МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
“Харківський авіаційний інститут”

М. В. Замірець, О. М. Замірець, В. М. Ілюшко,
М. Є. Лещенко, З. В. Плотнікова, В. В. Рикова

CALS-ТЕХНОЛОГІЇ В ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ЕЛЕКТРОННИХ ЗАСОБІВ

Частина 2

Навчальний посібник

Харків "ХАІ" 2007

УДК 681.518.5:681.2

CALS-технології в забезпеченні життєвого циклу електронних засобів/ М.В. Замірець, О.М. Замірець, В.М. Ілюшко, З.В. Плотнікова, М.Є. Лещенко, В.В. Рикова. – Навч. посібник. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т ”Харк. авіац. ін-т”, 2007. - 56 с.

Посібник складено із розділів, що містять основні положення CALS-технологій, передумови їх впровадження, 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, задачі забезпечення інформаційної безпеки в CALS-системах.

Для студентів спеціальності “Виробництво електронних засобів”.

Іл. 8. Табл. 3. Бібліогр.: 15 назв

Рецензенти: д-р техн. наук, проф. В. Є. Овчаренко,
д-р техн. наук, проф. Е. Г. Петров

© Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут", 2007 р.

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

АВБ – антивірусна безпека
АС – автоматизована система
ВП – віртуальне підприємство
ЕОВ – електронний опис виробу
ЄІП – єдиний інформаційний простір
ЖЦ – життєвий цикл
ЖЦВ – життєвий цикл виробу
ЗБД – загальна (інтегрована) база даних
ЗБДВ – загальна база даних про виріб (вироби)
ЗБДП – загальна база даних про підприємство
ЗСП – збалансована система показників
ІБ – інформаційна безпека
ІЕТК – інтерактивні електронні технічні керівництва
ІІС – інтегроване інформаційне середовище
ІО – інформаційний об'єкт
ІС – інформаційна система
ІТ – інформаційні технології
НСД – несанкціонований доступ
МЗ – математичне забезпечення
ОЦ – обчислювальний центр
ОС – операційна система
ПЗ – програмне забезпечення

Вступ

У сучасному виробництві основним інструментом досягнення високого рівня ефективності є інтегровані інформаційні технології. Це органічно вписується в загальносвітові тенденції розвитку інформаційного суспільства.

Всесвітнього визнання досягли CALS-технології, що забезпечують інтегровану інформаційну підтримку на всіх етапах життєвого циклу виробу. Суть концепції CALS — послідовне вираження об'єкта виробничого процесу та самого процесу в інформаційних моделях об'єктів і управління.

Інформаційна інтеграція досягається на основі міжнародних стандартів шляхом формування єдиного інформаційного простору, що охоплює всі етапи життєвого циклу, дозволяє уніфікувати опис кожного етапу та обмін інформацією між ними. Інформаційна інтеграція об‘єднує як усі процеси в одному підприємстві, так і обмін інформацією між усіма підприємствами, що беруть участь у виробництві.

Інформаційне суспільство — база для успішного розвитку CALS-технологій, а стимулом їхнього розвитку є інтеграція виробництва, потреба в постійному зростанні його ефективності, забезпечення конкурентоспроможності продукції та вимоги суб‘єктів міжнародного ринку до подання технічної документації в електронному вигляді відповідно до міжнародних стандартів.

Для забезпечення переходу від традиційних технологій розробки, виробництва та експлуатації продукції до безпаперових електронних технології необхідно розробити відповідну нормативно-правову, науково-методичну та програмно-технічну бази, а також організувати підготовку спеціалістів у галузі CALS-технологій.

Друга частина посібника є безпосереднім продовженням першої і присвячена методології впровадження CALS-технологій як важливої складової досягнення необхідного техніко-економічного ефекту.

1. ІНТЕГРОВАНЕ ІНФОРМАЦІЙНЕ СЕРЕДОВИЩЕ

1.1. Загальне уявлення про інтегроване інформаційне середовище

Як випливає з концептуальної моделі та уже відзначено вище, основою, ядром CALS-технологій і автоматизованих систем, що

створюються на цій основі, є інтегроване інформаційне середовище.

Уявлення про інтегроване інформаційне середовище (ІІС) було введене задовго до появи CALS-технологій. Ще в 1983 році японський вчений Н. Окіно опублікував роботу, в якій стверджував, що виробництво матеріальних об'єктів і супутні йому процеси проектування, технологічної підготовки та управління так сильно відрізняються від інших видів діяльності людини, що їм має відповідати особлива архітектура програмно-методичного, математичного й інформаційного забезпечення. На думку Окіно, принципова різниця між обробкою інформації у виробничій системі та інших галузях застосування обчислювальної техніки в основному зводиться до двох положень.

1. Виробництво і всі процеси в ньому належать до фізичного світу, а процеси, що відбуваються у комп'ютері, - до світу інформації. Отже, необхідне перетворення виробничих проблем в інформаційні проблеми, а також зворотне їх перетворення із світу інформації у фізичний світ. По суті, це – проблема адекватного моделювання, тобто встановлення відповідності (по можливості взаємно однозначної) між фізичним і інформаційним просторами. При створенні традиційного математичного забезпечення (МЗ) для вирішення обчислювальних задач у центрі розробки знаходиться єдина математична модель проблеми, що через прикладний інтерфейс адаптується до різних областей застосування (рис. 1.1). Такий підхід до вирішення виробничих проблем практично не реалізується, оскільки через складність і різноманіття цих проблем єдину модель створити неможливо.

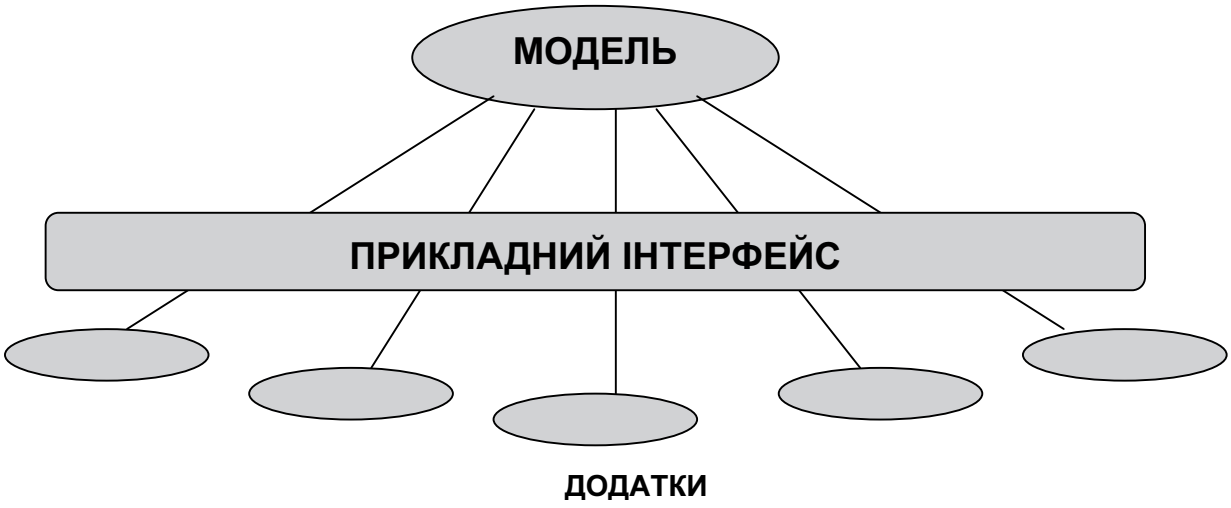


Рис. 1.1. Традиційний підхід до створення математичного забезпечення

Якщо до додатка до виробничих проблем, що вивчалися Н. Окіно, включити на розгляд ще й проблеми постачання, експлуатації, обслуговування та ремонту виробів, тобто всі поствиробничі стадії ЖЦ, то ситуація стає ще більш складною.

2. У зв'язку з викладеними вище недоліками традиційного підходу (див. рис. 1.1) пропонується відкинути стратегію єдиної моделі і перейти до стратегії, суть якої показана на рис. 1.2. Тут роль ядра системи відіграє не модель, а *загальна (інтегрована) база даних* (ЗБД), до якої можуть звертатися різні проблемно-орієнтовані моделі. Передбачається, що в ЗБД зберігаються інформаційні об'єкти (ІО), що адекватно відображають в інформаційний світ суть фізичного світу: предмети, матеріали, вироби, процеси й технології, різноманітні документи, фінансові ресурси, персонал підрозділу й устаткування підприємства-виробника, експлуатаційника, сервісної та ремонтної служб та ін. Моделі, що відносяться до конкретних предметних областей, дозволяють через спеціалізовані додатки звертатися до ЗБД, знаходити у ній необхідні ІО, обробляти їх і розміщувати у ЗБД результати цієї обробки.

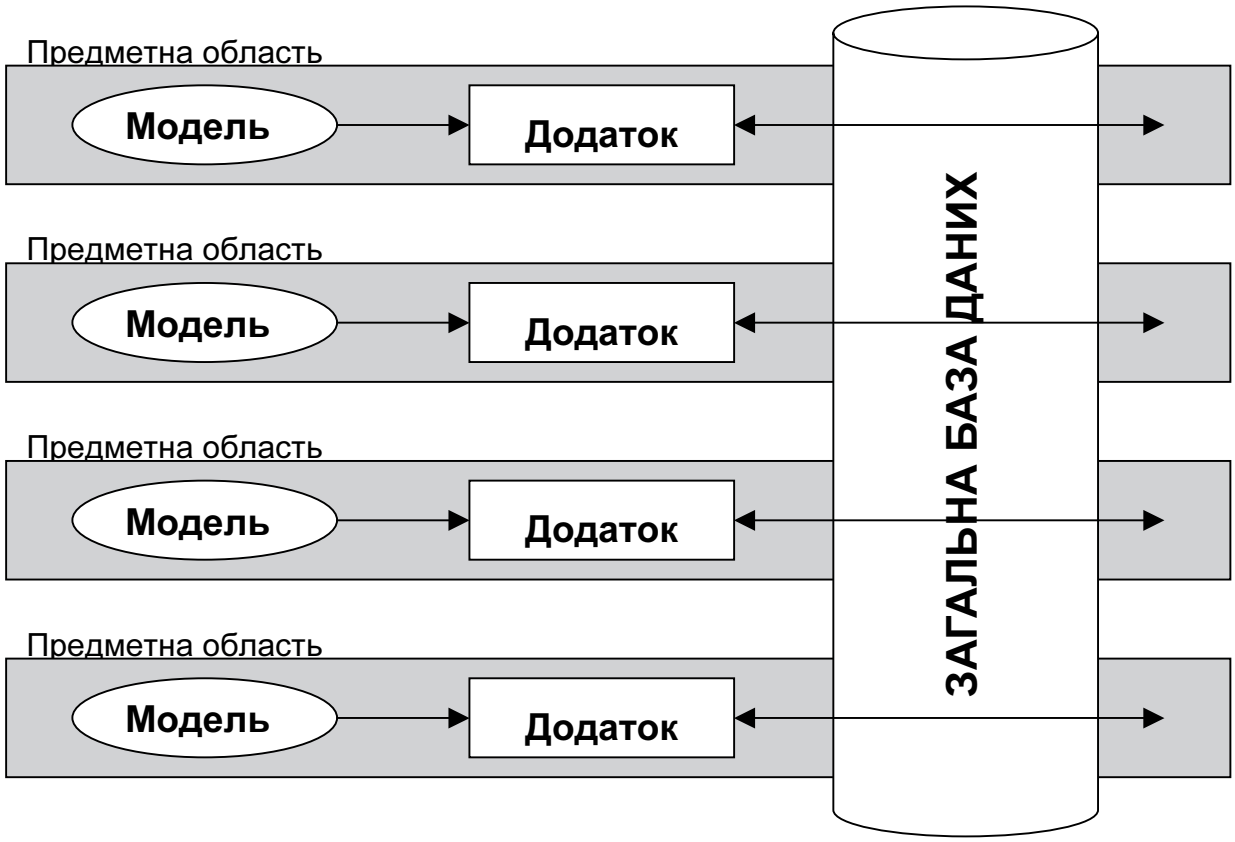


Рис. 1.2. Створення математичного забезпечення на основі ЗБД

Н. Окіно якоюсь мірою передбачив появу об'єктно-орієнтованого підходу до програмування, запропонувавши розглядати усе, що відбувається в інформаційному світі, на основі дуалізму "об'єкт – операція".

