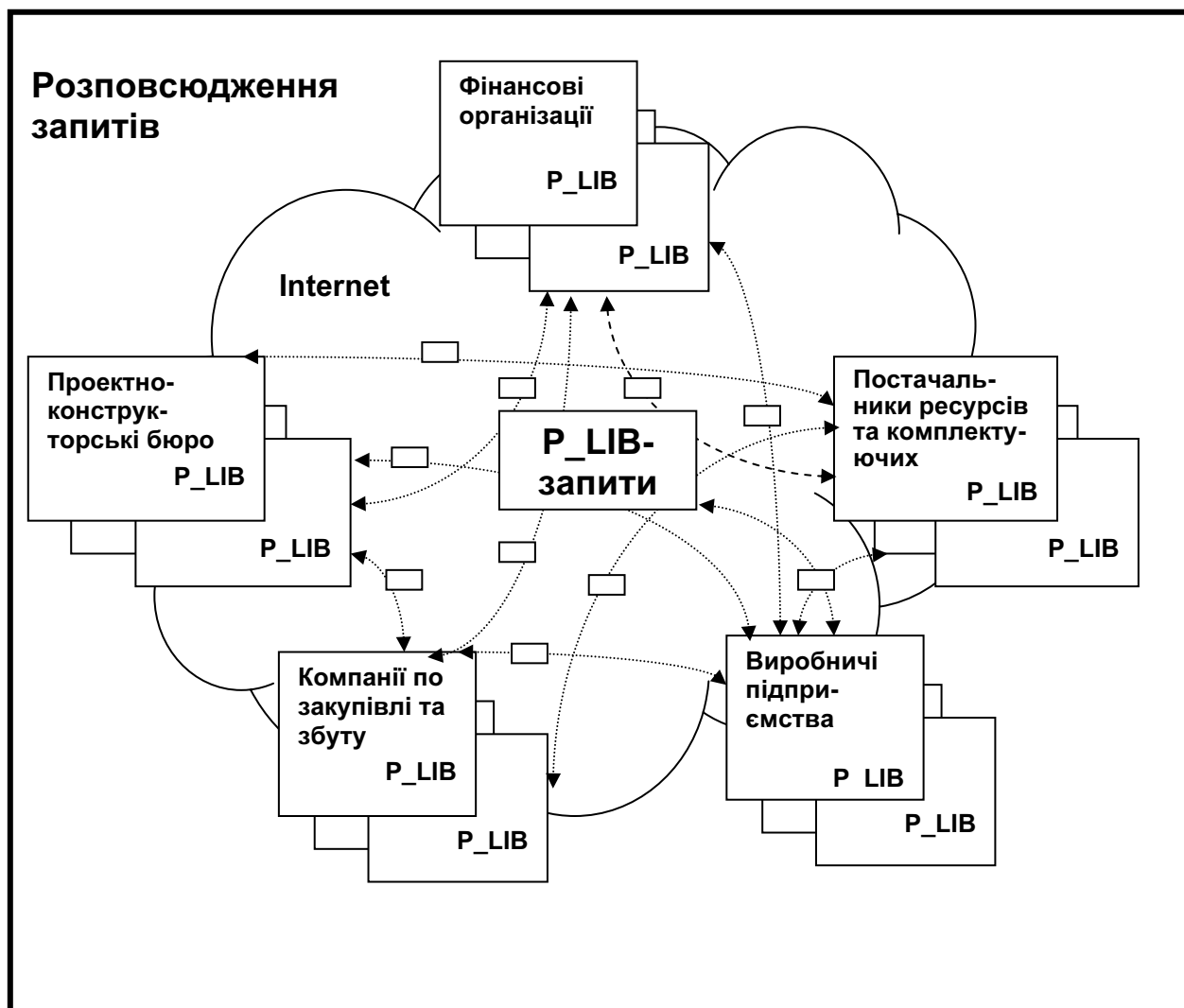


Рис. 3.6. Надання інформації про вироби

Багато САПР забезпечуються електронним каталогом стандартних і покупних виробів. Застосування таких каталогів дозволяє підвищити ефективність проектування. Конструктор, що працює із САПР, може знайти у каталозі необхідну йому модель готового виробу і вставити її у конструкцію, що розроблюється.

При використанні таких вбудованих у САПР каталогів виникають проблеми. Каталоги різних САПР несумісні між собою, тому користувач виявляється прив'язаним до однієї конкретної системи. Якщо одночасно використовується декілька різних САПР, то організація відповідно має кілька каталогів, можливо ідентичних за змістом, але різних за формою. Актуалізація (відновлення) усіх каталогів має при цьому проводитися одночасно. При одержанні готових каталогів від зовнішнього партнера доводиться або вимагати, щоб каталог був поданий у форматі конкретної САПР, або витратити

власні ресурси на перетворення каталога [19].

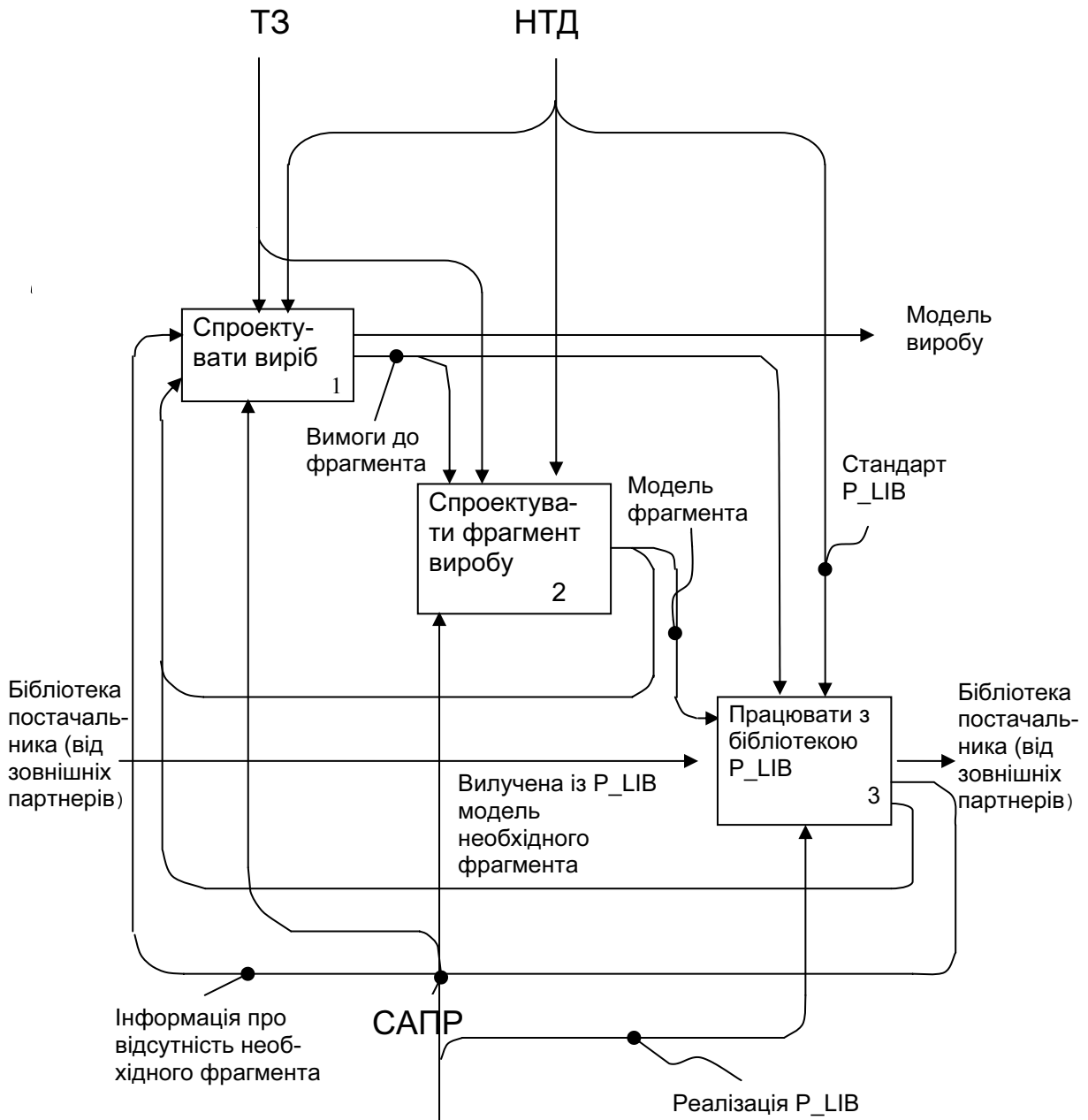


Рис. 3.7. Використання бібліотеки P\_LIB для інформаційної підтримки процесу конструювання

Усі ці проблеми можна усунути при використанні каталогів, побудованих відповідно до єдиного стандарту - P\_LIB. Якщо електронні каталоги подані в стандартному форматі, то може знадобитися спеціальний транслятор для кожного каталога, але можна і сформулювати ядро програмного забезпечення для інтерпретації каталогів.

Під інформаційною підтримкою розуміється, що бібліотека P\_LIB є джерелом одержання моделей окремих фрагментів, які включаються в загальну модель проєктованого виробу. Ці окремі фрагменти, що витягаються з P\_LIB і включаються в модель проєктованого виробу,

містять:

- стандартні вироби, моделі та опис властивостей яких надаються органами стандартизації;
- нестандартні вироби, розроблені та надіслані зовнішніми постачальниками в складі бібліотек постачальника;
- нестандартні вироби, розроблені в тій же проектній організації.

Моделі виробів і їхніх властивостей накопичуються в бібліотеці P\_LIB силами самої проектної організації.

Зв'язок P\_LIB із зовнішнім середовищем здійснюється єдиним способом - за допомогою компіляції (злиття) бібліотеки приймальної системи з однієї або декількома бібліотеками постачальника. Усі ці бібліотеки являють собою екземпляри сутності library, такої, що бібліотека приймальної системи відрізняється від інших тільки ролю або напрямком передачі інформації.

Кожна з бібліотек, що компілюється, може містити крім контексту обміну P\_LIB зовнішні файли, які мають бути включені в бібліотеку приймальної системи, якщо їх там немає. Процедура поповнення бібліотеки приймальної системи відсутніми зовнішніми файлами, що передують компіляції контекстів обміну (бібліотечних файлів) бібліотек постачальників, у загальному випадку не зводиться до копіювання цих файлів - може знадобитися обробка того або іншого файла за допомогою доданого йому інтерфейсу.

Загальний принцип модифікації даних у бібліотеці P\_LIB - повна заміна інформації, пов'язаної з ідентифікатором BSU, на інформацію більш пізньої версії. Тому в контексті обміну не потрібно задавати які-небудь ознаки або вставки заміни - вони виробляються автоматично з урахуванням таких правил інтерпретації структури контексту обміну:

- якщо в структурі обміну є тільки BSU, то передбачається, що дескриптор (dictionary\_element) і зміст (content\_item) знаходяться в семантичному словнику приймальної системи і BSU служить для посилання на ці елементи;
- якщо задано BSU і дескриптор, то передбачається, що в приймальній системі content\_item відсутній, а структура контексту обміну служить для вставки в семантичний словник приймальної системи або для коригування в словнику колишньої структури;
- якщо задано BSU, дескриптор і зміст, то пропонується занесення або коригування всіх трьох елементів у приймальній системі.

Процес компіляції являє собою двокроковий процес. На першому кроці в контексті обміну мають бути сформовані всі інверсні посилання, передбачені інформаційною моделлю тому 24 P\_LIB. Крім

того, якщо в екземплярі library контексту обміну значення атрибута is\_reference\_hierarchy дорівнює true, то для цієї бібліотеки необхідно визначити й створити інверсні атрибути від class\_BSU до екземплярів property\_BSU, domain\_specification\_BSU і table\_BSU, які посилаються на цей class\_BSU за атрибутами name\_scope.

На другому кроці при наявності декількох бібліотек вони компілюються послідовно в міру зростання рівня бібліотеки (атрибута library\_level) і для кожного рівня в будь-якому порядку. Процес компіляції кожної бібліотеки складається в послідовній компіляції кожного атрибута екземпляра сутності library, а для агрегативних атрибутів типу list - у компіляції елементів агрегату в порядку list. Компіляція кожного елемента складається з його обробки (вставка або заміна в приймальній бібліотеці) і потім у компіляції всіх елементів, пов'язаних із даним елементом прямими або інверсними посиланнями [19].

На рис. 3.8 показано спільне використання стандартів STEP і P\_LIB у процесі конструкторської та технологічної підготовки виробництва і їхня роль. Приблизно так організується спільне використання P\_LIB і з іншими форматами.

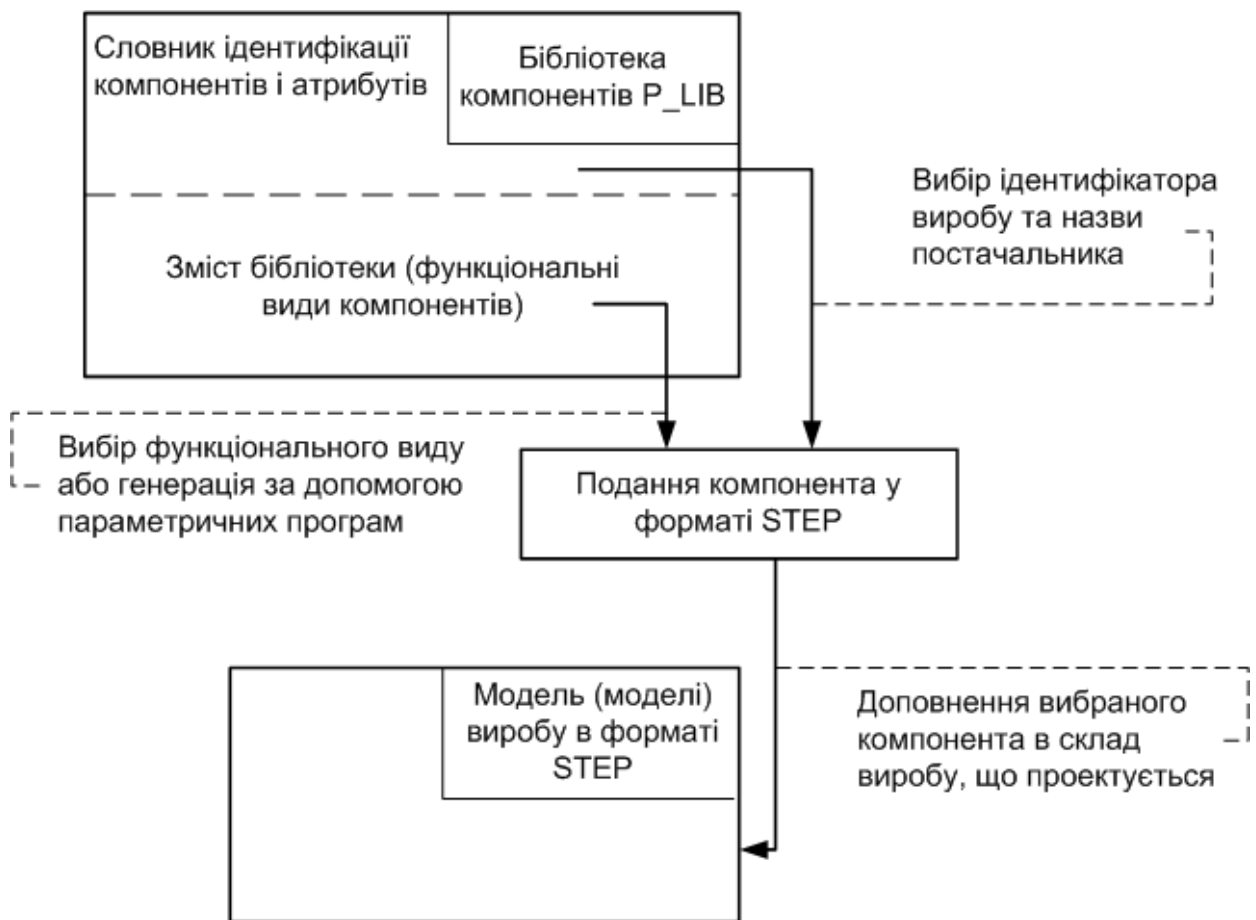


Рис. 3.8. Спільне використання STEP і P\_LIB у процесі конструкторської та технологічної підготовки виробництва

У бібліотеці компонентів, зображеній на верхньому блоці, міститься як інформація, необхідна для пошуку в бібліотеці потрібного компонента (семантичний словник), так і одне або безліч подань компонентів (склад бібліотеки). Подання компонентів (функціональні види компонентів) можуть зберігатися як у вигляді явних моделей з фіксованими значеннями параметрів, так і у вигляді процедур, що породжуються (параметричних програм).