Суть ідей полягає в такому. Будь-якій сутності фізичного світу відповідає ІО, що являє собою деякий набір даних. Будь-який вид використання фізичної сутності, її перетворення в іншу сутність (чи в ту ж сутність, але з іншими значеннями параметрів) - обробка, виготовлення, вимір, проектування та ін. - в інформаційному світі відображається операцією (командою, програмою та ін.). Між об'єктом і операцією існує відношення, що має вигляд

$$Ob'=Op(ob).$$

Це відношення означає, що об'єкт ***Ob'*** отриманий при виконанні операції ***Op*** над об'єктом ***Ob*** . Під символами ***Ob, Ob'***, ***Op*** можуть розумітися не тільки одиничні об'єкти й операції, але й набори (множини) об'єктів і операцій.

Подальший розвиток ІТ привів до появи об'єктно-орієнтованого програмування, що дозволило адекватно перевести багато процесів, які відбуваються на підприємстві, у віртуальний інформаційний простір, що і зробило актуальною всю проблематику, пов'язану з використанням CALS-технологій. Сказане відноситься, зокрема, до процесів конструкторської та технологічної підготовки виробництва, у ході яких створюється технічна документація різних видів і призначення, до процесів управління на всіх рівнях, у яких за необхідності доводиться мати справу з великими обсягами різноманітної інформації. Сьогодні ці процеси значною мірою складаються з операцій створення, перетворення, транспортування та збереження інформаційних об'єктів у рамках інтегрованого інформаційного середовища [1].

1.2. Структура і склад ІІС

Як уже відзначалося, ІІС являє собою сховище даних, які утримують усі відомості, що створюються та використовуються всіма підрозділами й службами підприємства - учасниками ЖЦ виробу в процесі їхньої виробничої діяльності. Це сховище має складну структуру та різноманітні зовнішні та внутрішні зв'язки. ІІС повинне включати до свого складу дві бази даних: загальну базу даних про виріб (вироби) (ЗБДВ) і загальну базу даних про підприємство (ЗБДП) (рис. 1.3).

На рис. 1.3 зображено структуру ІІС у взаємодії з процесами ЖЦ продукції підприємства. Зі схеми видно, що в цих процесах використовується інформація, яка міститься в ІІС, а ІО, що породжуються в ході процесів, повертаються в ІІС для збереження та наступного використання в інших процесах. Це відображено на схемі подвійними стрілками. Із ЗБДВ пов'язані процеси на всіх стадіях ЖЦ. ЗБДП інформаційно пов'язана з технологічною й організаційно-економічною підготовкою виробництва та власне виробництвом (включаючи процеси відвантаження та транспортування готової продукції).

При створенні нового виробу і технологічній підготовці його виробництва засобами конструкторських і технологічних САПР (CAE/CAD/CAM) у ІІС створюються ІО, що описують структуру виробу, його склад і усі вхідні компоненти: деталі, підвузли, вузли, агрегати, комплектуючі, матеріали та ін. Кожен ІО має атрибути, що описують властивості фізичного об'єкта: технічні вимоги й умови, геометричні (розмірні) параметри, масогабаритні показники, характеристики міцності, надійності, ресурсу та інші властивості виробу і його компонентів.

ІО в складі ЗБДВ містять у довільному форматі інформацію, потрібну для випуску та підтримки технічної документації, необхідної на всіх стадіях ЖЦ для усіх виробів, що випускаються підприємством. Кожен ІО ідентифікується унікальним кодом і може бути вийнятий із ЗБДВ для подальшого використання. ЗБДВ забезпечує інформаційне обслуговування та підтримку діяльності:

– замовників (власників) виробу;
– розробників (конструкторів), технологів, управлінського та виробничого персоналу підприємства;
– виробника;
– експлуатаційного та ремонтного персоналу замовника та спеціалізованих служб.

Більш докладно склад ІО, що входять у ЗБДВ, розкрито на схемі (рис. 1.4).

Відповідно до цієї схеми в складі ЗБДВ можна (умовно) виділити три розділи:

– нормативно-довідковий;
– довгостроковий;
– актуальний.