При автоматизації окремих процесів ЖЦ виробів використовуються існуючі прикладні програмні засоби (САПР, АСУП і т.п.), однак до них ставиться важлива вимога – наявність стандартного інтерфейсу до даних, що подаються ними. При інтеграції всіх даних про виріб у рамках ЄІП застосовується спеціалізоване ПЗ – системи управління даними про виріб (PDM – Product Data Management). Задачею PDM-системи є акумулювання всієї інформації про виріб, що створюється прикладними системами, у єдину логічну модель. Процес взаємодії PDM-системи і прикладних систем будується на основі стандартних інтерфейсів.

Стандартні інтерфейси взаємодії комп'ютерних систем можна розділити на чотири групи:

1. Функціональні стандарти - задають організаційну процедуру взаємодії комп'ютерних систем; приклад: IDEF0.
2. Стандарти на програмну архітектуру - задають архітектуру програмних систем, необхідну для організації їхньої взаємодії без участі людини; наприклад, CORBA.
3. Інформаційні стандарти - задають модель даних про виріб, що використовується всіма учасниками ЖЦ.
4. Комунікаційні стандарти - задають спосіб фізичної передачі даних по локальних і глобальних мережах; приклад - Internet-стандарти [13].

Оскільки споживач теж є повноправним учасником ЖЦ виробу, необхідно забезпечити йому доступом в ЄІП. Однак використання для цих цілей PDM-системи недоцільно через її велику вартість і значний термін впровадження й освоєння. До того ж, якщо споживач експлуатує вироби від різних постачальників, йому доведеться мати справи з різними ЄІП і, відповідно, різними PDM-системами. З огляду на це, а також те, що споживачу необхідні тільки експлуатаційні дані про виріб як засіб доступу до ЄІП, він буде використовувати не PDM-систему, а інтерактивні електронні технічні керівництва.

Інтерактивні електронні технічні керівництва розробляються постачальником, забезпечують доступ споживача до експлуатаційної



інформації про виріб в ЄІП і мають стандартний інтерфейс користувача (наприклад згідно з MIL-M-87268), що дозволяє співробітникам організації, яка експлуатує, одночасно обслуговувати вироби від різних постачальників.

### **3.4. Стандартизація в області CALS-технологій**

Вже є певні результати стандартизації в області CALS-технологій, наприклад у Росії. Зважаючи на складність задачі, Держстандарт Росії створив на базі Всеросійського науково-дослідного інституту стандартизації (ВНДІ стандарт) робочу групу з фахівців інститутів Держстандарту Росії та представників зацікавлених міністерств, відомств і організацій для відбиття їх практичних інтересів. До складу робочої групи ввійшли представники Міноборони, Мінпромнауки, Мінекономрозвитку, Російської академії наук, ФУГК «Рособоронекспорт», Мінатома, Авіаційної промислової ради з CALS, НТЦ «ИНТЕГРО-Д», НІЦ CALS-технології «Прикладна логістика», ДУ Федерального центру каталогізації.

Пріоритетні напрямки робіт зі стандартизації у цій області можна зобразити схематично (рис. 3.9) [14].

Робочою групою була розроблена міжвідомча інноваційна «Програма стандартизації в області CALS-технологій на 2000 – 2003 рр.» Вона передбачає створення комплексу нормативних документів зі стандартизації (102 теми), що є системотвірними для процесів логістичної підтримки складних наукоємних виробів на всіх стадіях ЖЦ [20].

У цій програмі розглянуто першочергові об'єкти стандартизації в області CALS-технологій. Їхня класифікаційна структура об'єктів наведена на рис. 3.10 [14].

За останні роки набули значного розвитку роботи зі створення нормативної бази в області CALS-технологій. Стандарти CALS-технологій спрямовані, насамперед, на забезпечення якісно нового рівня організації процесів проектування, виробництва й експлуатації складної, наукоємної продукції, що випускається, експлуатується, і нових зразків техніки, підвищення ефективності реалізації процесів ЖЦ, конкурентоспроможності на світовому ринку російських засобів і систем, ефективності технологічного менеджменту при їхньому створенні.

За станом на 01.07.2003 р. в області CALS-технологій у Росії розроблено та затверджено 19 стандартів і рекомендацій зі стандартизації, включаючи стандарти на подання й обмін даними.

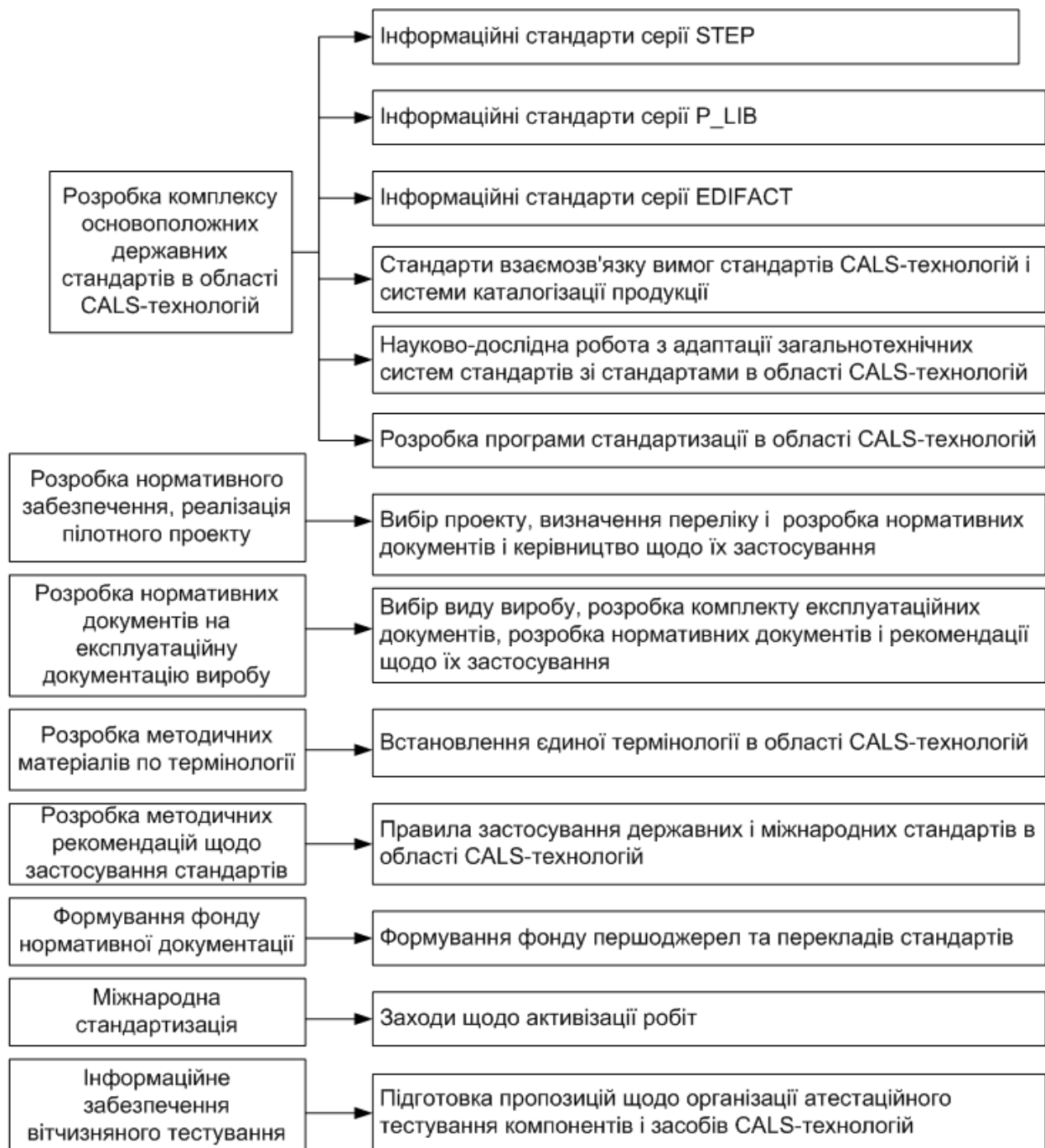


Рис. 3.9. Пріоритетні напрямки робіт зі стандартизації в області CALS-технологій

## 4. ПРОБЛЕМИ ТА ЗАДАЧІ РОЗВИТКУ CALS-ТЕХНОЛОГІЙ

### 4.1. Задачі і напрямки впровадження CALS-технологій

Оскільки США були ініціатором створення і розвитку ідеології та методології CALS, то природно, що саме у цій країні сьогодні накопичено найбільший досвід практичного використання CALS-технологій. Цей досвід точно відбиває тенденції та напрямки впровадження CALS-технологій у галузях промисловості.

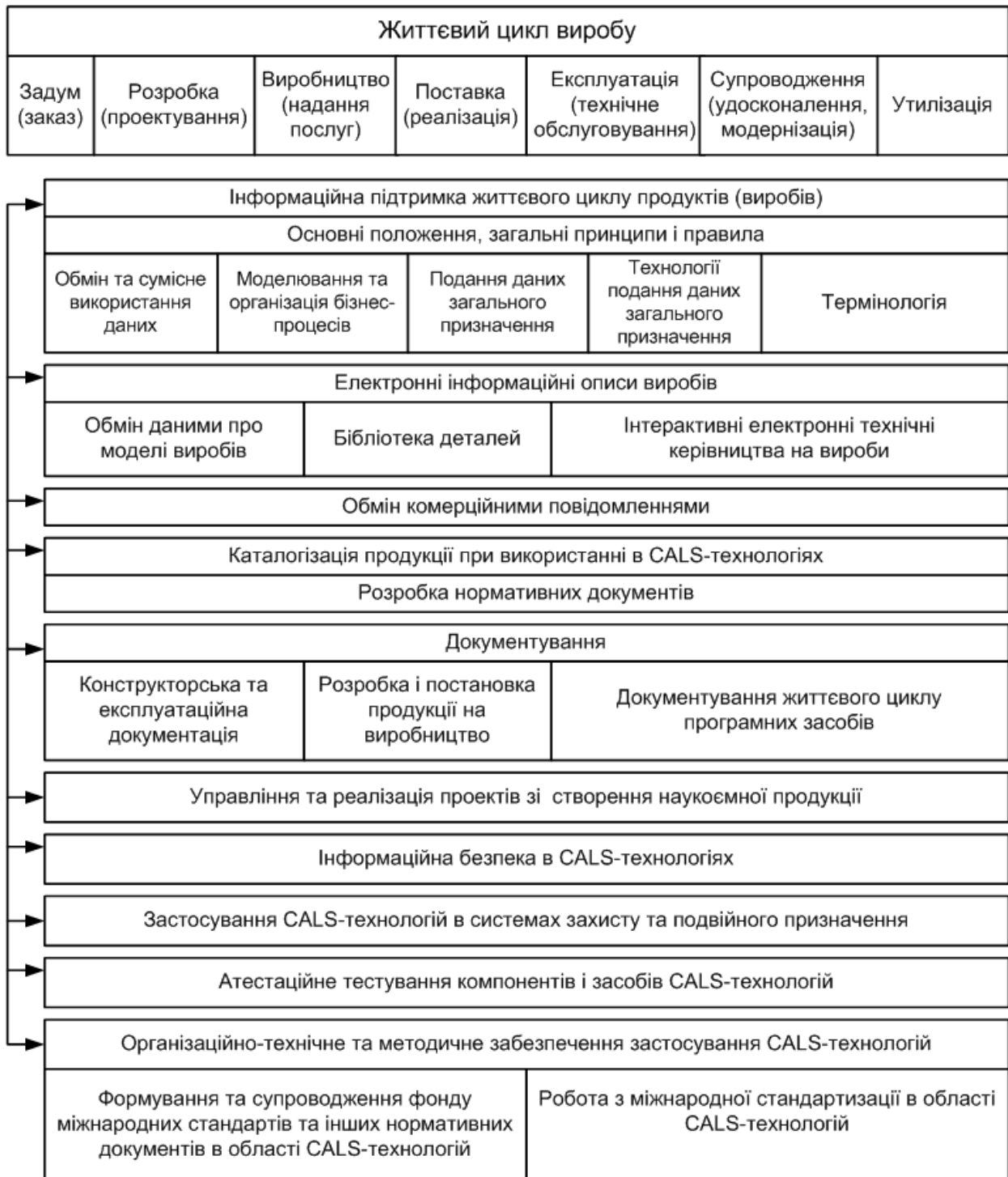


Рис. 3.10. Класифікаційна структура об'єктів стандартизації в області CALS-технологій

Відзначимо, що найбільшу кількість проектів реалізовано в аерокосмічній промисловості. Хоча зараз є відомості про зростання кількості проектів в інших галузях, однак лідируюче положення аерокосмічної промисловості зберігається. Основними напрямками розробок є:

- інформаційна інтеграція процесів проектування і виготовлення виробів у рамках як традиційних, так і ВП;
- електронний обмін даними та паралельне проектування;

- створення технічної документації у безпаперовій формі;
- управління даними про виріб;
- управління закупівлями і постачанням з використанням електронного обміну даними між постачальником і споживачем;
- інформаційна підтримка процесів експлуатації та обслуговування техніки (включаючи навчання персоналу, нові форми замовлення запчастин) на основі використання ІЕТР;
- створення безпаперових систем і процесів управління якістю;
- інтегроване інформаційно-технічне обслуговування замовника (переважно держзамовника);
- забезпечення інформаційної безпеки в процесах обміну даними.

Один з напрямків робіт із впровадження CALS-технологій є створення засобів логістичної підтримки поствиробничих стадій ЖЦ виробу. Одна з найважливіших задач цього напрямку - автоматизована розробка інтерактивних електронних технічних посібників (ІЕТР) з експлуатації та ремонту виробів.

Основна задача, що розв'язується шляхом застосування CALS-технологій, - економія часу і засобів при одночасному підвищенні якості. Застосування CALS-технологій супроводжується такими типовими показниками:

- у процесах проектування та інженерних розрахунків: скорочення часу проектування на 50%; зниження витрат на вивчення реалізованості проектів на 15 ... 40%.
- у процесах організації постачань: зменшення кількості помилок при передачі даних на 98%; скорочення часу пошуку і вибору даних на 40%; скорочення часу планування на 70%; скорочення вартості інформації на 15 ... 60%.
- у виробничих процесах: скорочення виробничих витрат на 15 ... 60%; підвищення показників якості на 80%;
- у процесах експлуатаційної підтримки виробів: скорочення часу на зміни технічної документації на 30%; скорочення часу планування підтримки на 70%; зниження вартості технічної документації на 10 ... 50%.

Перспективність впровадження CALS-технологій не викликає сумнівів. Інша справа, що на шляху її впровадження доводиться долати різні труднощі. І якщо в країнах „розвинутого капіталізму” дані проблеми часто обмежуються невірним сприйняттям обивателями самої технології (живучим виявився стереотип про приналежність CALS військовому відомству), то перешкоди на шляху просування цієї перспективної технології на українських просторах значно серйозніші. Тим більше, що теоретичні положення щодо опису ЖЦ виробів у вітчизняній науці розроблені досить давно.

В Україні концепція CALS і стандарти щодо CALS-технологій поки не знайшли широкого застосування. Основними причинами цього є:

- загальне відставання в процесах комп'ютеризації господарської, виробничої і комерційної діяльності;
- відсутність вітчизняної нормативної бази, що дозволяє перейти від традиційних методів організації процесів проектування, виробництва, випробувань, експлуатації та інших, основаних на паперовому документообігу, до нових, основаних на електронній взаємодії та обміні даними. Існуючий комплекс стандартів (ЄСКД, ЄСТД, ЄСПД та ін.), галузевих стандартів та інших нормативних документів не дозволяє відмовитися від традиційного паперового документообігу. Застосування комп'ютерних технологій для обміну інформацією тільки дублює паперовий документопотік. Це суперечить самій суті концепції CALS, що припускає рівноправне використання інформації у будь-якій формі, у тому числі юридичну еквівалентність паперових і електронних документів, позначених цифровим підписом;
- недостатність інформації про суть концепції CALS, досвід застосування CALS в інших країнах, а звідси недостатнє розуміння переваг і потенційного ефекту, що досягається за рахунок застосування CALS;
- відсутність ринку пропозицій і послуг в області CALS. Ринок пропозицій знаходиться в початковому, зародковому стані;
- недостатність підготовлених, кваліфікованих фахівців, а також системи їхньої підготовки й атестації.

У такій ситуації потрібні кардинальні та оперативні заходи щодо ліквідації відставання вітчизняної промисловості в області розробки та реалізації CALS-технологій, що відповідають вимогам міжнародних стандартів. Подальше відставання української промисловості в області CALS-технологій може призвести до непоправного відставання України в цій області. Від цього залежить не тільки рівень національної технологічної бази, але економічна та оборонна безпека країни.

Деякі кроки в цьому напрямку вже здійснюються. У 2003 році Верховною Радою був прийнятий закон України „Про електронний цифровий підпис” з урахуванням Директиви 1999/93/ЄС „Про систему електронних підписів, що застосовуються в межах Співтовариства” [13, 22].