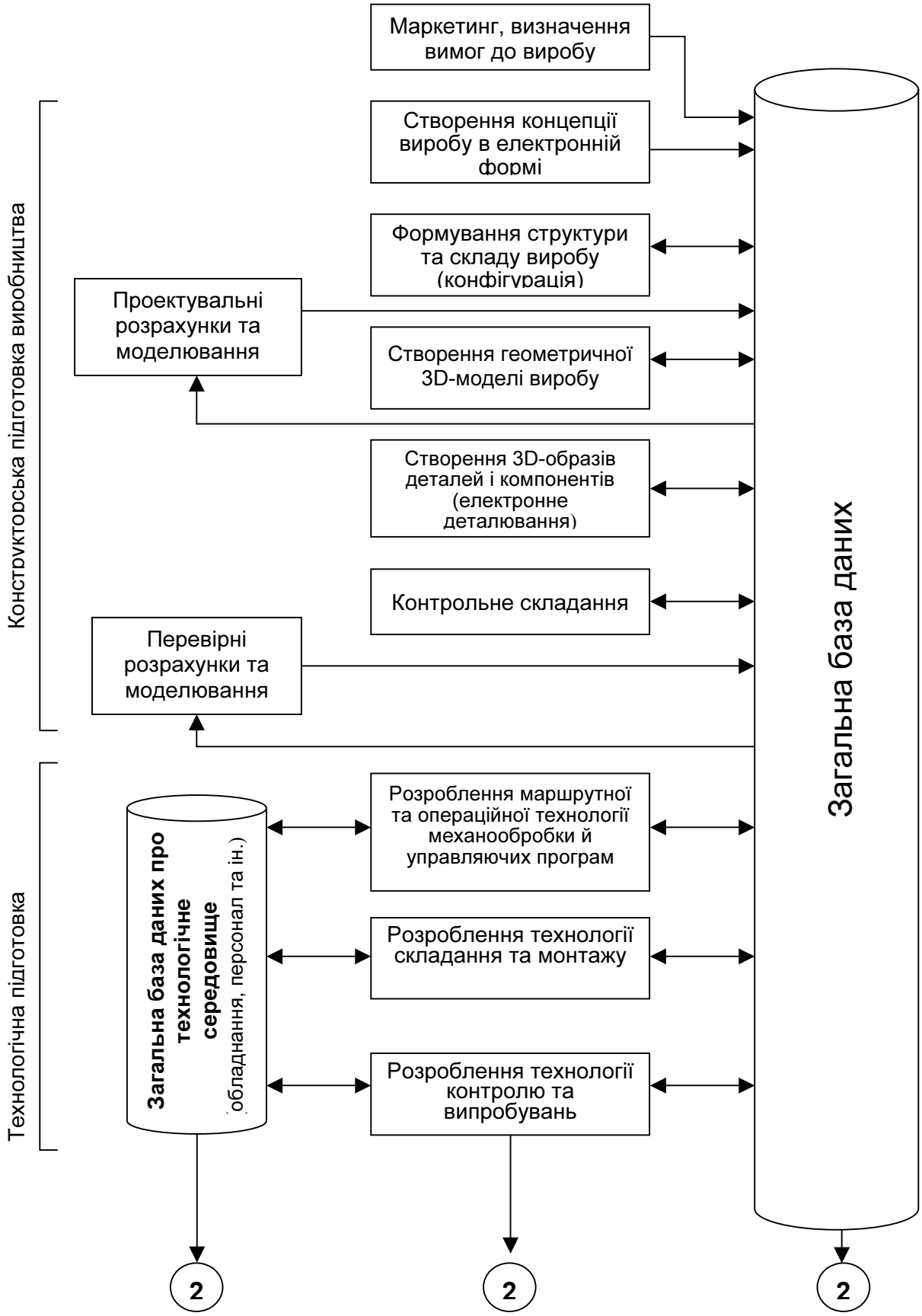


Рис. 1.3. Структура та склад ІІС

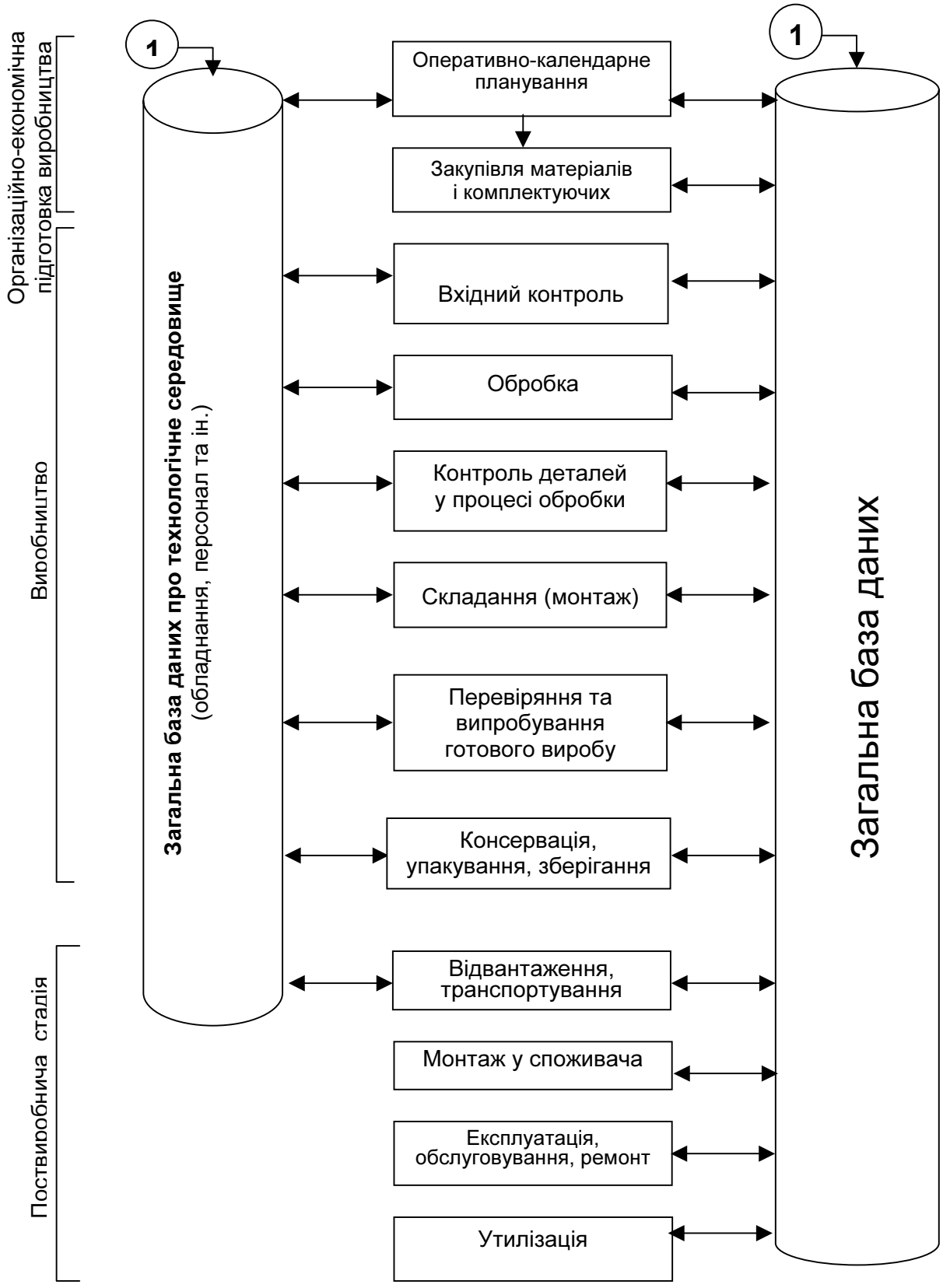


Рис. 1.3. Закінчення

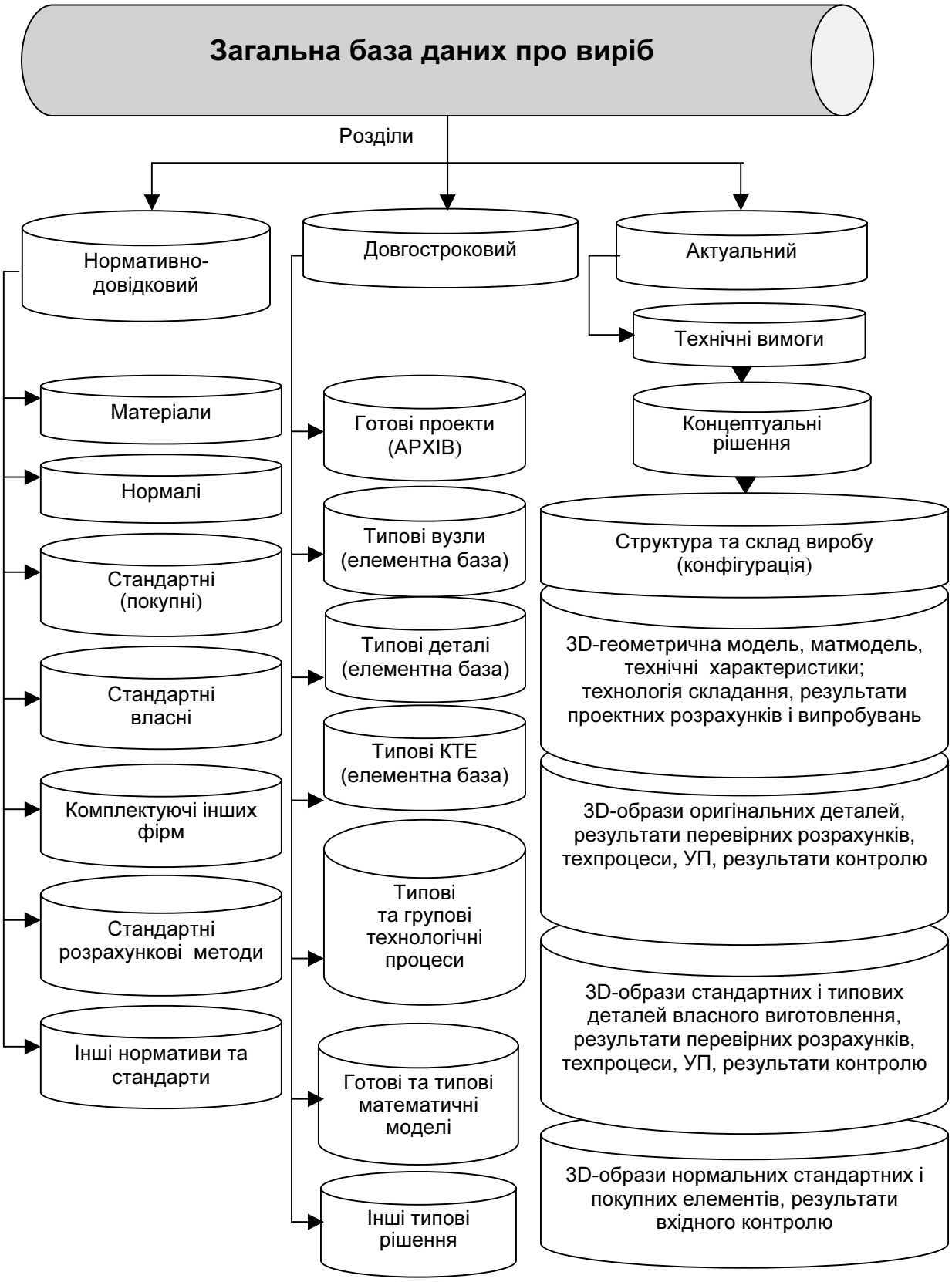


Рис. 1.4. Укрупнена структура та склад ЗБДВ

У нормативно-довідковому розділі повинні зберігатися ІО, що мають дані:

– про конструкційні матеріали;
– нормалізовані деталі (нормалі);
– стандартні (покупні) комплектуючі вироби;
– стандартні деталі власного виготовлення;
– стандартні розрахункові методи;
– державні, міжнародні та внутрішні стандарти;
– інші нормативні документи.

Зміст нормативно-довідкового розділу ЗБДВ оновлюється в міру надходження нових і скасування чинних нормативних документів.

У *довгостроковому розділі* мають зберігатися ІО, що містять дані, які акумулюють власний досвід підприємства:

– про раніше виконані готові проекти (архів);
– типові вузли й агрегати власного виробництва;
– типові деталі власного виробництва;
– типові конструктивно-технологічні елементи (КТЕ) деталей;
– типовий і груповий технологічні процеси;
– типове технологічне оснащення й інструмент;
– готову й типову розрахункову методики та математичні моделі виробу власної розробки;
– інші готові та типові рішення.

Довгостроковий розділ ЗБДВ доповнюється й оновлюється в міру створення нових технічних рішень, визнаних типовими та придатними для подальшого використання.

В *актуальному розділі* (очевидно, найбільшому за обсягом і найскладнішому за структурою) мають зберігатися ІО, що містять дані про вироби, які знаходяться на різних стадіях ЖЦ:

– про конструкцію та версії "поточних" виробів;
– технологію виготовлення виробів;
– конкретні екземпляри та партії виробів у виробництві;
– конкретні екземпляри та партії виробів, що знаходяться на поствиробничих стадіях ЖЦ.

Структура цього розділу на рис. 1.4 є лише приблизною і потребує розвитку й уточнення, у тому числі - розбивки на додаткові підрозділи (класифікаційні рівні).

Як уже відзначалося, крім ІО, що відносяться (прямо чи побічно) до виробів, у ІІС міститься інформація про підприємство: про його виробничу й управлінську структуру, технологічне та допоміжне

устаткування, про персонал, фінанси та ін. Уся сукупність цих даних утворює ЗБДП, що, у свою чергу, складається з декількох розділів.

У *розділі, присвяченому економіці та фінансам*, мають зберігатися ІО, що містять відомості:

– про кон'юнктуру ринку виробів підприємства, включаючи ціни та їхню динаміку;

– стан фінансових ресурсів підприємства;

– ситуацію на фондовому та фінансовому ринках (курси акцій підприємства, біржові індекси, процентні ставки, валютні курси та ін.);

– реальний і прогнозований портфель замовлень;

– інші відомості фінансово-економічного та бухгалтерського характеру.

У *розділі, присвяченому зовнішнім зв'язкам підприємства*, повинні зберігатися ІО, що містять відомості щодо фактичних і можливих постачальників і споживачів (замовників); розділ формується та використовується у процесі маркетингових досліджень.

У *розділі, присвяченому виробничо-технологічному середовищу підприємства*, мають зберігатися ІО, що містять відомості:

– про виробничу структуру підприємства;

– технологічне, допоміжне та контрольно-вимірювальне устаткування;

– транспортно-складську систему підприємства;

– енергооснащеність підприємства;

– кадри;

– інші дані про підприємство.

У *розділі, присвяченому системі якості*, повинні зберігатися ІО, що містять відомості:

– про структуру системи якості, що діє на підприємстві;

– чинні на підприємстві стандарти з якості;

– міжнародні та національні стандарти з якості;

– посадові інструкції в області якості;

– іншу інформацію про системи якості.

За необхідності з ІІС можуть бути одержані різноманітні документи, необхідні для функціонування підприємства. Документи можуть бути подані як в електронному, так і (за необхідності) у традиційному паперовому вигляді (рис. 1.5). Наведені вище склад і зміст розділів ІІС підлягають уточненню при виконанні проектів з впровадження CALS-технологій на конкретних підприємствах [1].

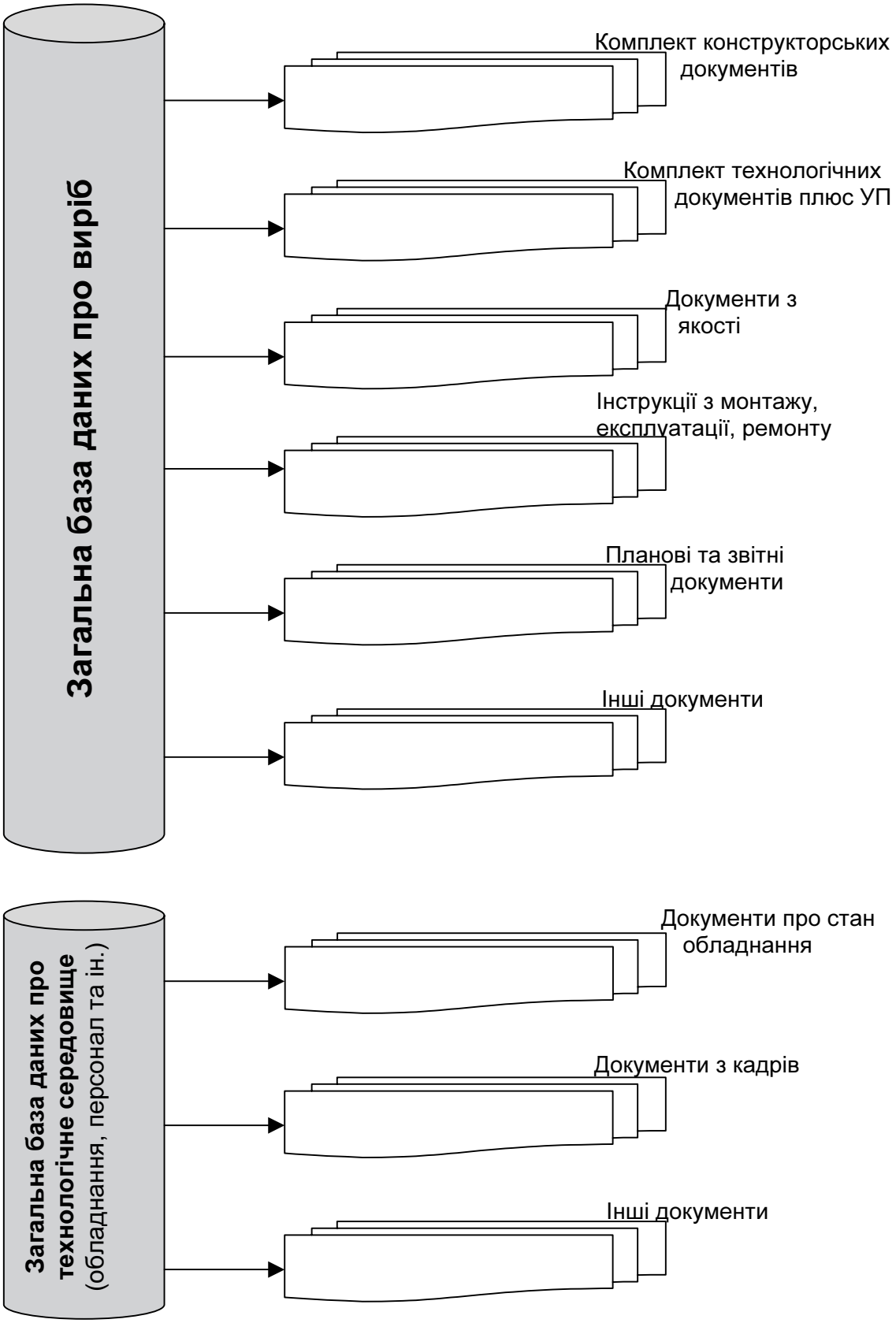


Рис. 1.5. Функціональні документи підприємства

2. СТРУКТУРНО-МЕТОДОЛОГІЧНА ОРГАНІЗАЦІЯ ВПРОВАДЖЕННЯ CALS-ТЕХНОЛОГІЙ

2.1. Специфіка CALS-технологій і проблеми їхнього впровадження

Основні складові специфіки CALS [2]:

Реінжиніринг бізнес-процесів. Стратегія CALS кардинально відрізняється від інших бізнес-стратегій. З погляду управління - тим, що потребує централізації управління, ув'язування та гармонізації методологій проектування/виробництва учасників спільних проектів, корпоративних культур, а в багатонаціональних проектах - і національних культур. З погляду ведення бізнесу - тим, що організує більшість робіт основної діяльності через «віртуальний виріб», електронний опис виробу (ЕОВ). З погляду інформаційних технологій - тим, що створює єдиний інформаційний простір і дозволяє перейти від клаптевої автоматизації та точкової інтеграції програм до автоматизованої системи управління створенням і використанням ЕОВ.