Використовувані інформаційні технології в авіабудуванні сьогодні широко розповсюджуються в космічній галузі. CALS-технології вже найближчим часом можуть значно поліпшити бізнес-процеси всього машинобудівного комплексу України.

Виробництво авіаційної техніки сьогодні нерозривно пов'язано із широким використанням комп'ютерних технологій при проведенні маркетингу, проектуванні, розрахунку, сертифікації, підготовці виробництва, виробництві, управлінні якістю, технічному обслуговуванні при експлуатації та утилізації. Як інструмент

використовуються CAD/CAM/CAE/PDM-системи, що дозволяють створювати тривимірний комп'ютерний об'єкт виробництва і працювати з ним. Для цього необхідно розробити і ввести в дію державні стандарти, які визначають інформаційний опис продукції та процесів на базі стандартів серії ISO. Підприємства авіаційної промисловості України і Росії використовують як базові „важкі” системи: Unigraphics, CATIA, Pro/Engineer, Euclid, але викликає сумнів необхідність їхньої сумісності з ЄСКД і ЄСТД. Слід знайти інший шлях оформлення конструкторської та технологічної документації.

В авіабудуванні у впровадженні CALS-технологій лідирують відомі українські („Антонов”, „Мотор Січ”, „Прогрес” та ін.) і російські („Туполев”, „Сухой”, „Миг”, „Молния” та ін.) фірми авіабудівельної галузі, що займаються проблемами комп'ютерного забезпечення індустріального бізнесу.

Щодо впровадження САПР найбільш показовими є проекти, виконані NS Labs, з організації САПР в різних високотехнологічних і наукоємних галузях промисловості. Тут слід відзначити і українських авіабудівників. Уже цілком освоєно систему комп'ютерного проектування, основу на CALS-технологіях, ВАТ „Мотор Січ” має зібрати перший ліцензійний вертоліт КА-226 (програма створення багатоцільового вертолітного комплексу в Україні існувала ще з 1993 р., але жодне авіапідприємство не зважувалося взятися за її реалізацію).

ВАТ „Український НДІ авіаційної технології” проводить дослідження й розробку прогресивних технологічних процесів виробництва та ремонту авіаційної техніки, інших виробів машинобудування; здійснює технологічне проектування підприємств авіаційної промисловості; займається розробкою та виробництвом ручного механізованого інструменту; веде розробку документації системи забезпечення якості продукції; займається організацією міжнародних виставок, семінарів, презентацій.

#### **4.2. Проблеми впровадження CALS-технології на етапах створення та застосування ЕРВ у радіоелектронній апаратурі та спеціальних електронних засобах**

Характерною особливістю розробки і виробництва сучасних і перспективних електрорадіовиробів (ЕРВ) є процес збільшення їхньої функціональної інтеграції, точносних характеристик, швидкодії, надійності та ін. Незважаючи на наявні в країнах СНД об'єктивні труднощі, дана обставина зумовлює проблеми різкого зростання трудомісткості проектування ЕРВ, збільшення обсягу програмних засобів для їхніх випробувань, а також затрат на розробку конструкторської та технологічної документації. Тому істотною задачею є створення та впровадження системи розробки та реалізація

електронної документації, що охоплює всі етапи ЖЦ виробів і забезпечує обмін інформацією між підприємствами-розробниками та підприємствами-споживачами EPB [23].

У цілому CALS-технологія створює базові умови для реалізації наскрізної системи інформаційної підтримки апаратури, приладів, спеціальних електронних засобів і пристроїв на всіх етапах ЖЦ від розробки до утилізації.

У країнах СНД стандартизація в області ІТ, у тому числі і CALS, знаходиться на початковій стадії розвитку. Ситуація виглядає так: з одного боку, існує думка, що можливий простий перехід від діючих на всій території колишнього СРСР інформаційних банків даних і систем електронного документування до CALS-технології інформаційної підтримки створення продукції, з іншої - НДІ і підприємства промисловості розробляють і впроваджують власні інформаційні системи управління на окремі етапи виробничого процесу, які не відповідають вимогам прийнятих міжнародних CALS-стандартів і є серйозною перешкодою для оперативного обміну необхідною інформацією, а також виходу продукції на зовнішній ринок.

Уже сьогодні в СНД провідні підприємства-експортери, насамперед військової техніки та озброєння, зіткнулися з ситуацією, коли обов'язковою умовою укладення будь-якого контракту стає вимога замовника надати йому технічну документацію на продукцію в електронному вигляді, що відповідає міжнародним CALS-стандартам [24].

У загальному випадку впровадження якісно нових ІТ наскрізного супроводження виробів пов'язано насамперед з реалізацією системи формалізованого комп'ютерного опису для усього ЖЦ, що містить:

- стандартну мову узагальнення документів, що розширюється, (SGML);
- підсистему (мегафайл) комп'ютерної графіки (CGM);
- структуровану мову запитів (SQL);
- стандарт обміну даними про модель продукту (EPB і апаратури на їхній основі) (STEP);
- мову високого рівня моделі EPB і апаратури на їхній основі (VHDL).

Процес створення системи подібного типу дозволяє виділити ряд практично автономних підзадач (інформаційних напрямків розвитку CALS-технології).

Базовим напрямком є поетапне впровадження електронних версій документів. Так, у США на початковому етапі впровадження CALS-технології документи розроблялися в двох варіантах: на паперових носіях і в електронній копії. При цьому найефективнішим для документації в електронному вигляді виявився формат PDF, розроблений фірмою Acrobat. Цей формат за результатами

використання в Лос-Аламоській лабораторії і на підприємствах атомної галузі США був визнаний Пентагоном як уніфікований.

Що стосується стандартного комунікативного формату обміну інформацією про виріб на будь-якому етапі його ЖЦ, то для впровадження може розглядатися формат EDIF, що успішно використовується провідними закордонними електронними фірмами, у тому числі IBM, Intel, Texas Instruments, Motorola та ін.

У цілому для реалізації даного напрямку доцільно взяти за основу комплекс стандартів ISO-10303 і ISO-13584, що використовуються у міжнародній практиці і визначають єдиний порядок механізму електронного опису продукції. Застосування принципів системи CALS, викладених у перелічених документах, забезпечує формування об'єднаної БД інформаційної системи будь-якої галузі промисловості, що містить інформацію окремих підприємств (підрядників).

Інший напрямок пов'язаний зі створенням системи формалізованого комп'ютерного опису ЕРВ для всього ЖЦ їхнього існування. Подібна система може бути розроблена у вигляді комплексу ПЗ уніфікованих наскрізних САПР, що забезпечують інформаційно-логічний зв'язок процесів проектування і виготовлення ЕРВ і апаратури на їхній основі. Впровадження таких уніфікованих САПР передбачено програмними документами розвитку виробів мікроелектроніки, у тому числі і спеціального призначення [20]. Першочерговою задачею реалізації даної системи є впровадження уніфікованих мов опису топологічної структури функціональних модулів і ЕРВ, а також електронних модулів радіоелектронної апаратури у цілому.

Проведені дослідження показали, що як мову опису функціональних моделей можна використати мову високого рівня VHDL, стандартизовану в США для радіоелектронних засобів озброєння. Стандарт з описом даної мови зараз упроваджений і в Росії [25].

Для опису топологічних структур ЕРВ можуть бути ефективно застосовані елементи мови GDS, оскільки всі провідні закордонні фірми-постачальники засобів ПЗ САПР додають до них конвертори інформації у формат цієї мови. Мова GDS дозволяє описувати топологію з будь-якою точністю та розмірністю (включаючи метричну й дюймову системи), що особливо важливо, якщо враховувати перспективу постійного зменшення топологічних норм проектування (з 2,0 до 0,8 ... 1,2 і далі до 0,3 ... 0,6 мкм) сучасних і перспективних виробів мікроелектроніки.

Поряд із функціональним моделюванням у CALS-системі проектування ЕРВ необхідно передбачити їхнє технологічне моделювання з метою створення стійкого та стабільного технологічного процесу (тобто визначення оптимальних умов і режимів проведення операцій, норм, допусків), що забезпечує дотримання вимог замовника щодо надійності з урахуванням запасу



за параметрами.

Крім етапів проектування ЕРВ, апаратури на їхній основі, спеціальних електронних засобів та створення електронних версій конструкторської та технологічної документації CALS-система має охоплювати і такі інформаційні області, як управління державним замовленням на розробку матеріалів, ЕРВ, радіоелектронної апаратури, спеціальних електронних засобів, управління номенклатурою та якістю виробів.

Як одну з основних сфер застосування сучасної ІТ CALS слід розглядати систему управління номенклатурою, що дозволяє ефективно реалізувати єдину технічну політику генерального замовника при комплектуванні перспективних апаратних комплексів виробами електроніки та електротехніки, що випускаються підприємствами України та країн ближнього зарубіжжя. При цьому мають реалізовуватися такі основні технічні задачі:

- оптимальне розміщення державного замовлення на підприємствах промисловості;
- розробка і впровадження сучасних принципів забезпечення й контролю якості та надійності продукції;
- підвищення точності та оперативності пошуку несправностей у радіоелектронній апаратурі за рахунок доступу до технічної документації в діалоговому режимі і розвинутих автоматизованих засобів діагностики відмов та ін.

У Росії створено систему сертифікації ЕРВ, радіоелектронних апаратів і матеріалів військового (подвійного) призначення, а також розробляється автоматизована система каталогізації та стандартизації.

При автоматизації деяких процесів цієї системи використовуються методи CALS-технології, що забезпечать оперативність одержання інформації та її вірогідність при розв'язанні основних задач, таких, як:

- сертифікація систем якості та виробництва;
- ведення обліку (реєстру) сертифікованих виробів;
- ведення обліку (реєстру) сертифікованих підприємств оборонної промисловості;
- узагальнення та аналіз даних про якість виробів на етапі їхньої розробки, виробництва, постачання;
- формування та використання комп'ютерного банку даних стандартів на оборонну продукцію;
- формування та ведення єдиного каталога предметів постачання.

Цю розробку можна розглядати як підсистему інтегральної системи міждержавної каталогізації продукції держав СНД, а також як основу ЄІП, що сприяє розвитку технічного співробітництва та оборонної

промисловості цих держав [26] .

## 5. МОДЕЛЮВАННЯ CALS-СИСТЕМИ

### 5.1. Життєвий цикл інформаційних систем

Під ЖЦ системи звичайно розуміють безупинний процес, що починається з моменту ухвалення рішення про необхідність створення системи і закінчується в момент її повного вилучення з експлуатації.

Одним із напрямків підвищення ефективності промислового сектора економіки є застосування сучасних ІТ для забезпечення процесів, що протікають протягом усього ЖЦ продукції та її компонентів.

Усе різноманіття цих процесів можна подати у вигляді прямих і зворотних зв'язків постачальника із субпостачальником і споживачем (рис. 5.1, де 1 - маркетинг та вивчення ринку, 2 – проектування та розробка продукції; 3 – планування та розробка процесів; 4 – закупівлі; 5 – виробництво; 6 – пакування та зберігання; 7 – реалізація; 8 – установка та введення в експлуатацію; 9 – технічна допомога та обслуговування; 10 – експлуатація та споживання; 11 - утилізація).

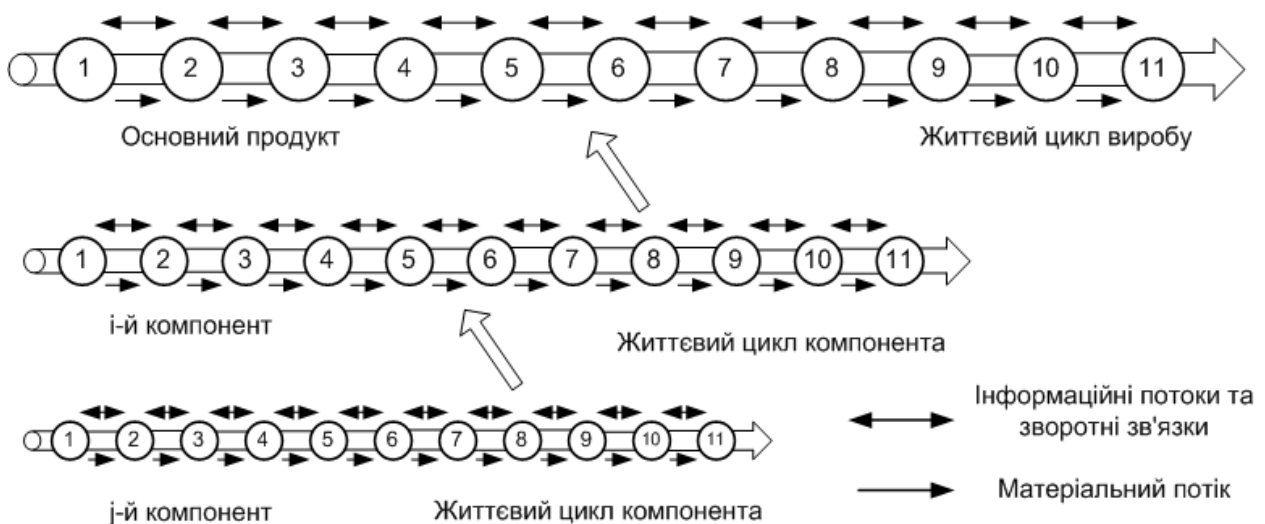


Рис. 5.1. ЖЦ як взаємозв'язок процесів

У загальному випадку ЖЦ слід розглядати як сукупність ЖЦ кінцевого продукту і ЖЦ вхідних у нього компонентів, результатів діяльності субпостачальників. Тут ЖЦ являє собою деревоподібну структуру (рис. 5.2).

Інформаційна взаємодія суб'єктів, що беруть участь у підтримці ЖЦ, має здійснюватися в ЄІП, в основі концепції якого лежить використання відкритих архітектур, міжнародних стандартів і апробованих комерційних продуктів обміну даними. Стандартизації підлягають формати подання даних, методи доступу до даних і їхньої коректної інтерпретації.

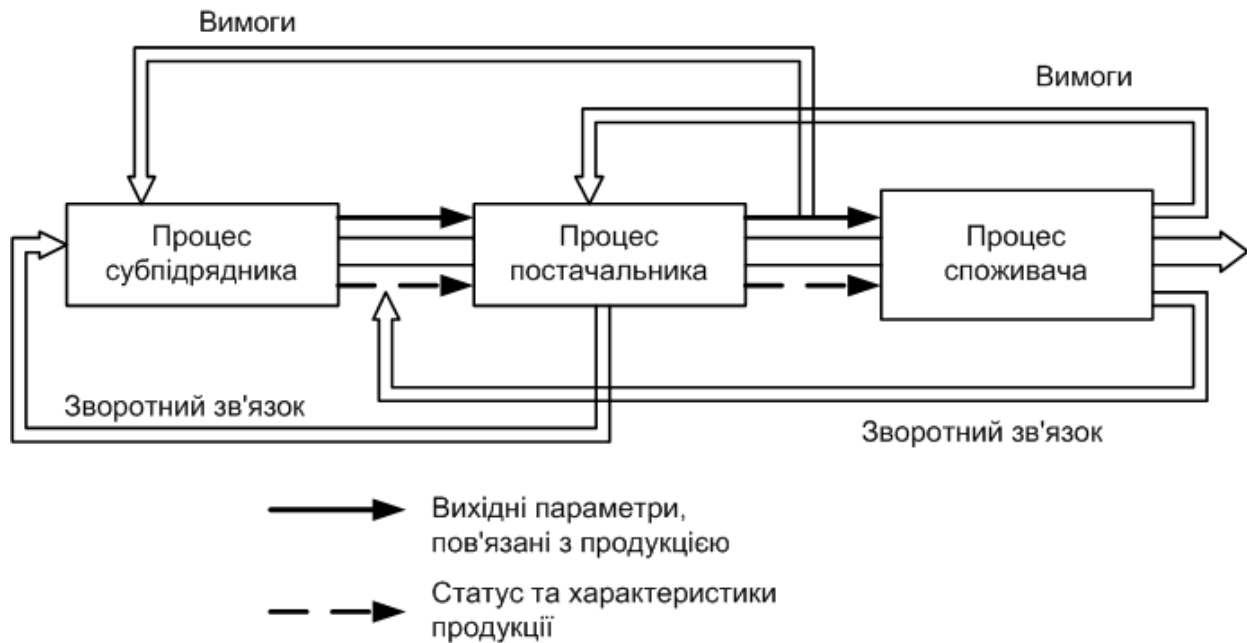


Рис. 5.2. ЖЦ продукту і його компонентів

Перші кроки в організації ЄІП були здійснені ще в 80-ті роки в оборонному комплексі США. Виникла необхідність у забезпеченні оперативного обміну даними між замовником, виробником і споживачем, а також у поліпшенні управління, скороченні паперового документообігу і пов'язаних із ним витрат. На відміну від інтегрованої автоматизованої системи управління виробництвом CALS-система охоплює всі стадії ЖЦ (рис. 5.3, де 1 - маркетинг та вивчення ринку, 2 – проектування та розробка продукції; 3 – планування та розробка процесів; 4 – закупівлі; 5 – виробництво; 6 – пакування та зберігання; 7 – реалізація; 8 – установка та введення в експлуатацію; 9 – технічна допомога та обслуговування; 10 – експлуатація та споживання; 11 - утилізація).