Формалізація інформаційної взаємодії. Багаторазове зростання інтенсифікації праці, складність цільових проектів, до якої тепер додалося створення виробу через його віртуальний опис, потребують активного використання формалізованих методів подання та обробки даних управління цільовими і CALS-проектами.

Перехід на формальні методи обробки інформації, як правило, спричиняє зміну стилю ділового спілкування та культури праці. CALS, особливо в спільних проектах, потребує жорсткої формалізації інформаційних взаємин не тільки на рівні управління, але й на рівні взаємодії виконавців. Як би ми не звикли до «нормального» людського спілкування, яким би не був наш менталітет, необхідно прищеплювати нову культуру спілкування. Зараз на підприємствах не навчилися навіть ефективно використовувати електронну пошту.

Системні мультипрограмні рішення замість «найкращої системи». Стратегія CALS свідомо виходить з того, що один програмний продукт, нехай і найкращий, не зможе задовольнити основні потреби підприємства. Практика доводить, що такого важко досягти навіть у рамках окремо взятого підприємства, і вже, тим паче, воно недосяжне при інтеграції з інформаційними системами інших підприємств. Саме тому головна сила CALS - у грамотних системних рішеннях і технологіях, а не в ставках на той чи інший програмний продукт.

Оптимізуюча інтеграція прикладних систем. Інтеграція програм сьогодні стала одним із найбільш розповсюджених об'єктів спекуляцій навколо CALS. Цьому сприяє і багаторічний культ клаптевої автоматизації, що практикується і Замовником, і Підрядником.

Ідеологія клаптевої побудови вкрай проста: "велике треба робити частинами". Реалізується ця ідеологія у вигляді такої технології створення інформаційних систем: обстежити, купити програмний продукт (або на швидку руку без серйозного проектного пророблення створити), навчити персонал, впровадити, а далі починається точкова інтеграція. Системи інтегруються «одна з одною», регламент обміну інформацією здійснюється на рівні примітивних планувальників або вручну. Сучасні інструменти інтеграції пропонують використання деякої «загальної шини» для прикладних комунікацій. Це, звичайно, систематизує технологію інтеграції, але не змінює суті клаптевої автоматизації.

CALS потребує принципово іншої, оптимізуючої технології інтеграції, що припускає не тільки інтеграцію прикладних комплексів у єдине ціле, але й оптимізацію процесів інформаційної взаємодії учасників CALS-системи та їхнє перепроектування відповідно до бізнес-технологій і власних засобів збереження й обробки даних. Прикладом такої задачі є управління конфігурацією виробів, конфігурацією технічної документації та конфігурацією технічних даних, що при управлінні ЕОВ дуже взаємозалежні та потребують ретельно продуманих проектних, організаційних, управлінських і технологічних рішень.

Інтеграція програм від різних постачальників, та ще й у неоднорідному технологічному середовищі, ніколи не була приємним заняттям. Постачальники інструментів інтеграції замовчують, що ці засоби є не що інше, як засоби транспортного і сеансового рівнів, а не прикладні протоколи обміну. Розробляти прикладні протоколи Замовнику доводилося, доводиться та доводитиметься і надалі самостійно або за незначної участі Підрядника.

Ноу-хау та безпека. В умовах спільної розробки виробу її учасникам потрібна та чи інша система правил, що регулюють аспекти інтелектуальної власності.

CALS-система має забезпечувати реалізацію цих правил у мультипрограмному середовищі, чим вона істотно відрізняється від більшості систем категорій MRP, ERP, CRM та ін. При спільній роботі співвласників інтелектуальної власності з безліччю об'єктів ноу-хау доводиться застосовувати оригінальні режими та протоколи доступу

до цих об'єктів, що може не тільки вплинути на комплекс засобів захисту, але й істотно змінити архітектуру інформаційної системи.

Збереження та управління знаннями. Зростання темпів створення нових виробів при багаторазовому ускладненні засобів проектування та виробництва потребує застосування формальних способів опису знань для їхнього збереження та подальшої еволюції. Це одна з найбільш актуальних задач вітчизняних наукоємних виробництв, зумовлена не тільки складністю бізнес-технологій, але й зміною поколінь розробників нових виробів.

Що ж стосується ролі CALS-системи, самі принципи її роботи значною мірою спираються на строго формалізовані знання про бізнес і про інформаційну систему підприємства. Тому при правильній реалізації CALS-система спроможна вирішити значну частину задач щодо збереження та управління знаннями у фоновому режимі.

*Централізація управління***.** Переваги бізнес-стратегії CALS виявляються лише за умови управлінської, організаційної та технологічної консолідації учасників CALS-проектів. Найважливішою і найбільш критичною є управлінська консолідація. Виражається вона в створенні стратегії бізнесу, що відповідає вимогам і умовам ринку, а також відповідної системи управління бізнесом, оскільки тільки вона дозволяє реалізувати всі стратегії, задуми, проекти та рішення. І саме вона стає основоположною у бізнес-новаціях.

Готовність до зміни моделі управління бізнесом — відмінна риса зарубіжного бізнесу. Виявляється ця готовність, зокрема, у тому, що велика частина суб'єктів економічно розвинутих країн уже перейшла чи переходить від функціонально орієнтованого управління бізнесом до процесно орієнтованого.

CALS-проекти потребують ще більшої готовності до спільного проектування і спільного виробництва, оскільки створюють нові прецеденти та стандарти корпоративного співробітництва. І готовність ця виражається в централізації управління.

Централізація управління є необхідною умовою для здійснення будь-якого спільного проекту. Саме вона забезпечує створення стійкої до збоїв системи управління спільною діяльністю декількох колективів. Вона ж потребує високої виконавчої дисципліни, при якій кожен учасник зобов'язаний дотримуватися встановленої системи правил. На жаль, популістські міфи про «демократичні» методи децентралізованого управління, модні в країнах СНД і зараз, заважають ефективному управлінню не тільки на рівні спільних проектів, але навіть на рівні підприємств. У спільно здійснюваних проектах децентралізованого управління бути не може. Правильніше

було б говорити про декомпозицію управління, про розподіл функцій управління. Тому перш ніж говорити про спільні проекти, вітчизняним виробникам необхідно вирішити питання про централізоване управління, чітко визначивши, чим буде реально забезпечений його виконавчий механізм.

В Україні роботи з впровадження CALS-технологій знаходяться в початковій стадії й проводяться повільно, без належної координації, хоча і на серйозній основі, із використанням багаторічного досвіду автоматизації – насамперед в оборонному комплексі, космічній та авіаційній галузях, підтримуються могутньою нормативною базою вітчизняних систем стандартів ЄСПД, СРПВ, ЄСКД, ЄСТД та ін.

Виходячи зі специфіки CALS, можна виділити найбільш важливі з проблем в області впровадження CALS-технологій:

Правильне осмислення ідеології CALS. Вона трактується як інформаційна підтримка наявних ділових процесів, а не як бізнес-стратегія комплексного підходу до створення повноцінної сучасної системи промислового виробництва та управління. Тим часом ідеологія CALS виходить з того, що інформаційне забезпечення (інформаційна логістика), що сприяє здійсненню сучасних і перспективних проектів і технологій, які його реалізують, сьогодні важливіші ніж інших "матеріальних" технології.

Правильне розуміння технологій CALS. На жаль, в Україні не існує офіційної точки зору на CALS (відсутність концепції розвитку CALS-технологій в Україні, стратегії CALS, гармонізованих стандартів CALS), що відображали б проблематику в достатньому обсязі та сприяли освоєнню CALS вітчизняною промисловістю.

Правильне визначення цілей та задач CALS. Вони підмінюються приватними цілями та задачами комп'ютерного моделювання, конструкторсько-технологічної підготовки, розробки експлуатаційної та іншої технічної документації тощо.

Фонове вирішення задач впровадження технологій CALS. Сьогодні на переважній більшості промислових підприємств немає керівників і структур, що цілеспрямовано займаються освоєнням і впровадженням CALS.

Відсутність адекватних змін у системі управління підприємством при впровадженні сучасних промислових і комп'ютерних технологій. CALS допускає принципову зміну технологій управління підприємством з функціонально орієнтованих на процесно орієнтовані. Причина полягає ось у чому: раніше при організації бізнесу фундаментальними елементами були стабільний технологічний/виробничий процес, функціональний поділ праці,

прив'язаний до стабільної організаційної структури підприємства. Сьогодні ж за основу береться інформація про виріб і його життєвий цикл в електронному вигляді, пов'язані з ними гнучкі, динамічні бізнес-процеси і відкритий ринок функціональних виконавців, що пропонують найбільш вигідні умови виконання необхідної частини бізнес-процесу [3].

На жаль, відсутність офіційної точки зору на CALS мало сприяє розумінню сутності цієї ідеології та можливості грамотно реалізувати її. Концепція розвитку технологій CALS значною мірою повинна описувати зміст етапів життєвого циклу виробу та вимоги до них, комп'ютеризовані загальносистемні технології та самі технології CALS, розкривати поняття CALS-системи, моделі системи управління та задачі вищого менеджменту підприємств і консорціумів при реалізації стратегії CALS [4]. Аналіз впровадження CALS-технологій [5] показує, наскільки небезпечно механічно переносити зарубіжний досвід на український ґрунт, не усвідомивши різницю між вітчизняними та зарубіжними технологіями управління бізнесом.

До базових технологій CALS відносяться:

- управління проектами (Project Management);
- управління даними про виріб (Product Data Management);
- управління конфігурацією виробу (Configuration Management);
- управління інтегрованим інформаційним середовищем (Information Management);
- управління якістю (Quality Management);
- управління потоками робіт (Workflow Management);
- управління змінами виробничих і організаційних структур (Change Management).

Відповідно до цього базовими інструментами CALS, що реалізують названі технології, вважаються:

- автоматизовані системи конструкторського та технологічного проектування (CAD/CAM/CAE);
- засоби управління даними про виріб (PDM);
- системи планування матеріалів, виробничих потужностей і ресурсів підприємства (MRP, MRP II, ERP);
- програмно-методичні засоби аналізу логістичної підтримки (Logistic Support Analysis, LSA) і ведення відповідних баз даних (LSA Record);
- засоби електронного документообігу й управління потоками робіт (EDM);
- методологія та засоби моделювання й аналізу бізнес-процесів (SADT/CASE).