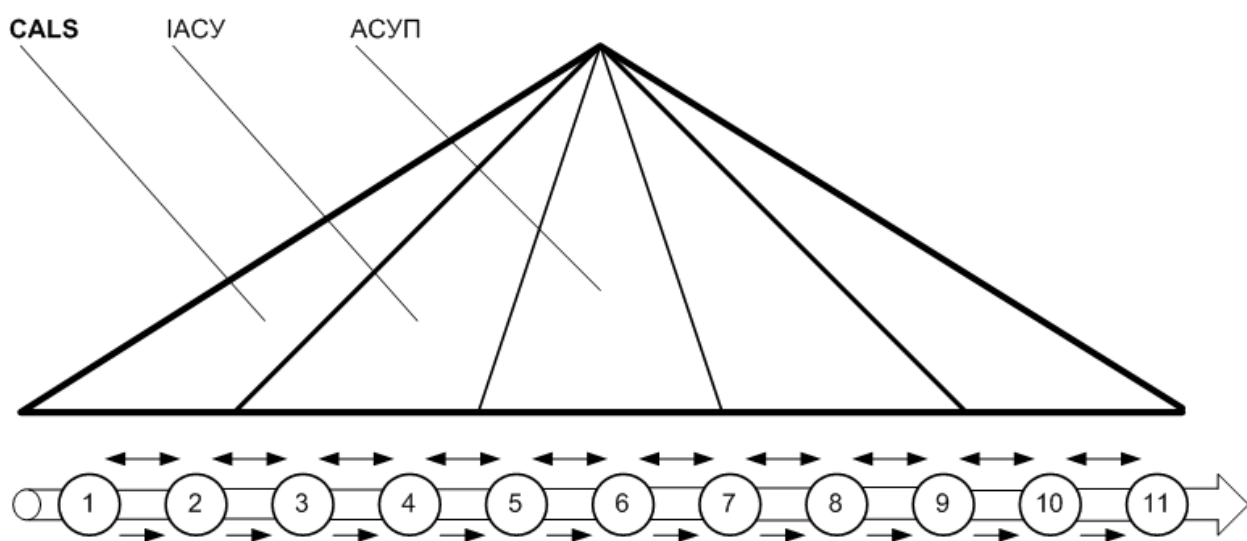


Рис. 5.3. Позиціювання АСУП, ІАСУ і CALS всередині ЖЦ продукту

Предметом CALS є технології спільного використання та інформації (інформаційної інтеграції) у процесах, що виконуються протягом ЖЦ продукту. В основі CALS лежать комплекс єдиних інформаційних моделей, стандартизація способів доступу до інформації та її коректної інтерпретації, забезпечення безпеки інформації, а також юридичні питання спільного використання інформації (у тому числі інтелектуальної власності) [6].

Інформаційна інтеграція базується на застосуванні інтегрованих моделей продукту, ЖЦ продукту і бізнес-процесів, що виконуються протягом ЖЦ, виробничого та експлуатаційного середовища.

З позиції системної архітектури базові інформаційні моделі - це фундамент, на якому можна побудувати автоматизовані системи управління різного рівня.

Класифікацію інформаційних моделей та їх зв'язок зі стадіями ЖЦ продукту наведено в табл. 5.1 [27].

Таблиця 5.1

Класифікація інформаційних моделей

Стадія ЖЦ	Інформаційна модель		
	продукту	ЖЦ і бізнес - процесів, що виконуються в його ході	середовища (виробничого та експлуатаційного)
Маркетинг	Маркетингова (концептуальна)	процесів маркетингу виробу	маркетингового
Проектування та розробка продукту	Конструкторська	процесів проектування та розробки продукту	проектно-конструкторського
Виробництво (надання послуг, пакування і зберігання)	Технологічна	процесів виробництва	технологічного
Реалізація	Збутова (ціни, умови продажу та ін.)	процесів продажу	Модель середовища, в якому здійснюється продаж
Постановка та введення в експлуатацію, технічна допомога та обслуговування, експлуатація, утилізація	Експлуатаційна	процесів експлуатації	експлуатаційного

На основі однієї і тієї ж моделі ЖЦ і бізнес-процесів оцінюються задачі аналізу ефективності бізнес-процесів і забезпечення якості продукції. Інтегрована модель продукту забезпечує обмін даними про виріб між проектувальником і виробником і є джерелом інформації для розрахунку потреби в матеріалах і створення електронних довідників з експлуатації продукту та ін.

Застосування інформаційних моделей, які спільно використовуються, є єдиним джерелом інформації і стандартизованих методів доступу до даних, основою ефективною інформаційної кооперації всіх учасників ЖЦ.

Усі стандарти на інформаційні системи можна розподілити на два основних класи:

- функціональні стандарти, що визначають порядок функціонування системи для досягнення мети, поставленої її розробниками;
- стандарти ЖЦ, що визначають те, як створюється, розгортається, застосовується та ліквідується система.

Моделі, зумовлені стандартами цих двох класів, звичайно ж, взаємозалежні, однак вирішують зовсім різні задачі та характеризуються принципово різними підходами до їх побудови.

ЖЦ інформаційної системи охоплює всі стадії та етапи її створення, супроводження та розвитку:

- передпроектний аналіз (включаючи формування функціональної та інформаційної моделей об'єкта, для якого призначена інформаційна система);
- проектування системи (включаючи розробку технічного завдання, ескізного і технічного проектів);
- розробку системи (у тому числі програмування і тестування прикладних програм на підставі проектних специфікацій підсистем, виділених на стадії проектування);
- інтеграцію та складання системи, проведення її випробувань;
- експлуатацію системи та її супроводження;
- розвиток системи.

Інформацію про етапи розробки автоматизованих інформаційних систем (AIC) зведено в табл. 5.2 [28].

Як визначальний документ доцільно розглядати міжнародний стандарт ISO/IEC 12207. Цей стандарт визначає структуру ЖЦ, який містить процеси, що мають бути виконані під час створення ПЗ інформаційної системи, однак не пропонує конкретної моделі ЖЦ та методів розробки, його рекомендації є загальними для будь-яких моделей ЖЦ.

## Етапи проектування АІС і їх характеристики

Найменування етапу	Основні характеристики
Розробка та аналіз бізнес-моделі	<p>Визначаються основні задачі АІС, проводиться декомпозиція задач по модулях і визначаються функції, за допомогою яких розв'язуються ці задачі. Опис функцій здійснюється мовами: виробничою (опис процесів предметної області), функціональною (опис форм оброблюваних документів) і технічних вимог (апаратне, програмне, лінгвістичне забезпечення АІС)</p> <p>Метод вирішення: функціональне моделювання</p> <p>Результат: 1) концептуальна модель АІС, що складається з опису предметної області, ресурсів і потоків даних, переліку вимог і обмежень до технічної реалізації АІС; 2) апаратно-технічний склад створюваної АІС</p>
Формалізація бізнес-моделі, розробка логічної моделі бізнес-процесів	<p>Розроблена концептуальна модель формалізується, тобто втілюється у вигляді логічної моделі АІС</p> <p>Метод вирішення: розробка діаграми „сутність - зв'язок”</p> <p>Результат: інформаційне забезпечення АІС (схеми і структури даних для всіх рівнів модульності АІС, документація згідно з логічною структурою АІС, згенеровані скрипти для створення об'єктів БД)</p>
Вибір лінгвістичного забезпечення, розробка ПЗ АІС	<p>Вибирається лінгвістичне забезпечення (середовище розробки - інструментарій), виконується розробка програмного та методичного забезпечення. Розроблена на другому етапі логічна схема втілюється в реальні об'єкти, при цьому логічні схеми реалізуються у вигляді об'єктів БД, а функціональні схеми перетворюються у форми та додатки, призначені для користувачів</p> <p>Метод вирішення: розробка програмного коду з використанням вибраного інструментарію</p> <p>Результат: працездатна АІС</p>
Тестування та налагодження АІС	<p>Здійснюється коригування інформаційного, апаратного, програмного забезпечення, виконується розробка методичного забезпечення (документації розробника, користувача) і т.п.</p> <p>Результат: 1) оптимальний склад і ефективне функціонування АІС; 2) комплект документації розробника, адміністратора, користувача</p>

Найменування етапу	Основні характеристики
Експлуатація і контроль версій	<p>Особливістю АІС, створених за архітектурою клієнт-сервер, є їх багаторівневність і багатомодульність, тому при їхній експлуатації та розвитку першорівневним питанням стає контроль версій, тобто додавання нових, розвиток або виведення з експлуатації старих модулів. Наприклад, якщо щоденний контроль версій не ведеться, то, як довела практика, в АІС за рік експлуатації можна нарахувати більш 1000 таблиць, з яких ефективно використовуватимуться лише 20 ... 30%</p> <p>Результат: нарощування і безнадлишковий склад гнучкої АІС, що масштабується</p>

Процеси, що мають виконуватися під час створення ПЗ, підрозділяються на три групи: основні (придбання, постачання, розробка, експлуатація та супроводження), допоміжні (документування, управління конфігурацією, забезпечення якості, верифікація, атестація, оцінка, аудит і вирішення проблем) і організаційні (управління проектами, створення інфраструктури проекту, визначення, оцінка й поліпшення самого ЖЦ, навчання).

Під моделлю звичайно розуміють структуру, що визначає послідовність виконання та взаємозв'язки процесів, дій і задач протягом ЖЦ. З існуючих нині моделей найбільш поширеними є дві: каскадна та спіральна. Вони принципово відрізняються самим підходом до інформаційної системи та її ПЗ. Суть розходжень полягає в тому, що в каскадній моделі інформаційна система є однорідною, а її ПЗ визначається як єдине (із нею) ціле. Даний підхід характерний для більш ранніх інформаційних систем (каскадний метод застосовується з 1970 р.), а також для систем, для яких на самому початку розробки можна досить точно і повно сформулювати усі вимоги. При виконанні цих умов каскадний метод дозволяє досягти високих результатів [15].

Суть каскадного методу полягає в розділенні всієї розробки на етапи, причому перехід від попереднього етапу до наступного здійснюється тільки після повного завершення робіт попереднього етапу. Відповідно на кожному етапі формується закінчений набір проектної документації, достатньої для того, щоб розробка могла бути продовжена іншою групою розробників. Іншим позитивним моментом каскадної моделі є можливість планування термінів завершення робіт і витрат на їхнє виконання. Однак у каскадна модель має один істотний недолік - дуже складно втиснути реальний процес створення ПЗ в таку жорстку схему й тому постійно виникає необхідність повернення до

попереднього етапу з метою уточнення і перегляду раніше прийнятих рішень. Результатом такого конфлікту стала поява моделі з проміжним контролем. Ця модель характеризується міжетапними коригуваннями, що подовжують період розробки виробу, але підвищують надійність.

Однак і каскадна модель, і модель з проміжним контролем мають серйозний недолік - запізнювання з одержанням результатів. Дана ситуація виникає тому, що узгодження результатів можливо тільки після завершення кожного етапу робіт. На час же проведення кожного етапу вимоги жорстко задаються у вигляді технічного завдання. Тому існує небезпека, що через неточний виклад вимог або їхньої зміни за тривалий час створення ПЗ кінцевий продукт виявиться незатребуваним. Для подолання цього недоліку і була створена спіральна модель, орієнтована на активну роботу з користувачами. Вона подає розроблювану інформаційну систему як таку, що постійно коригується під час розробки. У спіральній моделі основна увага акцентується на етапах аналізу та проектування, на яких реалізованість технічних рішень перевіряється шляхом створення прототипів. Спіральна модель дозволяє починати роботу над наступним етапом, не чекаючи завершення попереднього. Спіральна модель має за мету якомога раніше ознайомити користувачів із працездатним продуктом, коригуючи при необхідності вимоги до продукту, що розроблюється, і кожен „виток” спіралі означає створення фрагмента або версії. Основна проблема спірального циклу - визначення моменту переходу на наступний етап, і можливим її рішенням є примусове обмеження в часі для кожного з етапів ЖЦ. Найбільш повно переваги такої моделі виявляються при обслуговуванні програмних засобів.

Порівнюючи ці моделі, можна сказати, що каскадна модель більш універсальна, тобто вона застосовується для виробництва різних виробів, чи то відбійний молоток, чи то графічний редактор. Для різних виробів будуть змінюватися тільки кількість і назва етапів моделі. Спіральна ж модель більш орієнтована саме на інформаційні системи, особливо на програмні продукти, тому при розробці інформаційних систем і їхнього ПЗ вона краще каскадної [15, 29].

Наступним кроком у питанні підтримки ЖЦ інформаційної системи, як і будь-якого іншого виробу, є його автоматизація. Однак автоматизація різних процесів, пов'язаних із розробкою, виробництвом і експлуатацією як виробів промисловості, так і інформаційних систем, найефективніша в тому разі, коли вона охоплює всі етапи ЖЦ виробу, тобто шляхом реалізації концепції CALS.

Моделі ЖЦ інформаційних систем призначені для використання насамперед розробниками таких систем. Тому необхідно знати, чи



можуть моделі бути корисними для тих, хто реально зайнятий експлуатацією інформаційних систем [30].

Тут постає питання - в ролі кого відносно інформаційної системи (наприклад, корпоративної мережі підприємства) виступають ті, хто працює на підприємстві і зайнятий її експлуатацією, - системні адміністратори, менеджери, користувачі і т.д.? У розвинутій сучасній корпорації фахівці з ІТ беруть саму безпосередню участь у формуванні мережного рішення - виборі архітектури, оптимізації топології, налагоджуванні мережного програмного забезпечення і, звичайно, модернізації мережі. Іншими словами, співробітники підприємства виступають у ролі одних з її розробників. Отже, модель ЖЦ інформаційної системи, хочуть вони цього чи ні, стає їхнім робочим інструментом.

Кращою моделлю ЖЦ для корпоративної мережі є спіральна модель. У даному конкретному випадку вона інтерпретується в такий спосіб: фахівці, зайняті експлуатацією мережі, постійно розробляють нову версію своєї мережі, проходячи на кожному витку спіралі стандартні етапи і не чекаючи, коли ефективність системи знизиться нижче заданого рівня або система не зможе задовольняти постійно зростаючі вимоги підприємства. Застосування ж при цьому CALS-технологій виявляється особливо корисним для мереж середніх і великих корпорацій як ефективного та автоматизованого засобу реалізації вибраної моделі ЖЦ [31].

Використання міжнародних стандартів ЖЦ в цій роботі дозволяє значно заощадити зусилля, час і матеріальні ресурси. І в цьому полягають головні переваги використання таких моделей ЖЦ, апробованих багаторазово та повсюдно.

Автоматизація різних процесів, пов'язаних із розробкою, виробництвом і експлуатацією виробів промисловості, є найефективнішою в тому разі, коли вона охоплює всі етапи ЖЦ виробу. При цьому необхідно подолати такі перешкоди:

- наявність великої кількості різних систем, які вирішують дуже ефективно конкретні задачі, що відносяться до конкретного етапу ЖЦ, призводить до труднощів обміну даними між суміжними системами;
- наявність, як правило, великої кількості підприємств, що беруть участь у підтримці ЖЦ виробу, потребує ефективного обміну інформацією про виріб між партнерами;
- складність виробу, наявність великої кількості його модифікацій, запозичення, стандартизація, уніфікація потребують підтримки багаторівневих різноманітних складних моделей.

Ці труднощі можна подолати шляхом реалізації концепції CALS. CALS – це не конкретний програмний продукт, не набір правил, а саме

концепція.

## 5.2. Концепція CALS - створення єдиної інтегрованої моделі виробу

Суть концепції CALS надзвичайно проста – вона полягає в створенні єдиної інтегрованої моделі виробу. Така модель має відбивати всі аспекти виробу – і його властивості, і знання про виріб та про його виробництво, і супроводження виробу протягом його ЖЦ.

Поняття „єдина модель” означає модель, що містить всю інформацію про виріб, необхідну на кожному з етапів ЖЦ. Поняття „інтегрована” означає, що при побудові кожного із фрагментів моделі використовувалися єдині засоби та методи побудови моделей. Враховується також забезпечення цілісності всієї моделі, що описує виріб [32].

Основний зміст концепції CALS, що принципово відрізняє її від інших, складають інваріантні поняття, що реалізуються (цілком або частково) протягом ЖЦ виробу (рис. 5.4).