Для повноти інформації до ряду перерахованих базових інструментів також варто віднести:

- засоби планування та управління проектами;
- засоби підготовки інтерактивних електронних технічних керівництв (IETM).

З формальної точки зору все уявляється логічним: є певний набір комп'ютеризованих технологій, що використовуються у промисловості, та інструментарій, який їх реалізує. Насправді ж майже всі (за винятком IETM) зазначені технології та пов'язані з ними інструменти є опорними, а не базовими, які з'явилися незалежно від CALS. Просте складання технологій і інструментів при їхньому впровадженні не дає того особливого, цілісного ефекту CALS, що демонструють індустріально розвинуті країни при реалізації ідеології CALS.

При реалізації стратегії CALS повинні використовуватися три групи методів, названі CALS-технологіями:

- технології аналізу та реінжинірингу бізнес-процесів – набір організаційних методів реструктуризації способу функціонування підприємства з метою підвищення його ефективності. Ці технології потрібні для того, щоб коректно перейти від паперового до електронного документообігу і впровадити нові методи розробки виробу;
- технології подання даних про виріб у електронному вигляді – набір методів для подання в електронному вигляді даних про виріб, що відносяться до окремих процесів ЖЦВ. Ці технології призначені для автоматизації окремих процесів ЖЦ (перший етап створення єдиного інформаційного простору (ЄІП));
- технології інтеграції даних про виріб – набір методів для інтеграції автоматизованих процесів ЖЦ і відповідних їм даних, поданих в електронному вигляді, у рамках ЄІП. Ці технології відносяться до другого етапу створення ЄІП.

При автоматизації окремих процесів ЖЦВ використовуються існуючі прикладні програмні засоби (САПР, АСУП та ін.), однак до них ставиться важлива вимога – наявність стандартного інтерфейсу до даних, які подаються до них. При інтеграції усіх даних про виріб у рамках ЄІП застосовуються спеціалізовані програмні засоби – системи управління даними про виріб (PDM – Product Data Management). Задачею PDM-системи є акумулювання всієї інформації про виріб, яка 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 поділити на чотири групи:

– функціональні стандарти, що задають організаційну процедуру взаємодії комп'ютерних систем; приклад: IDEF0;

– стандарти на програмну архітектуру, що задають архітектуру програмних систем, необхідну для організації їхньої взаємодії без участі людини; приклад: CORBA;

– інформаційні стандарти, що задають модель даних про виріб, що використовується всіма учасниками ЖЦ;

– комунікаційні стандарти, що задають спосіб фізичної передачі даних по локальних і глобальних мережах; приклад: Internet-стандарти (табл. 2.1) [6].

Таблиця 2.1

Стандарт	Призначення
IDEF0, ISO10303 AP208 (STEP), ISO9000, ISO 15531 MANDATE, LSA/LSAR (MIL-STD-1388, AECMA, 00-60/1	Інформаційний опис ЖЦ продукту та бізнес-процесів, що виконуються
ISO 10303 (STEP), ISO 13584 (P_LIB);	Конструкторська та технологічна модель продукту
ISO 8879 (SGML), ISO 10744 (HyTime), MIL-PRF-2000…2003,MIL-PRF-28003, MIL-M-87268, MIL-D-87269	Експлуатаційна модель продукту

Оскільки споживач теж є повноправним учасником ЖЦВ, необхідно забезпечити його доступом у ЄІП. Однак використовувати для цих цілей PDM-системи недоцільно через її високу 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 (ІЕТК).

ІЕТК розробляється постачальником, забезпечує доступ споживача до експлуатаційної інформації про виріб у ЄІП і має стандартний інтерфейс користувача (наприклад згідно з MIL-M-87268),

що дозволяє співробітникам експлуатуючої організації одночасно обслуговувати вироби від різних постачальників.

Необхідно визначити і критерії, що дозволяють відносити інформаційні системи до класу CALS. Саме критерій "системна реалізація інваріантних принципів і технологій інформаційної підтримки виробу (ІПВ)" повинен бути головним показником, що визначає ефективне використання технології CALS на підприємстві [7].

Задача CALS [8] — забезпечити реалізацію прикладних задач і бізнес-процесів підприємства за допомогою опорних технологій і інструментів. Звернемося до прикладу з області конструювання. Припустимо, що розробляється нова технологія проектування виробів на базі електронного опису виробу (ЕОВ) із застосуванням сучасного комплексу САПР. Задача CALS — описати модель ЕОВ і технологію робіт (буквально: бізнес-логіку технологічного процесу конструювання) багатьох конструкторів і технологів конкретного підприємства (або проекту) зі створення ЕОВ у необхідному бізнес-оточенні, модель їхньої ефективної інформаційної взаємодії у комп'ютерному середовищі. Крім цього, CALS повинна дати перелік правил, обмежень і рекомендацій з використання технології, забезпечити їхню реалізацію в комп'ютерному середовищі і як мінімум врахувати:

- організаційну структуру підприємства;
- специфіку організації конструкторських і технологічних робіт на підприємстві;
- особливості технології конструювання виробу, що зумовлюються його специфікою;
- своєрідність поєднаних етапів життєвого циклу виробу (технологічна підготовка виробництва, виробництво виробу, поствиробничі процеси), що зумовлюється його специфікою та роботою з ним на цих етапах;
- характер взаємодії з партнерами з урахуванням інфраструктури, комунікацій, ступеня синхронності робіт (наприклад, КБ і завод-виробник, що визначає дизайн виробу з погляду можливостей і обмежень технологічної підготовки виробництва, можуть знаходитися в різних часових поясах);
- модель управління процесом конструювання;
- модель управління життєвим циклом виробу;
- можливості й обмеження програмно-технічних засобів, що використовуються.

Таким чином, технології CALS є посередником між традиційними ІТ і прикладними технологіями та процесами, інтегрують усі зазначені

вище фактори у термінах опорних технологій і інструментів, забезпечують безпосередню реалізацію прикладних задач Замовника (рис. 2.1) [9].

Рис. 2.1. Концептуальна модель CALS

Підкреслимо, що технології управління даними та технології управління процесами існували й раніше, але не виділялися в самостійні виробничі сутності з послідовною постановкою задач щодо їхнього використання. Наприклад, CAD/CAM/CAE реалізують окремі частини електронного опису виробу, але не описують його цілком, не оптимізують і не забезпечують перенесення його частин між різними програмними комплексами. Точно так само у фоновому режимі оцінювалися задачі управління цими технологіями. Таким чином, вони,

звичайно, розсіяні по бізнес-процесах і побічно знаходяться у функціях кожного підрозділу, аналогічно й самі бізнес-процеси розсіяні по функціях підрозділів. Традиційний функціонально орієнтований підхід десятиліттями спирався на стабільність технологій проектування та виробництва, а тому й не припускав кардинальних змін ні в бізнес-процесах, ні в управлінні ними.

Однак перехід до бізнес-процесів, основаних на технологіях комп'ютерного моделювання та виробництва, висунув на перше місце проблему створення та використання ЕОВ. Отут і криється одна з незрозумілих нашими промисловцями фундаментальних проблем. ЕОВ — не менш складний продукт, ніж сам виріб, що потребує зовсім нових технологій для свого створення й використання, а також, що особливо важливо, управління цими процесами. Це вкрай важливо зрозуміти, тому що й сьогодні, і в найближчому майбутньому реальні моделі ЕОВ можуть створювати тільки самі підприємства — власники контенту про виріб, а не галузеві інститути та IT-компанії. Зміна технологій, а найчастіше паралельне використання старих і нових технологій у промисловості потребують якщо не повного, то глибокого перегляду організації й управлінської структури підприємства, що полягає в переході до процесної організації діяльності підприємства та управління ним. Крім того, потрібний зовсім інший підхід до створення названих вище базових технологій CALS. Реалізувати їх у фоновому режимі неможливо. Звідси виникає необхідність виділення їх у самостійні задачі та надання їм більш високого статусу, ніж часткові задачі промислового виробництва. Особливо це стосується технології інформаційної взаємодії, яка є центральною ланкою, що пов'язує організаційно-управлінські, цільові (наприклад технології конструкторсько-технологічної підготовки) і комп'ютерні технології у єдине ціле.

Дійсно, основні цілі, з якими підприємства пов'язують використання технологій CALS, можна класифікувати приблизно так:

- створення технології комп'ютерного проектування виробів;
- поліпшення технологічної підготовки виробництва;
- створення електронних архівів;
- розробка системи підготовки ІЕТК;
- впровадження на виробництві системи MRP/ERP;
- інтеграція виробничого контуру (MRP/ERP) з конструкторським контуром і контуром технологічної підготовки;
- організація комп'ютерної підтримки системи експлуатації.

Однак для одержання економічного ефекту зазначених технологій недостатньо. По-перше, їх необхідно розробити, а для цього потрібні технологи та постановники задач, що крім прикладних

процесів знають методику створення в необхідному інструментарії САПР/PDM. По-друге, на основі нових прикладних технологій треба створити новий технологічний процес для конкретного підприємства і гармонізувати його з процесами планування завантаження виробничих потужностей, календарно-об'ємним графіком, процесами закупівель сировини, заповненням складів вхідної та готової продукції, з планом платежів, можливостями системи управління та ін. Без цього підприємство навряд чи зможе ефективно використовувати нове обладнання або технологію. Наприклад, простій устаткування (у тому числі й засобів САПР), часте у вітчизняній практиці явище, може звести нанівець усі переваги від його придбання.

Задача CALS у цьому випадку — дати технологам, економістам, менеджерам не просто опорні технології й інструменти, а систему для повноцінного опису та застосування старих і нових технологій, процесів їхньої інформаційної взаємодії з контуром виробництва і фінансово-економічної структури, що дозволяє з'ясувати, при якій моделі і за яких умов виробництва, управління та фінансування нове обладнання може ефективно використовуватися. Це і є CALS-система, точніше, одна з її підсистем. Сьогодні потрібна саме система, а не разові заходи щодо опису старих технологій/бізнес-процесів, оскільки задачі такого роду виникають систематично. Отже, потрібні технології, що ставлять «на потік» інформаційне забезпечення процесу освоєння та впровадження нових цільових технологій промисловості та реалізовані у вигляді відповідної системи. Такими є технології інформаційного забезпечення бізнес-процесів і інформаційної взаємодії. Наскільки вони важливі, свідчить такий факт: на організаційно-технологічні заходи (тобто на розробку нових технологічних процесів і організацію їхнього впровадження) США в 90-х роках минулого століття витрачали в 11 разів більше коштів, ніж на НДДКР.

Без глибокого усвідомлення проблематики CALS будь-яке підприємство замість створення CALS-системи фактично, напевно, ризикує провести традиційну автоматизацію окремих функціональних підсистем із звичайним впровадженням опорних технологій та інструментів.

Першим цю проблему мусить усвідомити керівник інформаційної служби підприємства.

Від того, чи захоче він відігравати одну з перших ролей у впровадженні CALS, залежить і успіх підприємства, і його власний статус. Звичайно, багато керівників інформаційних служб спокійно пливуть за течією, виконуючи сервісну роль з обслуговування

мережної, комп'ютерної та програмної інфраструктури. Однак саме IT-керівник значною мірою відповідальний за своєчасну освіту і поінформованість управлінської ланки про необхідність змін у бізнесі, а також за підготовку «ескізних» проектів з CALS.

Перше, з чого варто почати роботу в області CALS, — усвідомити суть цієї ідеології як комплексного підходу до створення повноцінної сучасної системи промислового виробництва, експлуатації та управління ним. Помилки щодо CALS до цього часу дуже значні. Дехто взагалі вважає, що проблема CALS надумана.

Друге — ретельно розібратися в опорних, цільових CALS-технологіях. Дуже багато керівників підприємств помиляються, вважаючи, що впроваджені ними САПР, ІЕТК та інші подібні засоби є втіленням технологій CALS.

Третє — виконати концептуальне проектування CALS-системи. Її концепція є система поглядів на застосування технологій CALS у бізнесі підприємства з урахуванням усіх специфічних проблем. Концепція повинна містити модель CALS-системи.

Четверте — розглянути концепцію CALS-системи і прийняти рішення щодо її створення на всіх рівнях управління: вищому, рівні функціональних підрозділів і проектів, що використовують комп'ютерні технології.

П'яте — створити команду зі створення CALS-системи, що повинна розробити відповідний проект, а також стратегію його реалізації. Однією з найважливіших задач стратегії є визначення підходу до реалізації: «зверху вниз» або «знизу вгору». Від правильності вибору підходу принципово залежить, наскільки швидко й успішно буде просуватися підприємство в реалізації проекту.

2.2. Методи реалізації проекту створення CALS-системи

2.2.1. Метод " знизу вгору"

Менталітет вітчизняних розробників сформувався саме у великих обчислювальних центрах (ОЦ), основною метою яких було не створення продуктів, що тиражуються, а обслуговування співробітників конкретної установи. Цей підхід багато в чому зберігся при автоматизації і сьогодні. В умовах, коли законодавство і правила ведення виробничої, фінансово-господарської діяльності та бухгалтерського обліку постійно змінюються, керівнику зручно мати поруч посередника між новою інструкцією та комп'ютером. З іншого

боку, розробників, заражених "вірусом самодіяльності", виявилося предостатньо.

Створюючи свої відділи та управління автоматизації, підприємства намагаються облаштуватися самостійно. Однак періодичний перегляд інструкцій, складності, пов'язані з різним уявленням користувачів про ті ж самі дані, безупинна робота розробників щодо задоволення все нових і нових побажань окремих замовників і, як наслідок, — невдоволення керівників своїми розробниками трохи остудили запал як тих, так і інших. Отже, перший підхід зводиться до проектування "вгору". У цьому випадку за наявності кваліфікованого штату фахівців цілком достатньо автоматизуються окремі, важливі з погляду керівництва, робочі місця. Загальна ж картина "автоматизованого підприємства" проглядається недостатньо добре, особливо в перспективі [10].

2.2.2. Метод " зверху вниз"

З усього спектра проблем розробники виділяють найбільш помітні: передпроектний аналіз, конструкторсько-технологічне проектування, автоматизація ведення бухгалтерського аналітичного обліку й технологічних процесів та ін. Системи проектуються "зверху", тобто в припущенні, що одна програма має задовольняти потреби всіх користувачів.

Сама ідея використання "однієї програми для всіх" різко обмежує можливості розробників у структурі інформаційних множин бази даних, використанні варіантів екранних форм, алгоритмів розрахунку і, отже, позбавляє можливості принципово розширити коло задач, що розв'язуються, тобто автоматизувати повсякденну діяльність кожного працівника. Закладені "зверху" тверді рамки ("загальні для всіх") обмежують можливості таких систем щодо ведення глибокого, часто специфічного аналітичного і виробничо-технологічного обліку. Стало очевидно, що для успішної реалізації задачі повної автоматизації підприємства варто змінити ідеологію побудови автоматизованих інформаційних систем - застосовувати ідеологію CALS [10].

2.3. Методологія впровадження CALS

Ми бачимо три етапи впровадження CALS:

1. Використання інформаційних стандартів CALS для обміну даними між конкретними програмними продуктами, для цього необхідно забезпечити їх сумісність із стандартами.

2. Створення Централізованих структурованих Сховищ Даних (інтеграція даних).

3. Створення та впровадження комплексних систем автоматизації й управління підприємством, побудованих відповідно до стандартів CALS[10].

Для того щоб інтеграція даних почала давати відчутну віддачу, необхідно розробити продуману стратегію її впровадження та чітко дотримуватися її.

Формування робочої групи. Робоча група повинна складатися як із співробітників виробничих відділів підприємства (конструкторів, технологів та ін.), так і фахівців відділу автоматизації (програмістів і системних аналітиків). Усі співробітники робочої групи мусять пройти навчання з відповідних CALS-технологій і програмних продуктів. Для збереження спадковості рішень необхідно мати робочу групу з постійним складом протягом усього процесу впровадження CALS-технологій.

Аналіз існуючих бізнес-процесів та інформаційного забезпечення на підприємстві. Мета аналізу – виявити існуючу взаємодію між бізнес-процесами й оцінити їхню 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 повинен бути регламентований стандартом IDEF0. Отримана функціональна модель дозволить вирішити цілий ряд задач, пов'язаних з оптимізацією, оцінкою величини та розподілу витрат, оцінкою продуктивності, завантаження та збалансованості складових частин. Необхідно сформувати концепцію інформаційної інтеграції та впровадження базових інструментів CALS на підприємстві. Формування концепції включає вибір показників оцінки ефективності процесів, формування цілей впровадження CALS-технологій і стратегії їхнього досягнення. Основними показниками є конкурентоспроможність (або якість) продукції, витрати та тривалість процесів розробки й освоєння виробництва виробу.

Реінжиніринг бізнес-процесів. Реінжиніринг бізнес-процесів виробничого підприємства повинен бути спрямований на впровадження таких організаційних методів розробки виробу:

- паралельне проектування;
- єдиний інформаційний простір;
- міждисциплінарні групи.

Вибір і придбання базових інструментів CALS (систем) і технічних засобів. Перед кожним підприємством буде стояти задача,

яку систему вибрати і як її застосовувати для вирішення конкретних задач. У будь-якому випадку підприємство повинне усвідомлювати, що воно одержує не просто комп'ютерну програму, а цілий пакет послуг, тому необхідно враховувати не тільки якості систем, але й здатність їхнього виробника (або дилера) забезпечити їхній супровід, модернізацію й адаптацію до потреб підприємства. Задача вибору та придбання технічних засобів (комп'ютерів і мережного устаткування) тісно пов'язана з задачею вибору систем. Конкретні програмні продукти відрізняються набором реалізованих ними функцій.

Розробка стандартів підприємства. Розробка комплексу нормативної документації, що регламентує порядок введення та зміни інформації про виріб у системи на основі міжнародних, державних і галузевих стандартів, необхідна для організаційного забезпечення впровадження систем. Потрібна інтеграція систем з існуючими і тими, що впроваджуються, системами та їхньою адаптацією до умов підприємства. Для створення на підприємстві ЄІП необхідно інтегрувати базові системи CALS з уже існуючими комп'ютерними системами. Крім того, при їхньому впровадженні необхідно врахувати специфічні умови функціонування підприємства. Засобами інтеграції й адаптації є:

- прикладні модулі (АСУП, САПР та ін.), що оперують даними про виріб;
- прикладні модулі (розширення функцій);
- конвертори між базовими інструментами CALS і АСНД, АСУП, САПР та ін.

Наповнення систем інформацією про раніше розроблені вироби. Для ефективного використання накопиченого підприємством виробничого досвіду потрібні значні витрати на переведення існуючої документації про розроблені вироби в стандартний вигляд та занесення його в сховище даних інтегрованої інформаційної системи із використанням засобів адаптації.

Можна констатувати, що для переходу на підприємствах до безупинної інформаційної підтримки життєвого циклу виробів необхідно вирішити ряд проблем.

Серед них можна виділити:

- проведення модернізації або заміну устаткування для створення виробництва, система супроводу якого орієнтована на роботу в єдиному інформаційному просторі підприємства;
- придбання та розробку програмного забезпечення (ПЗ) для обслуговування всіх етапів ЖЦВ;

- підготовку або перепідготовку персоналу, здатного працювати в інформаційній системі виробництва, що орієнтується на CALS-технології;

- вирішення організаційно-адміністративних питань для ведення виробництва, орієнтованого на CALS-технології.

Створення виробництва, система супроводу якого орієнтована на роботу в єдиному інформаційному просторі підприємства. Вирішення цієї задачі не зводиться до установки комп'ютерів на робочих місцях інженерних та інших служб. Необхідно усунути розриви інформаційних потоків, для чого потрібно забезпечити передачу інформації з мережі на всі робочі місця персоналу, який задіяний у процесі виробництва, включаючи виробничі дільниці, робочі місця верстатників, складальників. Відсутність інтеграції виробничих робочих місць у єдину мережу підприємства породжує проблему розриву інформаційних потоків, що знижує ефективність застосування інформаційних технологій. На практиці реалізується принцип фіксації інформації в електронному вигляді в місці та в момент її зародження.

Важливість дотримання цього принципу можна оцінити при аналізі навіть спрощеної схеми інформаційних потоків підприємства. На рис. 2.2, а наведено схему інформаційних потоків, характерну для багатьох підприємств 80-х років минулого століття. Інформація на робочі місця в цех та з цеху надходить у паперовому вигляді. При такій організації інформаційних потоків усі підрозділи можна розділити на групи:

- підрозділи, що породжують інформацію;
- підрозділи, що споживають інформацію;
- підрозділи, що обслуговують інформаційні потоки, які займаються перетворенням інформації.

Використання у виробничих цехах паперової форми подачі інформації визначає необхідність наявності підрозділів третьої групи, які забезпечують перетворення інформації з паперового вигляду в електронний і навпаки. У 80-ті роки минулого століття для цього створювались цілі відділи в декілька сотень чоловік. З переходом у другій половині 90-х років минулого століття до мереж на базі персональних комп‘ютерів поле діяльності значно розширилось, однак функції підрозділів третьої групи збереглися.

Перехід до CALS-технологій настійно потребує створити робочі місця у виробничих підрозділах, де забезпечується перетворення інформації за допомогою ПЗ у джерелах її виникнення або споживання. Це дозволить перейти до схеми організації

інформаційних потоків, у якій функціонують тільки підрозділи, що створюють і споживають інформацію (див. рис. 2.2, б). Аналогічні проблеми виникають не тільки на стадії виробництва, але й при випробуваннях і експлуатації. У цих областях також слід прагнути до доробки або заміни контрольно-вимірювальних, випробувальних і перевірних комплексів із урахуванням необхідності їхньої інтеграції в єдиний інформаційний простір підприємств.

Пропонований нами підхід до проведення модернізації або заміни устаткування дозволяє створити систему супроводу виробництва, орієнтовану на роботу в єдиному інформаційному просторі підприємства.

Придбання та розробка програмного забезпечення. В області застосування комп'ютерних систем фахівці підприємств часто орієнтуються на досвід однорідних західних фірм. На цій підставі робиться висновок про необхідність застосування тих чи інших систем. Але важливо не просто вивчати цей досвід, а й оцінювати тенденції розвитку програмних продуктів і методів їхнього використання.

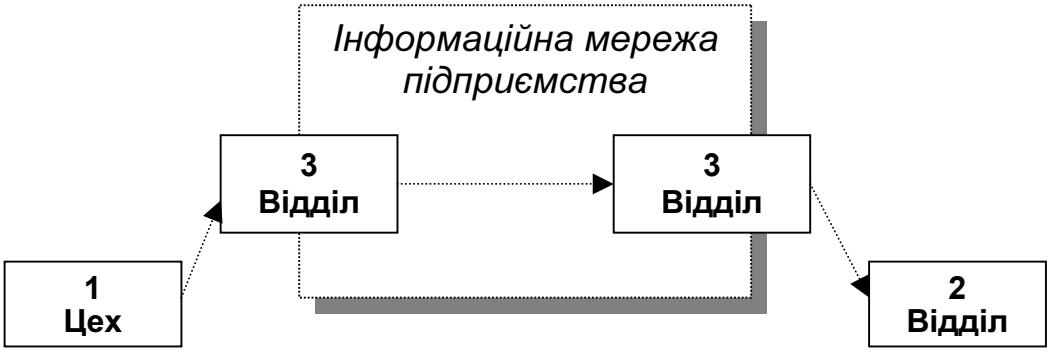
Основною тенденцією побудови інформаційних систем є перехід від концепції універсалізації ПЗ до концепції універсалізації обміну даними та підвищення спеціалізації ПЗ. Ця тенденція сформувалася в результаті розуміння неможливості опису всього життєвого циклу виробу в рамках одного програмного пакета. Насправді, система, призначена для проектування, не буде ефективною при вирішенні задач експлуатації.