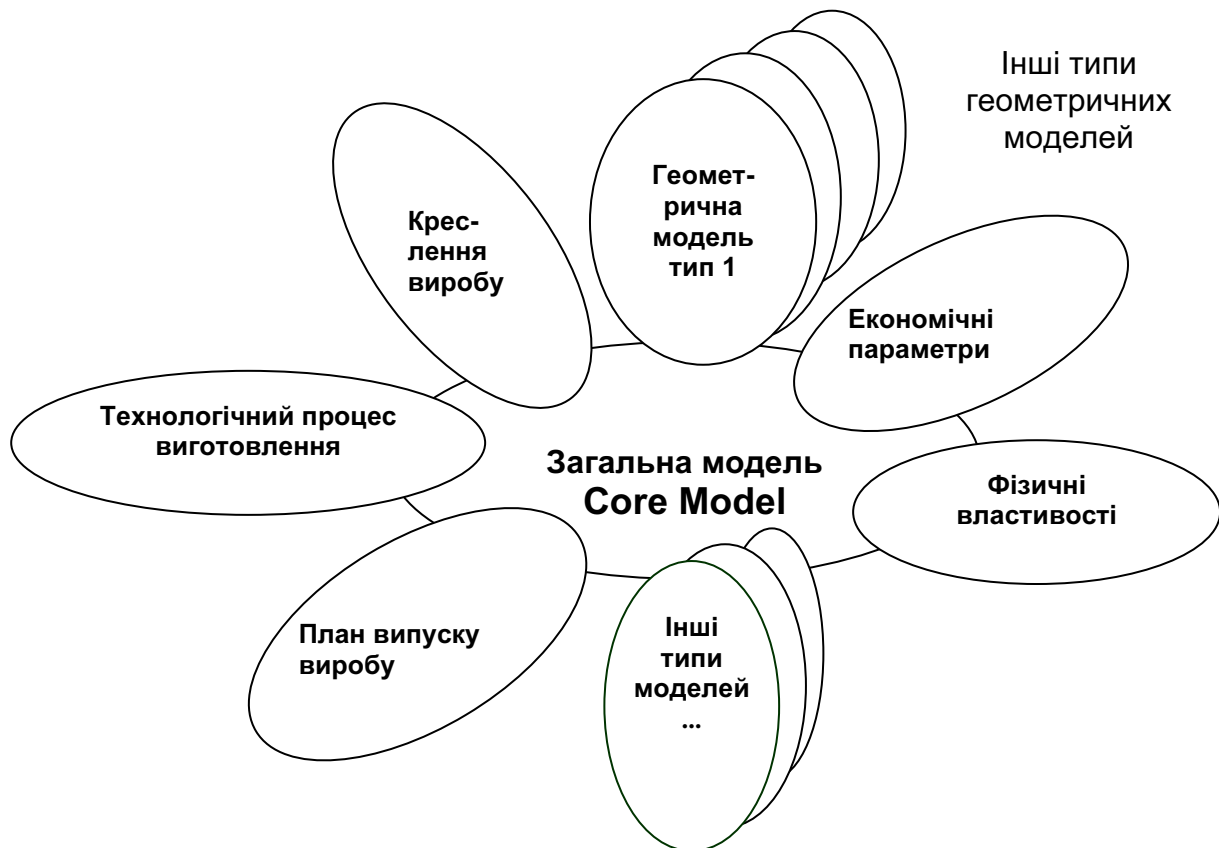


Рис. 5.4. Побудова інтегрованої моделі виробу

Ці інваріантні поняття умовно поділяються на три групи:

- базові принципи CALS;
- базові управлінські технології;
- базові технології управління даними.

До першої групи відносяться:

- системна інформаційна підтримка ЖЦ продукту на основі використання ІІС, що забезпечує мінімізацію витрат протягом ЖЦ;
- інформаційна інтеграція за рахунок стандартизації інформаційного опису об'єктів управління;
- поділ програм і даних на основі стандартизації структур даних та інтерфейсів доступу до них, орієнтація на готові комерційні програмно-технічні рішення (Commercial Of The Shelf - COTS), що відповідають вимогам стандартів;
- безпаперове подання інформації, використання ЕЦП;
- паралельний інжиніринг (Concurrent Engineering);
- безупинне вдосконалювання бізнес-процесів (Business Processes Reengineering).

До другої групи відносяться технології управління процесами, інваріантними стосовно об'єкта (продукції):

- управління проектами та завданнями (Project Management / Workflow Management);
- управління ресурсами (Manufacturing Resource Planning);
- управління якістю (Quality Management);
- інтегрована логістична підтримка (Integrated Logistic Support).

До третьої групи відносяться технології управління даними про виріб, процесами, ресурсами та середовищем.

Концептуальна модель CALS була описана раніше. При цьому реалізація CALS розглядається в трьох основних аспектах:

- етапів ЖЦ продукту;
- рівня абстракції подання інформації про виріб;
- функцій обробки інформації.

ЖЦ виробу можна розділити на такі етапи:

- створення моделі виробу – концептуальне та робоче проектування;
- створення екземплярів виробу – матеріально-технічне забезпечення, виготовлення, контроль і діагностика;
- реалізація та експлуатація виробу.

З точки зору рівня абстракції дані про виріб можна подати так:

- модель конкретного виробу;
- нормативно-довідкова інформація про класи виробів;
- знання про методи створення та використання виробів.

У функціональному аспекті реалізація CALS потребує забезпечення для кожного з етапів ЖЦ на кожному з рівнів абстракції трьох основних функцій: збереження, відображення та обмін.

Кожна з комбінацій „етап ЖЦ – рівень абстракції – функція” має свої характерні принципи реалізації та інструменти. Приведення спільних даних, що використовуються протягом ЖЦ, до єдиної стандартизованої інформаційної моделі істотно спрощує побудову

інтегрованої інформаційної системи, оскільки дозволяє застосовувати комерційні (COTS) прикладні рішення для різних конкретних задач (рис. 5.5) [32].

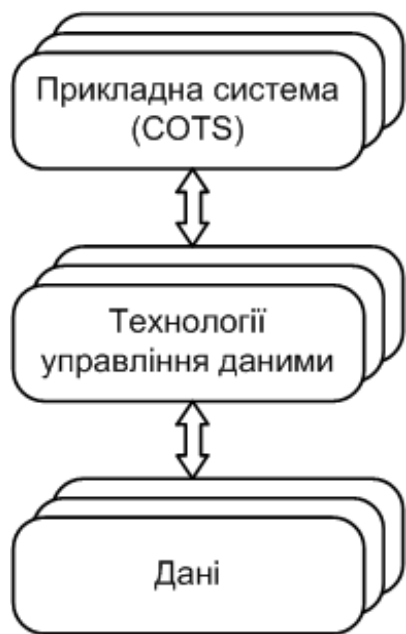


Рис. 5.5. Загальна модель архітектури типової CALS-системи

Реалізація концепції CALS має численні проблеми. Одна з таких проблем – це стандартизація поданих в електронній формі даних і знань. Тільки така стандартизація дозволить працювати з усією єдиною моделлю або з її фрагментами різних програмних засобів. Такими стандартами мають бути інформаційні CALS-стандарти.

Нині найбільш розробленими є такі питання реалізації концепції CALS:

- електронне сховище виробничих даних;
- електронна технічна (експлуатаційна) документація;
- електронний обмін даними про виробництво виробів і

матеріальне постачання.

Електронне сховище даних, призначене для збереження інтегрованої моделі, можна реалізувати із застосуванням технології „Data Warehouse” (сховища даних), що характеризується як предметно-орієнтована, інтегрована, незмінна, підтримуюча хронологія набору даних, організована для цілей підтримки управління. Основними властивостями цієї технології є:

- предметна орієнтація;
- інтегрованість даних;
- інваріантність у часі;
- неруйнівність – стабільність інформації;
- мінімізація надмірності інформації.

Стандарт STEP, що був розглянутий раніше, забезпечує засоби опису єдиних моделей виробу.

Передбачається інтероперабельність описів суміжних предметних областей (тобто сумісність моделей, описаних відповідно до прикладних протоколів, що відносяться до суміжних предметних областей). Сьогодні з великої кількості прикладних протоколів широко використовується тільки один – AP203 (Configuration Controlled Design), тому питання про інтероперабельність прикладних протоколів

поки що практично не розглядалося. Можна лише сказати, що існує регламент розробки прикладних протоколів, що передбачає наповнення протоколу об'єктами, які є підтипами об'єктів, визначених у томах стандарту, що описують IP. Такий регламент, звичайно, не може гарантувати сумісність двох протоколів, але полегшити досягнення сумісності мусить.

На базі стандарту STEP нині розробляється серія інформаційних стандартів. Їхнє впровадження забезпечить більш ефективне використання Data Warehouse. Це такі стандарти:

- ISO 13584 P\_LIB (інтелектуальна бібліотека виробів) ;
- ISO 14959 PAREX (опис параметризованої моделі та подання знань про виріб) ;
- ISO 15531 MANDATE (опис виробничого процесу) ;
- ISO 15926 OIL & GAZ .

Нині задача обміну даними реалізується:

- за допомогою STEP;
- за допомогою інших форматів IGES, DXF, CGM, що є або попередниками STEP або альтернативою цьому стандарту;
- за допомогою UN/EDIFACT, який застосовується для обміну даними в тих областях, що будуть охоплені STEP тільки у віддаленій перспективі.

Стандарт UN / EDIFACT - це правила, узгоджені структурами ООН, для електронного обміну даними в управлінні у комерції та на транспорті. Правила являють собою набір узгоджених на міжнародному рівні стандартів, довідників і посібників з електронного обміну структурованими даними. Правила в основному стосуються торгівлі товарами і послугами між незалежними комп'ютеризованими інформаційними системами.

Для створення інформаційних систем розроблено спеціальну методологію UML.

UML - це уніфікована мова моделювання для опису, візуалізації та документування об'єктно-орієнтованих систем у процесі їхньої розробки. Мета UML - підтримати процес моделювання складних систем. На основі об'єктно-орієнтованої концепції вона допомагає організувати взаємозв'язок концептуальних і програмних понять, відбивати проблеми масштабування складних систем.

У UML для опису системи при аналізі та проектуванні передбачено такі графічні діаграми:

- варіантів використання (Use case diagrams) ;
- класів (Class diagrams) ;
- діаграми, що описують поведінку системи: станів (State diagrams), діяльності (Activity diagrams), послідовності (Sequence diagrams) і взаємодії (Collaboration diagrams) ;

- діаграми, що описують реалізацію системи ;
- компонентів (Component diagrams);
- розподілу (Deployment diagrams).

Мова дозволяє:

- формалізувати функціональні вимоги до системи за допомогою апарату „use case”;
- деталізувати вимоги до системи шляхом побудови діаграм технологічних сценаріїв;
- розділити складну систему на складові частини з мінімумом взаємних зв'язків шляхом виділення пакетів;
- виділити класи даних побудованої концептуальної моделі даних у вигляді діаграми класів;
- виділити класи, що описують інтерфейс користувача, і створити схему навігації екранів;
- описати процеси взаємодії об'єктів при виконанні системних функцій;
- описати поведінку об'єктів у вигляді діаграм стану;
- показати програмні компоненти і їх взаємодію через інтерфейси;
- подати фізичну архітектуру системи.

Різні організації можуть застосовувати UML за своїм розсудом залежно від своїх проблемних областей і технологій, що використовуються [33]. Суть моделювання полягає у такому:

1. Будується модель AS-IS (як є) у вигляді моментного знімка роботи бізнесу.

2. Аналізується отримана модель (бажано із залученням сторонніх експертів) з метою виявлення вузьких місць, зайвих зв'язків і ланок та ін.

3. Будується модель бізнесу TO-BE (як буде) і затверджується план робіт з переходу від моделі AS-IS до моделі TO-BE. Є декілька підходів до моделювання бізнес-процесів [15]:

- функціональне моделювання (IDEF0, IDEF1X, IDEF3, DFD);
- об'єктно-орієнтоване моделювання (IDEF6);
- комплексне моделювання (ARIS, RATIONAL ROSE, PARADIGM PLUS, DESIGNER/2000).

4. На підставі моделі фірми проводиться логічне моделювання алгоритмів поведінки майбутньої системи (IDEF3), документообігу (DFD) і даних (IDEF1X).

Аналіз логічної моделі дає відповіді на запитання, що, де і як можна автоматизувати в нашому бізнесі (якщо взагалі є така необхідність). Узагальнену математичну модель об'єкта можна подати у вигляді багаторівневої, конвеєрної, мережної математичної моделі, де рівні моделі відбивають рівні проектування (етапи) виробу, конвеєрність моделі - механізми передачі даних і їхній спектр між етапами (не

обов'язково сусідніми), мережна структура моделі - параметричні зв'язки між окремими характеристиками проєктованого виробу. Багаторівневність моделі відбиває також процес послідовної деталізації об'єкта протягом проєктування.

Ядром усіх сучасних технологій проєктування (спадне, наскрізне, паралельне, CALS) є багаторівнева математична модель проєктування (конвеєрна, мережна, узагальнена), яка містить такі функції:

1. Планування виробництва, що містить усі рівні планування, у тому числі:

- а) довгострокове;
- б) планування проєктування;
- в) планування виробництва;
- г) планування збуту виробу.

2. Організація виробничих процедур, що містить процедури щодо виробництва, контролю і збереження готової продукції.

3. Продаж і маркетинг, що містять:

- а) встановлення планів з виробництва та продажу;
- б) розробку програм з маркетингу;
- в) забезпечення роботи допоміжних служб.

4. Фінансове управління процесами проєктування та виробництва, розподіл і облік витрат, що забезпечує постійну випереджальну оцінку витрат при процесах проєктування та виробництва.

Система адміністрування містить усі аспекти управління персоналом й офісом (управління підприємством, власністю, відносинами з громадськістю).

Усі перелічені вище функції будуються на принципі випереджального планування процесів проєктування і виробництва виробу.

Управління загальним потоком інформації, що реалізується технологією автоматизованої інформаційної підтримки (АІП), неможливе без елементів підтримки, до яких відносять:

- апаратне забезпечення і програмний контроль;
- забезпечення інформаційного зв'язку комп'ютерів;
- управління даними;
- загальне управління системою;
- прикладне програмне забезпечення;
- систему підтримки прийняття рішень;
- систему управління виробничими функціями.

Усі ці сім елементів складають інфраструктуру АІП. У структуру АІП також входять системи реалізації витрат, що містять:

- підсистему бухгалтерського обліку;
- підсистему контролю витрат, що визначає термінові зміни та доповнення, які необхідно внести в проєкт, а також процес виробництва і випуску виробу;

- підсистему планування витрат, що визначає на етапах розробки технічного завдання і АВАН-проекування величину приблизних витрат на виробництво виробу.

Практично всі компанії-розробники програмного забезпечення мають схожі проблеми випуску якісної продукції. Проблеми ці відомі, а засоби рішення вже є, тому що Rational Unified Process (RUP) описує, як найкраще організувати процес випуску програмного забезпечення, які при цьому мають бути документи, які ролі повинні виконувати члени команди, що вони одержують на вхід і що віддають на виході (табл. 5.3) [33].

Таблиця 5.3

Технологічні етапи RUP і моделі, що розроблюються

Технологічні етапи згідно з RUP	Моделі	Призначення моделі
Бізнес моделювання	Модель бізнес-процесів	Визначення бізнес-вимог до системи, що розроблюється
	Модель структури підприємства	Розробка функціональної моделі системи
	Моделі документів (бізнес-суті)	Проектування інтерфейсу користувача, БД, формування альбому вихідних форм системи
	Моделі сценаріїв бізнес-функцій	Проектування сценаріїв інтерфейсу користувача
	Моделі стану бізнес-суті	Проектування інтерфейсу користувача, БД системи
	Моделі бізнес-правил	Моделювання правил програмної системи
Визначення вимог	Модель функції системи	Визначення функціональних вимог до системи
	Модель сценаріїв функцій системи	Визначення логіки роботи функцій системи
	Модель віконного інтерфейсу	Розробка специфікації елементів віконного інтерфейсу
	Модель сценаріїв роботи користувача	Визначення сценаріїв роботи користувача із системою
	Модель вихідних форм	Опис альбому вихідних форм системи
	Модель правил системи	Визначення правил системи



Технологічні етапи згідно з RUP	Моделі	Призначення моделі
Аналіз і проектування	Логічна модель даних	Визначення семантики даних, що зберігаються
	Фізична модель даних	Визначення таблиць БД
	Модель специфікації компонентів системи	Визначення специфікації на компоненти системи
	Сценарії взаємодії класів, що реалізують компоненти системи	Опис алгоритмів взаємодії класів системи
Реалізація – тестування	Компонентна модель додатку	Опис компонентної моделі додатку
	Модель тестових прикладів	Опис вхідних/вихідних тестових прикладів
	Функціональна модель тестової програми	Опис функцій тестової програми
	Модель специфікації компонентів тестової програми	Визначення специфікації на компоненти тестової програми
	Сценарії взаємодії класів, що реалізують взаємодію компонентів тестової програми	Опис алгоритмів взаємодії класів тестової програми
Впровадження	Модель розміщення	Опис розміщення компонентів за вузлами обробки

CALS основана на використанні ЄІП, що забезпечує взаємодію всіх учасників цього циклу:

- замовників продукції;
- постачальників (виробників) експлуатаційних і ремонтних підприємств;
- транспортних і складських підприємств.

Більшість методів розробки систем ПЗ направлені, в основному, на створення абсолютно нових систем, тоді як практично всі такі системи зазнають змін за час свого існування, і у більшості випадків ці зміни дуже істотні.

На процес внесення цих змін доводиться витратити найбільшу кількість коштів і часу, і, таким чином, розвиток промислових систем має фокусуватися, головним чином, на підтримці зміни системи програмного забезпечення у процесі свого „життя”. Нова система,

таким чином, може розглядатися як специфічний варіант - перша версія системи. Процес одержання кожної нової версії системи виглядає так, як показано на рис. 5.6.

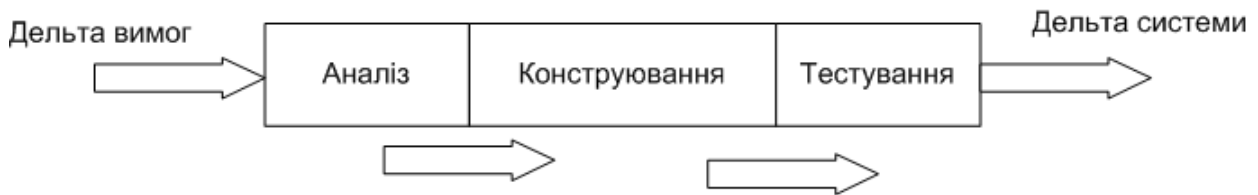


Рис. 5.6. Процес одержання нової версії системи

При розробці ПЗ великих систем важливо чітко уявляти собі, як різні етапи, обумовлені вибраним методом, взаємодіють між собою і як вони впливають на процес розробки у цілому (рис. 5.7). Причому сам процес розробки має інтерактивний характер (рис. 5.8).



Рис. 5.7. Розробка програмного забезпечення

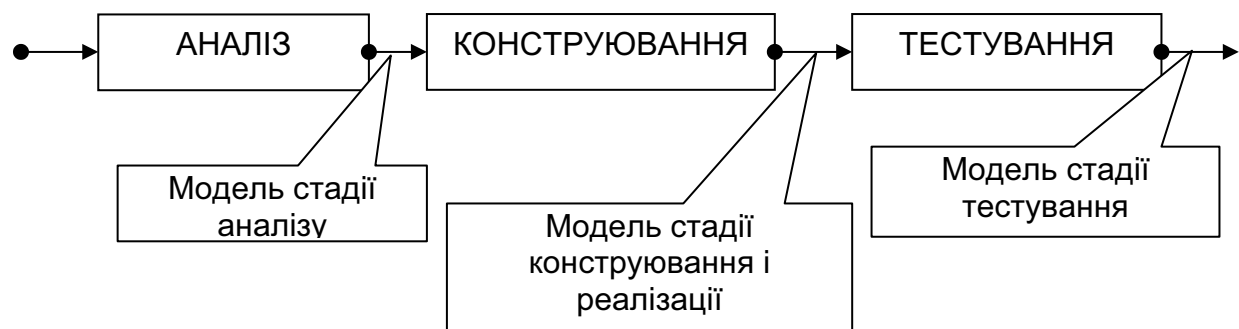


Рис. 5.8. Об'єктна модель системи

Основу підходу складають три основні методи:

- об'єктно-орієнтоване програмування (інкапсуляція, спадкування, відносини між класами та екземплярами);
- концептуальне моделювання (синонім моделювання даних:

структурування інформації та використання БД);

- проектування блоків (блоки з інкапсульованими даними та програмами поведінки, опис сигналів між цими блоками, техніка діаграм взаємодії, інтерфейси).

Для моделювання інформаційних систем можна також використовувати методологію візуального моделювання методу OOSE, яка містить фази аналізу, конструювання і тестування.

До них належать кілька типів моделей:

- модель стадії визначення вимог (requirements model), що дозволяє виділити функціональні вимоги;

- модель стадії аналізу (analysis model), що служить для виділення стабільної і досить гнучкої структури об'єктів;

- модель стадії проектування (design model), що необхідна для адаптації та уточнення структури об'єктів залежно від вибраного оточення;

- модель стадії реалізації (implementation model), яка служить для власної реалізації системи.

- модель стадії тестування (test model), необхідна для тестування та верифікації системи.

Першим кроком до підвищення ефективності організаційної структури, яка підтримує одну або кілька стадій ЖЦ продукту, є моделювання та аналіз її функціонування. Мета бізнес-аналізу - виявити існуючу взаємодію між складовими частинами та оцінити її раціональність і ефективність. Для цього з використанням CALS-технологій розробляються функціональні моделі, які містять детальний опис процесів, що виконуються, у їхньому взаємозв'язку. Формат опису регламентується стандартами IDEF/0 і ISO 10303 AP208. Моделі, що розробляються, пов'язуються з процесами, які їх породжують, як показано на рис. 5.8.

Розроблена функціональна модель не тільки є детальним описом процесів, що виконуються, але дозволяє також вирішувати цілий ряд задач, пов'язаних з оптимізацією, оцінкою і розподілом витрат, оцінкою функціональної продуктивності, завантаження і збалансованості складових частин, тобто питань аналізу та реінжинірингу бізнес-процесів.

Організація робіт з функціонального моделювання виглядає так:

1. Проводяться співбесіди з провідними фахівцями кожного підрозділу, відділу, робочої групи за організаційною структурою замовника.

2. Протягом співбесід з'ясовуються склад і послідовність дій, що виконує персонал замовника, збираються зразки документів, які оформляються персоналом замовника за результатами кожної дії.

3. Після кожної співбесіди складається функціональна діаграма дій, що виконуються персоналом замовника. Усі первинні матеріали

моделювання піддаються інтегрованому аналізу на несуперечність суміжних ділянок, повноту викладу та ін.

4. Після остаточного оформлення і підтвердження моделі персоналом замовника діагностуються проблемні точки у функціональній і організаційній структурах замовника, а також визначаються недоліки документообігу.

5. Для кожної виявленої критичної точки розробляються рекомендації щодо усунення проблем і як один із методів, призначених для поліпшення ситуації на даному етапі, розглядається можливість автоматизації проблемного ланцюжка дій.

6. У результаті обробки критичних точок визначається перелік процесів, що підлягають автоматизації. Для кожного такого процесу виконується вибір засобів автоматизації з обґрунтуванням, розраховуються очікувані витрати праці та вартість автоматизації.

7. Визначається конфігурація типових програмних рішень, розраховуються ключові показники для розробки відсутніх компонентів.

8. В останню чергу розробляється розгорнутий план автоматизації із зазначенням робіт, термінів, виконавців і графіків оплат.

При визначенні головної бізнес-функції слід завжди мати мету моделювання і точку зору на модель. Одне й теж підприємство може бути описане по-різному залежно від того, з якої точки зору його розглядають - директор підприємства і податковий інспектор бачать організацію зовсім по-різному [34].

Контекстна діаграма відіграє ще одну роль у функціональній моделі. Вона „фіксує” границі бізнес-системи, що моделюється, визначаючи, як система взаємодіє зі своїм оточенням. Це досягається за рахунок опису дуг, з'єднаних із блоком, що являють собою головну бізнес-функцію.

Після ознайомлення з базовими поняттями та принципами функціонального моделювання ділових процесів виникає питання, як це допомагає підвищувати ефективність і якість діяльності підприємства. Тому розробляються дві моделі.

1. Модель „ЯК Є”. Обстеження підприємства є обов'язковою частиною будь-якого проекту створення або розвитку корпоративної інформаційної системи. Побудова функціональної моделі „ЯК Є” дозволяє чітко зафіксувати, які ділові процеси здійснюються на підприємстві, які інформаційні об'єкти використовуються при виконанні ділових процесів і окремих операцій. Ця модель - відправна точка для аналізу потреб підприємства, виявлення проблем і „вузьких” місць і розробки проекту вдосконалювання ділових процесів. Вона дозволяє виявити і точно визначити бізнес-правила, що використовуються в діяльності підприємства. Дуже часто бізнес-правила на підприємстві не записані в інструкції: вони як би є, але їх як би немає. У результаті

спроби змінити що-небудь у діяльності підприємства, підрозділу можуть закінчитися невдачею тільки лише тому, що ці зміни суперечать сформованим бізнес-правилам.

2. Модель „ЯК БУДЕ”. Створення та впровадження корпоративної інформаційної системи приводить до зміни умов виконання окремих операцій, структури ділових процесів і підприємства в цілому. Це приводить до необхідності зміни системи бізнес-правил, що використовуються на підприємстві, модифікації посадових інструкцій співробітників. Функціональна модель „ЯК БУДЕ” дозволяє вже на стадії проектування майбутньої інформаційної системи визначити ці зміни. Застосування цієї моделі дає можливість не тільки скоротити терміни впровадження інформаційної системи, але також знизити ризики, пов'язані з несприйняттям персоналу до ІТ.

Функціональна модель дозволяє чітко визначити розподіл ресурсів між операціями ділового процесу, що дає можливість оцінити ефективність використання ресурсів. Ця задача особливо актуальна при створенні нових ділових процесів на підприємстві [35].

Нині існує багато CASE-засобів, що підтримують функціональне моделювання в стандарті IDEF0. У СНД одержали поширення такі системи [15]:

- Design / IDEF (MetaSoftware, США, розповсюджувач - Метатехнологія, Москва) ;
- BPWin / ERWin (Logic Works, США, розповсюджувач - Інтерфейс, Москва).

Компанія Орієнтсофт (м. Мінськ) пропонує власну розробку на базі стандарту IDEF0 - систему IDEF0 EM Tool.

Методологія функціонального моделювання IDEF0 є досить простим інструментом, що дозволяє розробникам корпоративних інформаційних систем вивчити сферу діяльності замовника і вирішувати задачі з підвищення ефективності цієї діяльності.

Проведення функціонального моделювання дозволяє автоматизувати кожний процес і найвірогідніше спрогнозувати результат. Наявність результатів моделювання дозволить мотивовано оцінити користь автоматизації кожного окремого процесу і всієї діяльності замовника в цілому.

Зараз технологія моделювання і аналізу бізнес-процесів досить формалізована. Для розробки функціональних моделей рекомендується використовувати методологію та нотацію SADT, регламентовану за назвою IDEF0 федеральним стандартом США FIPS 183.

Сучасна CALS-система підприємства має містити ряд модулів підсистем, спрямованих на оптимізацію процесів взаємодії замовника і постачальника протягом розробки, проектування та виробництва продукції. Причому супроводження інформації про виріб як на самому підприємстві, так і у взаємодії з замовником, має бути безупинним. А

документація з розробки, виробництва і монтажу продукції мусить формуватися в електронному вигляді.

Спільне кооперативне проектування та виробництво виробу може бути ефективним у разі, якщо воно базується на основі єдиної інформаційної моделі виробу.

Конструкторсько-технологічна інформаційна модель має базуватися на використанні стандарту ISO 10303 STEP. Створена один раз, модель виробу використовується багаторазово. До неї вносяться доповнення і зміни, вона є відправною точкою при модернізації виробу. Модель виробу відповідно до цього стандарту містить: геометричні дані, інформацію про конфігурацію виробу, дані про зміни, узгодження та затвердження.

Стандарт ISO 10303 побудовано таким чином, що крім базових елементів (IP) до його складу входять так звані прикладні протоколи, що визначають конкретну структуру інформаційної моделі для різних предметних областей (автомобілебудування, суднобудування, будівництво, електроніка і т.д.). Усі прикладні протоколи (прикладні інформаційні моделі) базуються на стандартизованих IP. Таким чином, при створенні нового прикладного протоколу забезпечується наступність з уже існуючими рішеннями.

Стандартний спосіб подання конструкторсько-технологічних даних дозволяє вирішити проблему обміну інформацією між різними підрозділами підприємства, а також учасниками кооперації, що мають різні системи проектування. Використання міжнародних стандартів забезпечує коректну інтерпретацію збереженої інформації, можливість оперативної передачі функцій одного підрядника іншому, який, у свою чергу, може скористатися результатами вже виконаної роботи. Це дуже важливо для виробів з тривалим ЖЦ, коли необхідно забезпечити наступність інформаційної підтримки продукту незалежно від ринкової або політичної ситуації.

Відомо, що обсяги документації, яка розроблюється для складного наукоємного виробу, дуже великі. Тому традиційне паперове документування складних виробів потребує величезних витрат на підтримку архівів, коригування документації, а також знижує експлуатаційну привабливість і конкурентоспроможність виробу.

Вирішення проблеми полягає в перетворенні експлуатаційної документації на виріб, що поставляється споживачу, в електронний вигляд. При цьому комплект електронної експлуатаційної документації слід розглядати як складову частину єдиної інтегрованої інформаційної моделі виробу. Електронна документація може поставлятися на електронних носіях, наприклад компакт-дисках, або розміщатися в глобальній мережі Інтернет.

Експлуатаційна документація може містити інформацію різних типів відповідно до стандартів CALS [27], [28], [29], [30], [31]: ISO 8879 (SGML), ISO 10744 (HyTime) і MIL-PRF-28001C - для текстової і

мультимедійної інформації, MIL-PRF-28000A, MIL-PRF-28002C, MIL-PRF-28003A - для векторних і растрових графічних ілюстрацій. Стандарти MIL-PRF-87268 і MIL-PRF-87269 визначають стиль, формат і технологію створення електронних довідників з виробів. Стандартизація гарантує застосування такої електронної документації на будь-яких комп'ютерних платформах.

Важливо відзначити, що в електронний вигляд може бути перетворена експлуатаційна документація, створена раніше без використання комп'ютерних систем. Для виробів, що вже знаходяться в експлуатації тривалий період і спроектованих за традиційними методами, задача підтримки документації не менш актуальна.

У рамках CALS мова йде про використання інтегрованих інформаційних моделей (БД) продукції та процесів - сутностей, що не мають прямих аналогів у традиційному паперовому документообігу. Стадії вирішення проблеми створення БД можна подати в такий спосіб:

- реальні процеси та явища минулого або сьогодення (реальний світ);
- логічна (концептуальна) модель;
- метадані (структура БД);
- фізична організація даних (дані).

Комплексна автоматизація потребує створення ЄІП підприємства, в якому співробітники і керівництво можуть здійснювати свою діяльність, керуючись єдиними правилами подання та обробки інформації у документальному і бездокументальному виді.

Для цього в рамках підприємства слід створити єдину інформаційну систему з управління інформацією або єдину систему управління документами.

Початковим етапом створення такої системи є побудова моделі предметної області, або, іншими словами, моделі документообігу для конкретного бізнесу і позиціювання у ній свого підприємства, з метою ефективного використання інформації для досягнення поставленої мети і вирішення проблем, що стоять перед організацією.

Організація роботи з документами (платіжні або конструкторсько-технологічні документи) є важливою складовою частиною процесів управління і прийняття управлінських рішень, що істотно впливає на оперативність й якість управління. Процес ухвалення управлінського рішення складається з таких етапів:

- одержання інформації;
- переробки інформації;
- аналізу, підготовки та ухвалення рішення.

Усі ці етапи тісно пов'язані з документальним забезпеченням процесів управління, проектування і виробництва. Якщо на підприємстві відсутня чітка організація роботи з документами, то, як

наслідок, закономірною є поява документів низької якості як в оформленні, так і в повноті та цінності інформації, що міститься в них, збільшення термінів їхньої обробки. Це призводить до погіршення якості управління, збільшення термінів прийняття рішень і кількості невірних рішень. Зі зростанням масштабів підприємства і чисельності його співробітників питання про ефективність документального забезпечення управління стає все більш актуальним. Основні проблеми, що виникають при цьому, виглядають приблизно так:

- керівництво втрачає цілісну картину, що відбувається;
- структурні підрозділи, не маючи інформації про діяльність один одного, перестають злагоджено здійснювати свою діяльність; неминуче падає якість обслуговування клієнтів і здатність організації підтримувати зовнішні контакти;
- падіння продуктивності викликає відчуття недоліку в ресурсах: людських, технічних, комунікаційних та ін.;
- доводиться розширювати штат, вкладати гроші у створення нових робочих місць, облаштування приміщення, комунікації, навчання нових співробітників;
- для виробничих підприємств збільшення штату може спричинити зміну технології виробництва, що потребує додаткових інвестицій;
- виявляється, що штат збільшений, продуктивність знизилась, виробництво потребує інвестицій, відповідно виникає потреба в збільшенні оборотного капіталу, що може потребувати нових кредитів і зменшити плановий прибуток.