При застосуванні готових рішень у вигляді CAD/CAM критичною може виявитися можливість інтеграції у них своїх власних алгоритмів, методик проектування та розрахунку. Відсутність можливості використання свого власного досвіду призведе підприємство до повної втрати наявного інтелектуального потенціалу і, як наслідок, — до втрати позицій на ринку.

Для об'єднання різних специфічних сфер діяльності підприємств у єдине інформаційне середовище необхідно створювати свої програми. Як програмне середовище розробки програм заслуговує на увагу такий засіб, як CAS.CADE.

Підготовка персоналу. Підготовка персоналу, здатного працювати в інформаційній системі виробництва, орієнтованій на CALS-технології, є також складною й проблемною задачею. Висока вартість програмного забезпечення та складне фінансове становище навчальних закладів призвели до ситуації повної відсутності необхідної матеріальної бази для освоєння сучасних промислових інформаційних систем.

Інформаційні потоки на підприємстві 80-х років минулого століття



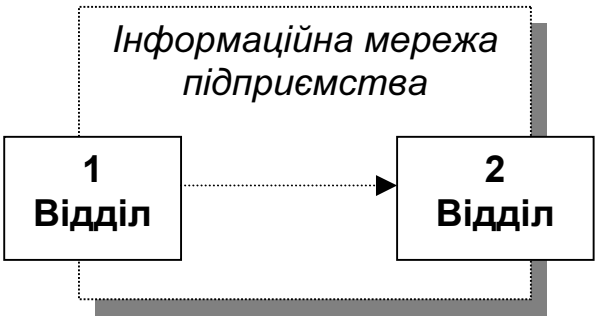
1 - породження інформації

2 - споживання інформації

3 - перетворення, передача інформації

а

Інформаційні потоки при повній інтеграції виробничих робочих місць в інформаційну мережу підприємства



1 - породження інформації

2 - споживання інформації

б

Рис. 2.2. Інформаційні потоки на підприємстві

На підприємствах, куди приходять молоді фахівці, основна частина персоналу не володіє комп'ютерними інформаційними технологіями. У США поширена практика створення науково-навчальних центрів на базі університетів за фінансової і організаційної підтримки великих фірм. Задачею таких центрів є вирішення наукових і виробничих задач реального виробництва. Стимулом для організації таких центрів є значні податкові пільги, надані фірмам, що організують наукоємні виробництва у вузах. Для ефективного впровадження ідеології CALS на підприємствах перш за все необхідно провести роботу з підготовки та перепідготовки кадрів у даній області.

Вирішення організаційно-адміністративних питань. До проблеми вирішення організаційно-адміністративних питань можна віднести таке:

- надання юридичного статусу електронним документам;
- розробка процедур затвердження електронних документів;
- зміна функцій відділів і структури підприємства;
- вирішення соціальних і матеріальних питань щодо висококваліфікованих фахівців.

Без вирішення перших двох питань електронні документи не мають юридичного статусу, що зводить нанівець переваги інформаційних технологій.

Комплексне впровадження інформаційних технологій призведе до зміни або скорочення функцій окремих підрозділів підприємства. Визнання цієї обставини диктує необхідність змін у супроводі інформаційної системи і у структурі підприємств та їхніх підрозділів.

Для ефективного втілення ідеології CALS необхідна координація всіх робіт у цьому напрямку.

Перший досвід практичного застосування CALS-технологій у промисловості свідчить про те, що вітчизняні підприємства можуть використовувати ці технології для підвищення якості та конкурентоспроможності наукоємної продукції, що виробляється. Тут обсяг виконаних наукових досліджень не перевищує 5% від потрібного обсягу робіт, необхідних для створення повноцінної нормативно-правової, науково-методичної та програмно-технічної бази.

З огляду на міжвідомчий характер проблеми CALS-технологій, впровадження яких є важливою складовою сучасної державної промислової політики, в Україні необхідно створити структуру, до функцій якої ввійдуть організація та координація робіт в області CALS, урядовим органам розробити й затвердити комплекс першочергових заходів щодо розробки й апробації нормативно-правової, науково-

методичної та програмно-технічної бази, що забезпечує впровадження CALS-технологій у різних галузях промисловості.

Комплекс заходів щодо впровадження CALS-технологій має здійснюватися шляхом виконання ряду узгоджених проектів, у рамках яких повинні створюватися й апробовуватися і нормативна база, і нові технічні рішення [11]. Оцінюючи обсяги фінансування робіт, виконаних передовими західними фірмами в області CALS, можна зробити висновок, що переведення підприємств вітчизняної промисловості на CALS-технології являє собою надзвичайно важливу національну проблему. Для її вирішення потрібні розробка та реалізація відповідних розділів у національних цільових програмах:

- створення нормативно-правової бази;
- створення організаційної й інформаційної інфраструктури [11]:
  - створення національного центру розвитку CALS-технологій;
  - створення галузевих центрів розвитку CALS-технологій;
  - створення міжвідомчої координаційної науково-технічної ради з CALS-технологій;
  - створення та забезпечення функціонування Інтернет-порталу з поширення інформації в області CALS і електронного бізнесу;
- розробка методів аналізу та технологій реінжинірингу бізнес-процесів, базових технологій і моделей організації конструкторсько-технологічної, виробничої та комерційної діяльності, методів і засобів моделювання й оптимізації бізнес-процесів промислових підприємств, науково-методичних основ логістичного аналізу виробів при роботі в єдиному інтегрованому інформаційному середовищі;
- підготовка та перепідготовка фахівців.

Правильно поставлені цілі автоматизації є одним з основних факторів (за підтримки вищого керівництва) у справі успішного впровадження CALS-системи:

1. Фіксація основних бізнес-процесів у моделі підприємства:

- розробка або відновлення комплекту регламентуючих документів (положення, інструкції, регламенти та ін.);
- розробка методології програмного та інформаційного забезпечення перших етапів ЖУ електронних засобів в рамках CALS – технологій;
- створення або проведення ревізії стандартів (у тому числі серії ISO-9000 та ін.);
- побудова бізнес-моделі підприємства (відповідно до стандартів IDEF).

Моделювання і документування бізнес-процесів дозволить добре підготуватися до впровадження ERP-системи та значно спростить складання ТЗ для компанії-розробника.

Добре формалізована бізнес-модель забезпечить:

- якісне та передбачуване управління підприємством;
- можливість швидкої реакції на зміну зовнішнього/конкурентного середовища;
- конкурентну перевагу та партнерську привабливість;

2. Побудова системи взаємозалежних показників.

Методологія Balanced Scorecard (BSC)/Збалансована система показників (ЗСП) базується на тому, що однієї лише фінансової оцінки недостатньо для ефективного управління підприємством.

Усякі цілі та показники варто розглядати відразу в таких аспектах:

- *фінанси* - стратегія зростання прибутку з погляду акціонерів;
- *клієнти* - стратегія створення вартості з погляду замовників;
- *внутрішні процеси - бізнес-процеси* - пріоритети вдосконалення внутрішніх бізнес-процесів;
- *навчання і зростання* - пріоритети для інновацій, навчання й організаційних змін.

Практична користь нової методології BSC полягає в тому, що вона допоможе:

- пов'язати стратегію та цілі автоматизації з критеріями та способами їхньої оцінки;
- оцінити реальну віддачу інвестицій у IT наприкінці проекту;
- забезпечити контроль ефективності впровадження системи в процесі реалізації проекту.

Впровадження базових інструментів CALS (систем) — це саме той випадок, коли час, витрачений на їхню підготовку, працює на підприємство.

При підготовці до впровадження необхідно:

- розібратися в структурі ціни володіння системою;
- вивчити досвід однорідних підприємств;
- провести переговори з декількома постачальниками;
- вибрати систему за "зростанням".

Загальна ціна володіння системою включає витрати на таке:

- ліцензії (за кожне робоче місце);
- консалтинг (як мінімум, стільки ж, або в 2-3 рази дорожче від вартості ліцензій);
- навчання (як правило, входить до вартості консалтингу);
- устаткування;

- внутрішні витрати;
- обслуговування/супровід системи.

При аналізі досвіду інших підприємств важливо не упустити:

- уже готові рішення (ви зможете одержати за ті ж гроші вже налагоджену систему);
- "підводні камені" - про них краще довідатися до початку впровадження і намітити шляхи їхнього подолання;
- аналіз впровадження систем - допоможе реально подивитися на такі речі, як висока вартість, непристосованість до національного законодавства, великий обсяг доробок та ін.

При проведенні переговорів із постачальниками треба звернути увагу:

- на солідність фірми (час роботи в Україні, кількість консультантів, успішні впровадження);
- наявність типових рішень для галузі;
- можливість інтеграції з іншими системами;
- наявність сертифікованої системи міжнародної якості з консалтингу, впровадження та супроводу системи;
- поширеність/глобалізацію пропонованих рішень.

При виборі необхідно враховувати таке:

- масштаб системи має відповідати масштабу підприємства;
- функціональність системи повинна підтримувати основні процеси - бізнес-процеси;
- апаратне та загальносистемне ПЗ мають відповідати загальному технічному рівню підприємства.

При впровадженні необхідно заздалегідь запланувати, на чому можна заощадити:

- на одержанні ліцензії;
- проведенні навчання;
- залученні зовнішніх консультантів.

Усі керівники зазвичай стикаються приблизно з тими самими питаннями при впровадженні CALS технологій:

- яку систему вибрати: вітчизняну чи західну?
- хто зможе здійснити постачання та впровадження системи?
- на чому можна заощадити і на чому цього краще не робити?
- як впроваджувати: відразу всі системи, частинами чи поступово?
- що робити з наявними на підприємстві автоматизованими системами?
- як навчити своїх співробітників реально працювати з новою системою?

Ще більше питань виникає, коли уже витрачено чималі кошти і постачальник установив програмні модулі на комп'ютерах. Виявляється, що потрібно:

- наповнити нову систему нормативно-довідковою інформацією;
- передати дані зі старих систем у впроваджувану систему;
- настроїти систему під специфіку роботи даного підприємства;
- виконати розробку додаткових програмних засобів для настроювання на функції підприємства.

Для збереження конкурентоспроможності необхідні постійні інвестиції для розвитку й удосконалення управління всім взаємозалежним комплексом виробничих процесів, умовами створення виробу у вигляді системи «процеси – персонал – технології – закони». Розглядаючи цю складну систему з безліччю прямих і зворотних зв'язків, не можна не відзначити, що порушення кожної з них неминуче виводить систему з продуктивної рівноваги. Економічно розвинуті країни обережно та дбайливо підійшли до зміни технологій управління, попередньо створивши моделі й опис бізнес-процесів, а потім підготували людей і скоригували закони в інтересах виробника. Сьогодні велика частина економічних суб'єктів розвинутих країн орієнтована у своїй діяльності на розвиток процесно орієнтованого управління всього циклу створення та експлуатації своєї продукції. Електронна підтримка процесів розробки виробу, його виробництва, збуту, експлуатації, сервісного обслуговування, модернізації і, в остаточному підсумку, утилізації повинна здійснюватися на основі системного підходу. Такий підхід передбачається концепцією використання CALS-технологій, що активно розвивається.

Реалізація CALS підприємцями та промисловцями дозволить:

- збільшити продуктивність праці своїх співробітників;
- скоротити тимчасові та загальні матеріальні витрати і забезпечити загальне підвищення якості.