У результаті підприємство перестає зростати інтенсивно і подальше розширення відбувається винятково екстенсивним шляхом за рахунок раніше створеного прибутку.

Чому ж сьогодні, коли для організації документообігу (надалі під цим терміном будемо розуміти документообіг будь-яких документів: конструкторських, технологічних, фінансових, організаційних та ін.) пропонується велика кількість усіляких засобів автоматизації, документообіг часто організований погано, навіть на відносно невеликих підприємствах? Відповідь, незалежно від ступеня автоматизації підприємства і його типу, може бути одна - ігнорування моделі організації документообігу неминуче призведе до того, що старі проблеми залишаться невирішеними. При цьому, якщо при ручному стані діловодства в організації був „ручний” хаос, то результатом автоматизації буде „комп'ютерний” хаос.

Коли на Заході, а тепер і в Україні спала перша хвиля захоплення системами автоматизації документообігу, виявилось, що без належної оцінки можливостей користувача, дослідження бізнес-процесів його підприємства важко очікувати ефект від упровадження як систем документообігу класу docflow, так і workflow. При цьому зовсім



неважливо, як планується або вже реалізований документообіг: вручну, шляхом автоматизації за допомогою потужних західних або вітчизняних пакетів - завжди на першому місці має бути чітка стратегія, спрямована на упорядкування бізнес-процесів. Проводячи в життя програму модернізації діловодства, важливо уявляти, якого рівня вже досягло підприємство і яке місце йому приділяється в модельному просторі системи документообігу.

Скорочення витрат на підтримку ЖЦ виробу - одна з цілей CALS. Комплекс управлінських заходів, спрямованих на скорочення цих витрат, поєднується поняттям ІЛП (Інтегрована логістична підтримка - Integrated Logistic Support). Загальну структуру ІЛП наведено на рис. 5.9, де ОТ - технічне обслуговування, МТЗ – матеріально-технічне забезпечення, ЕЕД – електронна експлуатаційна документація, ЕРД – електронна робоча документація, ІЕТК - інтерактивні електронні технічні керівництва.

Аналіз логістичної підтримки (АЛП) - одна з найважливіших складових ІЛП. Він являє собою формалізовану технологію всебічного дослідження виробу і варіантів системи його експлуатації та підтримки. АЛП спрямований на скорочення витрат на ЖЦ продукту при заданих показниках надійності та ефективності. АЛП слід починати ще до початку проектування, тобто на стадії визначення вимог до виробу, і продовжувати до завершення процесу його використання. Це необхідно для оцінки правильності результатів попередніх етапів АЛП і нагромадження статистичного матеріалу, що є основою аналізу нових проектів. Результати АЛП, як правило, подають у формі реляційної БД - БД АЛП (Logistic Support Analysis Records/LSAR).

При АЛП оцінюються такі основні задачі:

- формування вимог до проекту і системи підтримки на основі порівняння з існуючими аналогами;
- коригування проектних рішень, спрямоване на забезпечення ефективної експлуатації;
- розробка системи підтримки експлуатації, що забезпечує найкраще співвідношення витрат, термінів і характеристик „придатності до підтримки” (Supportability);
- визначення вимог до ресурсів логістичної підтримки, розробка планів післявиробничої підтримки;
- оцінка і перевірка досягнутих показників ефективності.

*Інтегроване інформаційне середовище (ІІС) - це "сукупність розподілених БД, що містять інформацію про вироби, виробниче середовище, ресурси і процеси підприємства, які забезпечують коректність, актуальність, збереження та доступність даних тим суб'єктам виробничо-господарської діяльності, що беруть участь у здійсненні ЖЦ продукту, кому це необхідно і дозволено. Всі відомості (дані) у ІІС зберігаються у вигляді інформаційних об'єктів ..."* [4, с. 25].

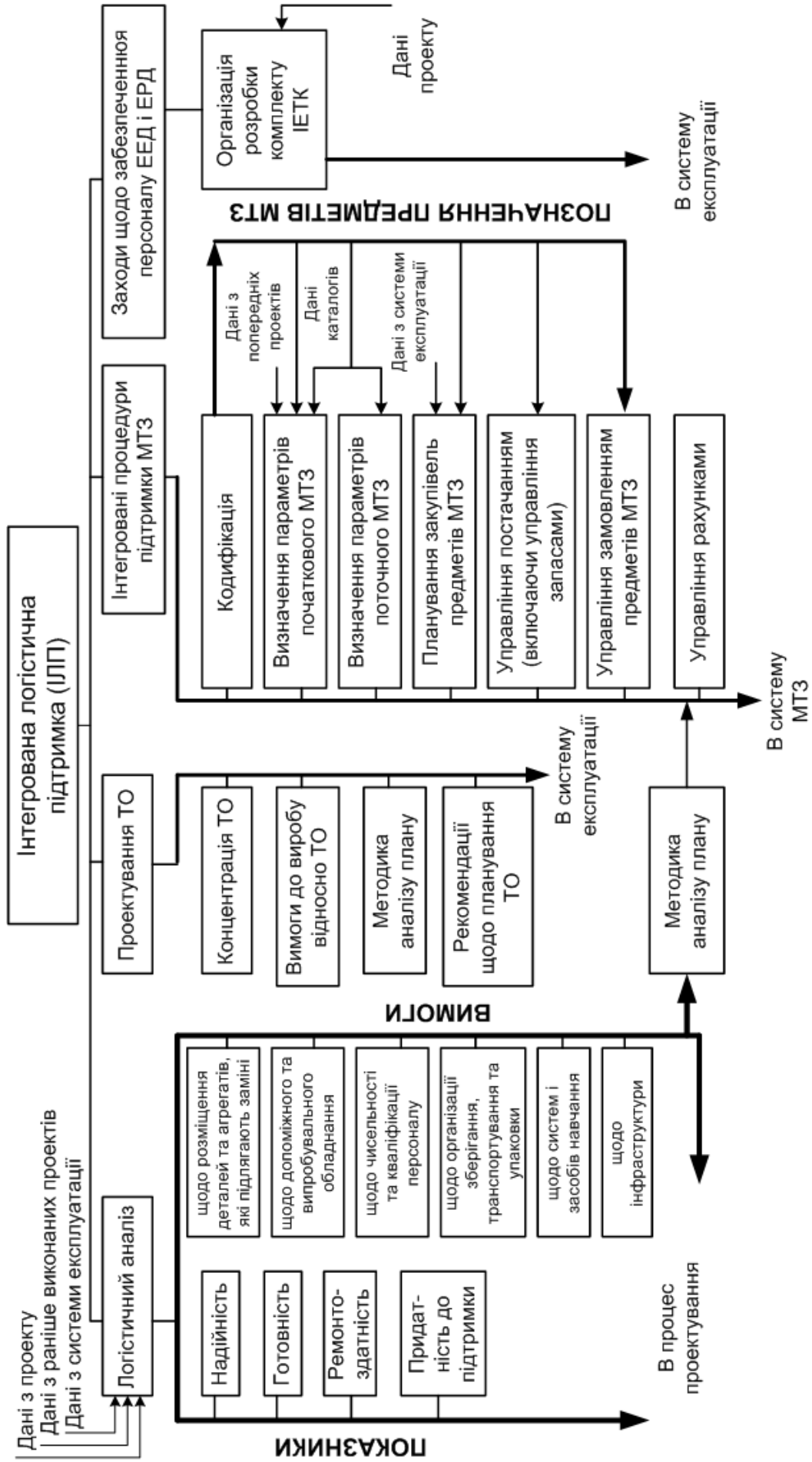


Рис. 5.9. Загальна структура ІЛП

ІІС відповідно до концепції CALS являє собою модульну систему, в якій реалізуються такі базові принципи:

- прикладні програмні засоби відокремлені від даних;
- структури даних й інтерфейс доступу до них стандартизовані;
- дані про виріб, процеси і ресурси не дублюються, кількість помилок у них мінімізується, забезпечується повнота і цілісність інформації;
- прикладні засоби роботи з даними являють собою, як правило, типові комерційні рішення різних виробників, що забезпечує можливість подальшого розвитку ІІС.

Кінцева мета процесів інформаційного обміну за допомогою ІІС - максимально можливе вилучення з ділової практики традиційних паперових документів і перехід до прямого безпаперового обміну даними. Переваги і техніко-економічна ефективність такого переходу очевидні. Проте на перехідному періоді слід забезпечити співіснування і спільне використання як *паперової*, так і *електронної форм подання інформації*, і гармонізувати поняття, що застосовуються.

Виділяють такі форми подання конструкторської інформації:

- БД (внутрішнє подання інформації в комп'ютерній системі);
- електронний конструкторський документ;
- форма, придатна для сприйняття людиною (екранне зображення, паперовий конструкторський документ та ін.).

Існуючі стандарти, що регламентують конструкторсько-технологічну діяльність, такі, як ЄСКД, ЄСТД, ЄРПВ та їм подібні, стосуються тільки візуальної форми подання інформації. Тому однією з першочергових практичних задач впровадження CALS є розвиток стандартів ЄСКД і розроблення нових стандартів і специфікацій, що регламентують електронну форму подання та доступу до даних. Відзначимо, що структура електронного документа має складатися з таких частин:

- заголовка, що містить інформацію, яка ідентифікує документ і авторів;
- змісту документа, який складається з одного або декількох файлів;
- ЕЦП відповідно до ДСТУ 34.10-2002.

Ключовим питанням використання і доступу до інформації в електронній формі є питання її авторизації, що розв'язується за допомогою ЕЦП.

*Моделювання даних* – це процес опису інформаційних структур і бізнес-правил для визначення потреб інформаційної системи. Модель даних являє собою розумний компроміс між потребами конкретного проекту і основними запитамі в області бізнесу, які

потребують реалізації цієї моделі [33].

Інформацію, що циркулює в системі інформаційної підтримки ЖЦ виробу, умовно поділяють на три класи:

- дані про продукцію (виріб);
- дані про виконувані процеси;
- дані про ресурси, необхідні для виконання процесів.

Під *виробом* (кінцевим) розуміють комбінацію матеріалів, предметів, програмних та інших компонентів, готових до використання за призначенням. Компоненти кінцевого виробу, у свою чергу, є виробами. Дані про виріб складають основний обсяг інформації в ІІС. На різних стадіях ЖЦ необхідні різні підмножини з усієї сукупності даних про виріб, що відрізняються складом і обсягом інформації. У цілому інформація про виріб містить:

- дані про склад і структуру виробу, матеріали і комплектуючі вироби, які використовуються, із зазначенням можливих альтернатив і їхньої взаємозамінності;
- дані, що визначають склад можливих конфігурацій виробу залежно від зовнішніх вимог і умов, а також дані про відмінності конкретних екземплярів виробів (партій виробів);
- дані про технічні, фізичні та інші характеристики виробу;
- класифікаційні та ідентифікаційні дані про виріб і його компоненти, у тому числі його найменування, позначення, класифікаційні коди, дані про постачальників, дані, що стосуються ступеня конфіденційності інформації про виріб і його компоненти;
- геометричні дані, подані у формі об'ємних геометричних моделей виробу, складальних одиниць і окремих деталей, електронних (векторних) і сканованих паперових (растрових) креслень;
- текстова документація;
- дані про наявні версії структури виробу, документів, моделей і креслень та їх статусу;
- дані про розробників;
- вказівки і вимоги, що стосуються фінішної обробки та якості поверхонь готового виробу;
- дані про якість виробів;
- дані про експлуатацію виробу.

Наведений перелік не є повним і може бути розширений.

Багато з перелічених типів даних потребують для свого подання складних специфічних інформаційних моделей, що враховують семантику даних і правила роботи з ними. Наприклад, міжнародні стандарти ISO 10303 та ISO 15384 регламентують технологію подання даних про виріб і його компоненти на стадії проектування та підготовки виробництва, стандарти ІЛП (DEF STAN 0060) - подання даних про виріб у контексті забезпечення ефективної експлуатації,

стандарти серії ISO 9000 розглядають дані про якість виробів.

Структури даних, що описують ресурси різного типу, регламентуються стандартом ISO 15551. На кожній стадії ЖЦ потрібен свій обсяг даних, обумовлений складом розв'язуваних задач.

Моделі даних (або їх частини) можуть бути подані з використанням різних технологій (ISO 10303-11 Express, ISO 8879 SGML та ін.). При цьому вони мають бути логічно взаємопов'язаними. При перетворенні даних з однієї форми в іншу об'єкти інформаційних моделей мають інтерпретуватися однозначно. Один із варіантів такої технології викладено у стандарті ISO 18876.

У 1983 р. в рамках проекту військового відомства США "Інтегровані системи інформаційної підтримки" (ICAM) була створена методологія семантичного моделювання даних IDEF1X (розширення методології IDEF1), що дозволила логічно поєднувати в мережу неоднорідні обчислювальні системи.

Методологія IDEF1X - один з підходів до семантичного моделювання даних, оснований на концепції „сутність – відношення” (*Entity-Relationship*), це інструмент для аналізу інформаційної структури систем різної природи.

Техніка створення IDEF1X-моделі полягає у виявленні суті, визначенні атрибутів систем, неспецифічних („багато-до-багатьох”) відносин між ними.

Потім з урахуванням певних правил модель деталізується таким чином, щоб усі складні види відносин типу „багато-до-багатьох” були розкриті і замінені відповідною кількістю простих відносин.

При цьому необхідно стежити за правильністю спадкування первинних ключів, описом вторинних ключів та їхніх атрибутів.

Інформаційна модель, побудована за допомогою IDEF1X-методології, являє собою логічну структуру інформації про об'єкти системи. Ця інформація є необхідним доповненням функціональної IDEF0-моделі, деталізує об'єкти, якими маніпулюють функції системи. Концептуально IDEF1X-модель можна розглядати як проект логічної схеми БД для системи, що проектується.

Така модель даних дає однозначне визначення того, що потрібно одержати незалежно від конкретної БД або мови програмування.

Структурна системна розробка і, особливо, проектування з урахуванням централізації даних, полягають в основному у стратегічному плануванні і всебічному аналізі вимог. Велика частина цих підходів до розробки реалізується в ERwin-моделюванні даних як метод, що визначає і документує ту частину системних вимог, яка безпосередньо пов'язана з даними. ERwin було розроблено з урахуванням підтримки IDEF1X і EX стандартів моделювання, однак не має обмежень на використання інших стандартів моделювання

[33].

Моделі процесів (діаграми потоків даних, моделі розподілу, моделі подій/станів) можуть бути створені за допомогою Logic Works BPwin та інших інструментів для документування вимог процесів. На різних стадіях розробки використовуються різні рівні цих моделей.

Створення моделі даних за особистою участю професіоналів в області бізнесу і системного аналізу має великі переваги. Ці переваги можна розділити на два основних класи: пов'язані з моделлю як результатом прикладених зусиль і пов'язані власне з процесом створення моделі.

Застосування CALS-технологій разом з тим тісно пов'язане з вирішенням проблеми забезпечення якості продукції, яка випускається, що регламентується міжнародними та вітчизняними стандартами серії ISO 9000.

Слід зазначити, що жоден із стандартів серії ISO 9000 не описує конкретних способів реалізації моделі досягнення якості продукції, а лише визначає мінімальні вимоги, які слід виконати підприємству, щоб забезпечити якість продукції, що випускається. Впровадження систем, побудованих за принципом CALS-технологій, дає гарний базис для створення культури проектування, виробництва, постачання товарів замовнику, а також полегшує впровадження методології стандартів серії ISO 9000.

Забезпечення високої якості продукції - одна з цілей реалізації CALS, тому управління якістю (у термінах стандартів серії ISO 9000 система менеджменту якості (СМЯ)) слід віднести до базових технологій управління.

Укрупнена структура СМЯ (рис. 5.10) має зв'язки з об'єктом управління (процесами підприємства або ЖЦ продукції), а також із зовнішнім, стосовно розглянутої системи, середовищем, яке у даному разі представляє „узагальнений” споживач, чії вимоги та ступінь задоволеності є зовнішніми даними.

Основні задачі СМЯ, пов'язані з обробкою даних, наведено в табл. 5.4.

Слід відзначити ще один напрямок у реалізації задач CALS - інформаційна безпека (ІБ).

*Модель автоматизованої системи з позиції ІБ* містить такі розділи:

- розміщення засобів спеціальної техніки й підтримки інфраструктури;
- опис інформаційних ресурсів, що підлягають захисту, їх категорювання;
- інформаційні процеси та їхня модель з позиції ІБ.

Аналіз ризиків починається з формалізації системи пріоритетів організації в області ІБ. Для оцінки цінності ресурсів слід вибрати

придатну систему критеріїв, яка має дозволити описати потенційний збиток, пов'язаний із порушенням конфіденційності, цілісності, доступу. Крім критеріїв, що враховують фінансові втрати, у комерційних організаціях можуть бути присутніми критерії, які відбивають:

- збиток репутації організації;
- неприємності, пов'язані з порушенням діючого законодавства;
- збиток для здоров'я персоналу;
- збиток, пов'язаний із розголошенням персональних даних окремих осіб;
- фінансові втрати від розголошення інформації;
- фінансові втрати, пов'язані з відновленням ресурсів;
- втрати, пов'язані з неможливістю виконання зобов'язань;
- збиток від дезорганізації діяльності.

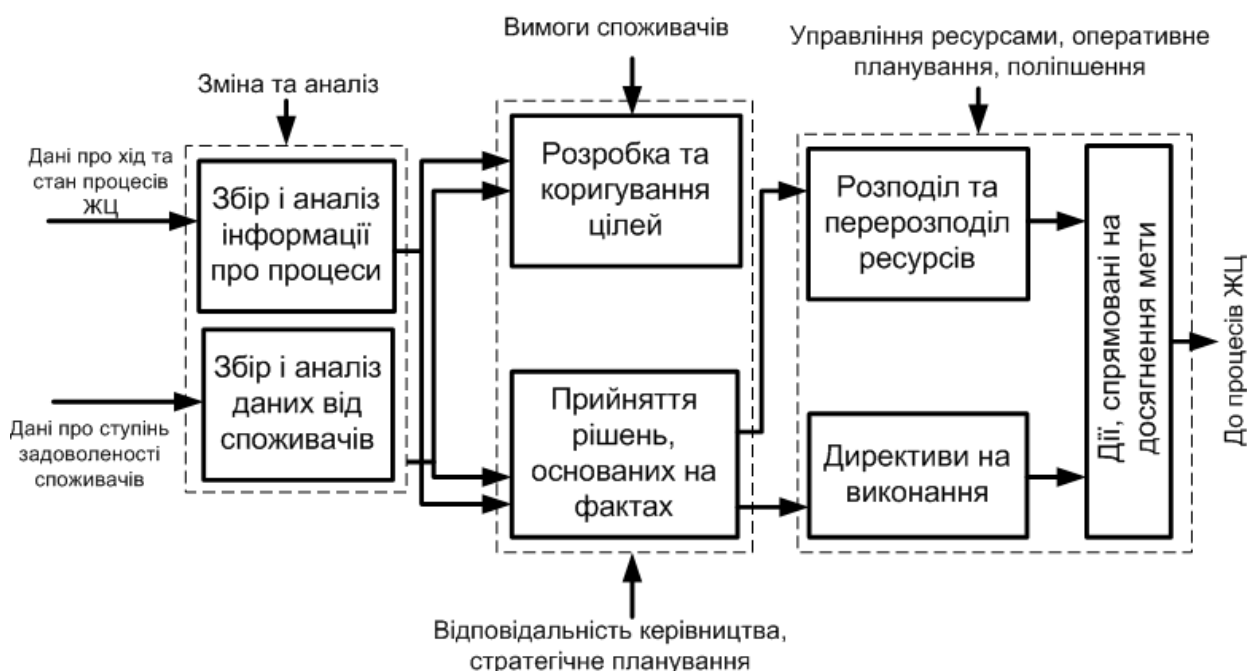


Рис. 5.10. Загальна структура системи менеджменту якості

Можуть використовуватися інші критерії залежно від профілю організації. Потім виробляється вибір придатної технології аналізу ризиків. Існують різні підходи до оцінки ризиків. Вибір підходу залежить від рівня вимог, пропонованих в організації до режиму ІБ, характеру прийнятих до уваги погроз (спектра впливу погроз) і ефективності потенційних контрзаходів.

Мінімальним вимогам до режиму ІБ відповідає базовий рівень ІБ. Звичайною областю використання цього рівня є типові проектні рішення. Існує ряд стандартів і специфікацій, в яких розглядається мінімальний (типовий) набір найімовірніших погроз, таких, як віруси, збої обладнання, несанкціонований доступ та ін. Для нейтралізації цих погроз обов'язково мають бути прийняті контрзаходи залежно від

імовірності їхнього здійснення та наявності ресурсів. Таким чином, характеристики погроз на базовому рівні розглядати не обов'язково.

Таблиця 5.4

Використання даних при вирішенні завдань СМЯ

Розділ стандарту	Основні завдання СМЯ, пов'язані з обробкою даних	Клас даних/вид даних
<i>6. Менеджмент ресурсів</i>		
6.1	Забезпечення ресурсами	Дані про забезпечення ресурсами
6.2	Людські ресурси	Дані про людські ресурси та їхні характеристики
6.3	Інфраструктура	Дані про технічну інфраструктуру (середовище)
6.4	Виробниче середовище	Дані про виробниче середовище і виробничі ресурси
<i>7. Процеси ЖЦ продукції</i>		
7.1	Планування процесів ЖЦ продукції	Дані про внутрішні процеси підприємства
7.2.	Процеси, пов'язані зі споживачами	Дані про процеси, пов'язані зі споживачем
7.2.1	Визначення вимог щодо продукції	Дані про характеристики продукції
7.2.2	Аналіз вимог щодо продукції	Дані про характеристики продукції
7.2.3	Зв'язок із споживачами	Дані про продукцію від споживачів
7.3	Проектування і розробка	Дані про процеси проектування і розробки
7.3.1	Планування, проектування і розробки	Дані про процес проектування
7.3.2	Вхідні дані для проектування і розробки	Дані про характеристики продукції
7.3.3	Вихідні дані проектування і розробки	Дані про характеристики продукції
7.3.4	Аналіз проекту і розробки	Дані про стан і результати проекту
7.3.5	Верифікація проекту і розробки	Дані про стан і результати проекту



Продовження табл. 5.4

Розділ стандарту	Основні завдання СМЯ, пов'язані з обробкою даних	Клас даних/вид даних
7.3.6	Валідація проекту і розробки	Дані про стан і результати проекту
7.3.7	Управління змінами проекту і розробки	Дані про зміни продукції
7.4	Закупівлі	
7.4.1	Процес закупівель	Дані про процеси закупівель
7.4.2	Інформація із закупівель	Дані про процеси закупівель
7.4.3	Верифікація закупленої продукції	Дані про характеристики продукції, що закуповується
7.5	Виробництво та обслуговування	
7.5.1	Управління виробництвом та обслуговуванням	Дані про обладнання, оснащення, інфраструктуру
7.5.2	Валідація процесів виробництва та обслуговування	Дані про стан процесів виробництва та обслуговування
7.5.3	Ідентифікація і дослідження	Дані про характеристики продукції
7.5.4	Власність споживачів	
7.5.5	Збереження відповідності продукції	
7.6	Управління пристроями для моніторингу і вимірів	Дані про вимірювальне і контрольне обладнання
<i>8. Вимір, аналіз і поліпшення</i>		
8.1	Загальні положення	
8.2	Моніторинг і вимір	
8.2.1	Задоволеність споживачів	Дані про характеристики зовнішніх процесів
8.2.2	Внутрішні аудити (перевірки)	Дані про характеристики внутрішніх процесів
8.2.3	Моніторинг і вимір процесів	Дані про характеристики внутрішніх процесів
8.2.4	Моніторинг і вимір продукції	Дані про загальні характеристики продукції
8.3	Управління невідповідною продукцією	

Розділ стандарту	Основні завдання СМЯ, пов'язані з обробкою даних	Клас даних/вид даних
8.3	Управління невідповідною продукцією	
8.4	Аналіз даних	Дані про характеристики продукції, процесів
8.5	Поліпшення	
8.5.1	Постійне поліпшення	
8.5.2	Коригувальні дії	
8.5.3	Попереджувальні дії	

Відповідно до теорії нормалізації БД зв'язок між сутностями, поданий окремими таблицями, має визначатися єдиним чином. Описану в такий спосіб модель даних можна реалізувати з використанням сучасних систем управління БД. Більш того використання реляційних БД дозволяє практично необмежено додавати в існуючу модель даних нові характеристики об'єктів, таким чином розвиваючи модель даних, дозволяючи вирішувати нові задачі.

Створення моделі даних є складною і відповідальною задачею, доцільним рішенням якої може бути:

- визначення всіх сутностей, розглянутих у процесі проектування та переліку властивих їм значущих характеристик;
- поділ процесу проектування на елементарні етапи для виділення конкретного та закінченого переліку вихідних і результуючих даних на кожному етапі;
- визначення оптимальної форми подання даних про взаємозв'язки – графових БД на кожному етапі;
- забезпечення визначеного єдиним чином взаємозв'язку між графічними, табличними і графовими формами подання даних, оскільки тільки спільно ці форми подання інформації найповніше і найефективніше моделюють систему.

Систематизація принципів і технологій побудови інтегрованих інформаційних систем підтримки ЖЦ складної наукоємної продукції необхідна для формування загальної методичної та системотехнічної бази для вирішення даного класу задач.

Уміння розпізнати систему, декомпонувати її на елементарні складові, визначити закони управління кожною підсистемою і знову синтезувати систему потребує розробки ряду спеціальних формальних моделей, процедур алгоритмів.

## БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Р 50.1.031-2001. Інформаційні технології підтримки життєвого циклу продукції. Термінологічний словник. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 87 с.
2. Балабуев П. Глобальная информатизация - прорыв информационных (компьютерных) технологий / Информационные технологии в наукоемком машиностроении. – К.: Техника, 2001. – С. 64 – 83.
3. Воловник А.А. Знакомьтесь, информационные технологии. – Спб.: БХВ - Петербург, 2002. – 352 с.
4. Братухин А. CALS-стратегическое развитие наукоемкого машиностроения / Информационные технологии в наукоемком машиностроении. – К.: Техника, 2001. – С.24 – 63.
5. [http://www.solidworks.ru/250203\\_1.html](http://www.solidworks.ru/250203_1.html).
6. Шевченко А. ИПИ (CALS) технологии. Стандарты третьего тысячелетия. - <http://calscenter.com>.
7. Организация и ее деловая среда: 17-модульная программа для менеджеров „Управление развитием организации”. Модуль 2 / В.Г. Смирнова, Б.З. Мильнер, Г.Р. Латфуллин, В.Г. Антонов – М.: ИНФРА-М, 2000. – 192 с.
8. CALS-технологии для военной продукции / А. Кабанов, А. Давыдов, В. Баранов, Е. Судов // Стандарты и качество. – 2000. - № 3. – С. 45 – 51.
9. CALS-технологии. Прикладная логистика», 2003. – <http://www.cals.ru>.
10. Генералов А. Виртуальные изделия виртуальных предприятий и реальный рынок // Уралинформатика. – 1997. – № 1. – С. 51 – 59.
11. Автоматизированные информационные технологии в экономике / М.И. Семенов, И.Т. Трубилин, В.И. Лойко, Т.П. Барановская. – М.: Финансы и статистика, 2000. – 416 с.
12. Курочкин С. Возможные пути внедрения CALS-технологий // САПР и графика. – 2001. – № 8. – С. 32 – 40.
13. Закон України "Про електронний цифровий підпис" // Відомості Верховної Ради. – 2003. – № 36. – С. 276.
14. Васютович В., Самотохин С., Никифоров Г. Стандарты CALS-технологий // Директор ИС . – 2001. – №4. – С. 45 – 56.
15. Компьютерные информационные технологии проектирования радиоэлектронной аппаратуры: Учеб. пособие / Жихарев В.Я., Мелешенко С.Ю., Емад А.Р., Луханин М.И., Торчило В.Н. - Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2003. - 113 с.
16. Мазур И.И., Шапиро В.Д. Управление качеством: Учеб. пособие / Под ред. И.И. Мазура. – М.: Высш. шк., 2003. – 344 с.
17. Овсянников М., Шильников П. Стандарт STEP. – <http://www.cals.ru>.

18. Машина Е.К., Шильников П.А. CALS-стандарты: Библиотека изделий ISO 13584 P\_LIB. - [http:// osp.admin.tomsk.ru/cw/cio/2001/04](http://osp.admin.tomsk.ru/cw/cio/2001/04).
19. Дмитров В., Макаренков Ю. CALS-стандарты // Автоматизация проектирования. – 1997. - №4. – С. 32 – 41.
20. Матеріали конференції по CALS-технологіях. – [http://www.cals.ru/conferences/archive/CALS/cals\\_2000/gosst\\_report.pdf](http://www.cals.ru/conferences/archive/CALS/cals_2000/gosst_report.pdf).
21. Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". – <http://www.tnorm.ru>.
22. [http://gipi.internews.ua/ukr/base/e\\_signature](http://gipi.internews.ua/ukr/base/e_signature).
23. Международные стандарты в области электронной эксплуатационной документации. – <http://www.tgb.cals.ru>.
24. Гамкрелидзе С. Современные требования к САПР функционально-сложных изделий микроэлектроники // Научная сессия "МИФИ 99" : Сб. науч. тр. – М.: МИФИ, 1999. – Т. 6. – С. 184 – 185.
25. ГОСТ Р 5075495. Язык описания аппаратуры цифровых систем. – Введ. 01.01.95. – М.: Изд-во стандартов, 1995. – 79 с.
26. Гамкрелидзе С., Орлов В., Иванов Г. Проблемы внедрения CALS-технологии на этапах создания и применения электрорадиоизделий в радиоэлектронной аппаратуре // Приборы и системы. – 2003. - № 4. – С. 23 – 27.
27. Петров В.Н. Информационные системы. – Спб.: Питер, 2002. – 688 с.
28. Краткое практическое руководство разработчика информационных систем на базе СУБД Oracle: Библиотечка журнала "Информационные технологии". – М.: Машиностроение, 2000. – 120 с.
29. Применение методов искусственного интеллекта в задачах управления проектами / Бабынин Н.М., Жихарев В.Я., Илюшко В.М., Соколов А.Ю., Степанович В.Б., Харченко В.С., Торчило В.Н. – Х.: Нац. аэрокосм ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2002. – 474 с.
30. Быченков В. Иерархическая модель жизненного цикла автоматизированных информационных систем // Информатизация образования. – 2003. – № 1. – С. 41 – 48.
31. Ефимов Г. Жизненный цикл информационных систем. Журнал "Сетевой". – <http://www.abn.ru/inf/setevoi/cycle.shtml>.
32. Овсянников М., Шильников П. Концепция CALS - создание единой интегрированной модели изделия. – <http://www.rk9.bmst.ru>.
33. Маклаков С.В. ВРwin и ERwin. CASE-средства разработки информационных систем. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2001. – 304 с.
34. Грабауров В.А. Информационные технологии для менеджеров. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 368 с.
35. Базы данных. Интеллектуальная обработка информации. – М.: Нолидж, 2000. – 352 с.

## ЗМІСТ

Умовні позначення .....	3
Вступ .....	4
1. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ CALS-ТЕХНОЛОГІЙ .....	5
1.1. Терміни, поняття та визначення.....	5
1.2. Концепція CALS.....	9
1.3. Стратегія CALS.....	10
1.4. Методологія CALS.....	16
1.5. Основні компоненти CALS-технологій.....	17
2. ПЕРЕДУМОВИ ВПРОВАДЖЕННЯ CALS.....	30
3. СТАНДАРТИ CALS.....	38
3.1. Класифікація стандартів та інформації про виріб.....	38
3.2. Напрямки стандартизації у світі.....	52
3.3. Роль стандарту P_LIB на різних етапах ЖЦ виробу....	58
3.4. Стандартизація в області CALS-технологій .....	65
4. ПРОБЛЕМИ ТА ЗАДАЧІ РОЗВИТКУ CALS-ТЕХНОЛОГІЙ.....	66
4.1. Задачі і напрямки впровадження CALS-технологій.....	66
4.2. Проблеми впровадження CALS-технології на етапах створення та застосування EPB у радіоелектронній апаратурі та спеціальних електронних засобах.....	70
5. МОДЕЛЮВАННЯ CALS-СИСТЕМИ.....	74
5.1. Життєвий цикл інформаційних систем.....	74
5.2. Концепція CALS - створення єдиної інтегрованої моделі виробу.....	82
Бібліографічний список.....	107

Замірець Микола Васильович  
Ілюшко Віктор Михайлович  
Мелешенко Світлана Юріївна  
Максимова Катерина Леонідівна  
Плотнікова Зоя Володимирівна  
Рикова Валентина Володимирівна

CALS-ТЕХНОЛОГІЇ В ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ЖИТТЄВОГО  
ЦИКЛУ ЕЛЕКТРОННИХ ЗАСОБІВ

Редактор Н.М. Сікульська

Зв. план, 2005

Підписано до друку 14.09.2005

Формат 60X84 1/16. Бум. офс. №2. Офс. друк.

Ум. друк. арк. 6,1. Обл.-вид. арк. 6,88. Наклад 100 прим.

Замовлення 425. Ціна вільна

---

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського

«Харківський авіаційний інститут»

61070, Харків-70, вул. Чкалова, 17

<http://www.khai.edu>

Видавничий центр «ХАІ»

61070, Харків-70, вул. Чкалова, 17

[izdat@khai.edu](mailto:izdat@khai.edu)