Це досягається шляхом:

- спрощення доступу до інформації;
- реорганізації діяльності (без зміни поставлених задач);
- комп'ютеризації робочого середовища;
- зміни взаємозв'язків між підприємствами-партнерами.

CALS-орієнтована реорганізація діяльності дозволить збільшити продуктивність праці співробітників; скоротити тимчасові витрати; скоротити загальні матеріальні витрати за рахунок підвищення показників якості виконання таких операцій:

- обробка інформації;
- використання інформації;

- здійснення консультацій і аналітичний огляд результатів роботи;
- перегляд інформації;
- додавання нової інформації;
- переробка інформації;
- перегляд/затвердження інформації;
- поширення інформації;
- робота над помилками, аналіз причин їхнього виникнення.

Тому будь-яке підприємство (дрібне, середнє або велике), плануючи освоїти виробництво нового виробу, а також здійснити його ефективну техніко-економічну підтримку, зможе використовувати такі переваги CALS-технологій, як одноразове створення та багаторазове використання загальних даних і планування ЖЦ.

Ці підприємства будуть здатні:

- швидше реагувати на зміну ринкової ситуації (оптимальна реакція на запити споживачів, скорочення часу на поповнення матеріальних запасів і зниження їх обсягу);
- зменшити свої витрати (усунути трудомісткі операції з дублювання даних, значно скоротити обсяг паперу, що використовується);
- підвищити якість, особливо надійність, своєї продукції (зменшення браку на етапах розробки та виробництва виробів, поліпшення погодженості даних) [12].

2.4. Комплексний супровід процесів

Наскрізне інформаційне забезпечення процесів ЖЦВ можливо здійснювати через інтегровану модель виріб – процес – середовище на основі об'єднання у віртуальну корпорацію всіх учасників бізнес-процесів ЖЦВ. За одним з визначень корпорація - це територіально рознесені юридично самостійні різні види діяльності, об'єднані якою-небудь загальною стратегією. У контексті CALS це означає, що в ЖЦВ на різних етапах можуть бути задіяні різні виконавці: замовники, проектувальники, виробники, субпідрядники, постачальники, експлуатаційники, ті, що проводять утилізацію виробу, та ін. Зрозуміло, підтримка ЖЦВ здійснюється і там, де немає комп'ютерної віртуальної корпорації. Вона здійснюється іншими методами і засобами.

Наприклад, може існувати система так званих організацій — "поштових скриньок", у рамках якої засновано інститут представництва замовника. Численні висококваліфіковані його представники, що

спеціалізуються на конкретних технічних напрямках, контролюють проходження технічної документації, здійснюють нагляд за виробництвом (представники замовника). Вони мають великі повноваження, у тому числі право припиняти ділові процеси організації. Ця величезна інфраструктура контролює усі етапи ЖЦВ, включаючи субпідрядників.

Така велика (і дорога) армія контролерів може істотно скоротитися при використанні безпаперової технології виготовлення складних виробів. Дійсно, CAD забезпечить креслення в електронній формі; система Workflow простежить, щоб вони не пройшли на наступні етапи без необхідного узгодження; електронний документообіг визначить винуватця в зриві термінів робіт; система PDM відразу виявить, хто, коли і на підставі чого здійснив зміни в документації та виробничому процесі; ERP проінформує про всі нюанси виробництва; TQM докладно повідомить про якість виробів, матеріалів і комплектуючих. При цьому неважливо, де знаходиться хто-небудь із суб'єктів ЖЦВ (у якому місті, у якій країні) — усі працюють у єдиній віртуальній організації.

Принциповим моментом у віртуальній корпорації є те, що всі підприємства-учасники ЖЦВ входять до нього на контрактній основі та не мають об'єднаної організаційної структури юридичної особи. Віртуальна корпорація утворюється на термін дії контракту для реалізації конкретного спільного проекту. Те саме підприємство може бути учасником багатьох віртуальних корпорацій (проектів). Така віртуальна організація для підтримки ЖЦВ може бути реалізована в комп’ютерному середовищі за допомогою CALS-технологій.

2.5. Економічні аспекти застосування CALS

На ефективність діяльності підприємств, що застосовують CALS, безпосередньо впливають такі фактори:

- скорочення витрат і трудомісткості процесів технічної підготовки й освоєння виробництва нових виробів;
- скорочення календарних термінів виводу нових конкурентоспроможних виробів на ринок;
- скорочення частини браку і витрат, пов'язаних з внесенням змін у конструкцію;
- збільшення обсягів продажу виробів, що поставляються з електронною технічною документацією (зокрема експлуатаційною), відповідно до вимог міжнародних стандартів;

- скорочення витрат на експлуатацію, обслуговування та ремонти виробів [12].

Аналізуючи досвід вітчизняних і зарубіжних проектів, можна зазначити таке:

- само по собі впровадження технологій ефекту не дасть. На підприємстві потрібно створювати єдину взаємозалежну CALS-систему;

- реалізація ефективної схеми взаємодії співробітників надзвичайно важлива. Без такої схеми CALS-система не запрацює;

- створення CALS-системи потребує істотної (можливо, і кардинальної) реорганізації процесів конструювання виробів і підготовки їхнього виробництва;

- потрібні рішучість, воля й особиста участь вищого керівництва, щоб впровадити в життя зміни, необхідні для створення CALS-системи і її запуску в роботу;

- якщо розробка виробу потребує активної участі суміжників (наприклад постачальників важливих вузлів), то бажано, щоб між партнерами була налагоджена координація в області створення та розвитку CALS-систем. У цьому випадку об'єктом управління розумно робити єдину розподілену CALS-систему "віртуального підприємства" (промислового консорціуму, що спільно працює над створенням та виробництвом високотехнологічного виробу), до складу якої входять CALS-системи окремих підприємств як її компоненти.

Виходячи зі сказаного можна зробити такі висновки:

- необхідно здійснити модернізацію або заміну виробничого устаткування для забезпечення інтеграції виробничих робочих місць в інформаційну мережу підприємства, що дозволить створити виробництво, система супроводу якого орієнтована на роботу в єдиному інформаційному просторі;

- наявне сьогодні на ринку ПЗ не забезпечить його ефективного застосування на всіх етапах життєвого циклу. Додатково до систем, що впроваджуються, необхідно створювати програми, які акумулюють досвід підприємств. При організації таких програм доцільно використовувати інструментальні засоби;

- для вирішення задачі підготовки кадрів необхідне створення науково-навчальних центрів за підтримки фірм, що є лідерами в інформаційних технологіях. У рамках цих центрів потрібно передбачити вирішення наукових і інженерних задач з впровадження CALS-технологій;

- володіння необхідним устаткуванням, програмним забезпеченням і навченим персоналом не гарантує одержання

бажаних результатів від впровадження CALS-технологій без вирішення організаційно-адміністративних питань.

3. CALS-ПРОЕКТИ У СВІТІ

3.1. Проекти розвитку та впровадження стандарту ISO 10303 (STEP)

PLCS - Product Life-cycle Support: У рамках даного проекту розробляється модель даних (на основі стандарту STEP), що дозволяє забезпечити інформаційну підтримку процесів у ході всього ЖЦ продукту. Учасниками проекту є:

- Airbus Industrie, The Boeing Company,The Baan Company, BAE SYSTEMS, The Finnish Defence Forces (FDF), Lockheed Martin Government Electronic Systems ;
- LSC Group Ltd, Norwegian Defence & DNV, PTC, Rolls-Royce (PLC), Saab Aerospace, U.K. Ministry of Defence (Mo), United States Department of Defense (Do).

POSC/CAESAR: Проект із розробки моделі даних про нафтогазове устаткування для інформаційної підтримки етапів уведення в експлуатацію, експлуатації та ремонту устаткування. У рамках даного проекту розроблено проект стандарту ISO 15926 OIL&GAS. Особливістю стандарту є те, що він орієнтований не на обмін даними, а на їхнє використання в режимі розподіленого доступу.

Концептуальна модель даних, наведена в стандарті, може бути використана як основа для побудови розподілених баз даних або DWH (Data Warehouse). Стандарт ISO 15926 OIL & GAZ на цей час - останній із чотирьох інформаційних CALS-стандартів групи STEP. Стандарт ISO 15926 використовує як інформаційні об'єкти узагальнені й інтегровані ресурси, а також мову EXPRESS, що є складовою частиною стандарту ISO 10303 (STEP), для опису моделі даних.

Учасниками проекту є: BNFL, BP Amoco, Conoco, Foster Wheeler Energy, Shell, Det Norske Veritas, MC Kongsberg Subsea, Intergraph, Norsk Hydro, Oracle, Statoil, ABB, Akzo Nobel .

STEP – NC: Проект розробки моделі даних для передачі геометричної інформації для обробки на верстатах з ЧПУ. На основі даної моделі розроблено стандарт ISO 14649 "Data model for Computerized Numerical Controllers". Учасниками проекту є:

- CECIMO, Європейський комітет із співробітництва верстатобудівних галузей промисловості. Його членами є національні асоціації 14 європейських держав: Австрія, Бельгія, Швейцарія,

Чешська Республіка, Данія, Іспанія, Фінляндія, Франція, Великобританія, Італія, Нідерланди, Португалія та Швеція. Це централізує дії, проекти та цілі виробників верстатів;

- CMS S.p.A., яку називають виробником спеціальних машин, що проектує та виробляє спеціальні та стандартні CNC центри механічної обробки деревообробної промисловості. Більш ніж 2000 NC машин установлені в усьому світі;

- Група Крайслер має такі відділи: легковий автомобіль, комерційний транспортний засіб, космічний, сервісний, мікроелектроніки та MTU/DIESEL двигунів;

- Dassault Systems S.A. є всесвітньовизнаним лідером CAD/CAM/CAE та PDM ринку. Це дає клієнтам можливість створити автоматизоване підприємство для моделювання, оптимізації управління та виробництва конкурентоспроможної продукції, виробничих процесів та операцій;

- The Automation and Drives Group (A&D) підприємства Siemens Ltd, які займаються індустріальною автоматизацією. Siemens був залучений у верстатобудівну промисловість протягом 30 років, а сьогодні він — один з головних продавців CNC-технології в Європі;

- AB VOLVO компанія, яка спеціалізується на транспортній технології. Діапазон виробів - автомобілі, вантажівки, автобуси, обладнання, конструкції та дослідні зразки цих видів транспорту. Сюди входять розробка моделей та компонентів, а також виготовлення деталей і запчастин в одному пакеті для масового виробництва.

3.2. Проекти в області інформаційної підтримки етапів експлуатації та логістичної підтримки

RENAULT KERAX (важка вантажівка): Підготовка електронної документації, що поставляється з продуктом Міністерству оборони США. Проект завершений наприкінці 2000 р.

PANDUR (новий транспортний засіб для підтримки мирних операцій): Проект з підготовки програмно-апаратного комплексу для підтримки етапу експлуатації та супроводу, що реалізує такі функції: пошук несправностей, автоматичне встановлення необхідних запасних частин для усунення несправностей, відображення послідовності дій при усуненні несправностей.

UAV (непілотований повітряний транспортний засіб): Цей CALS-проект є пробним. Мета проекту - опрацювання супроводу військової техніки з реалізацією усіх аспектів інтегрованої та логістичної підтримки.

RECCE 2001: Програма супроводу 139 легких броньованих транспортних засобів із використанням інтегрованої інформаційної моделі. Мета проекту - тестування CALS-технологій, що використовуються Міністерством оборони Бельгії. Серед них: електронна документація, управління конфігурацією, аналіз управління й ціни життєвого циклу, оптимізація витрат на логістичну підтримку та ремонт, ремонтопридатність і надійність.

BAMS (COBRA): Розробка бази даних на основі CALS-стандартів для управління конфігурацією BAMS radios. Другу фазу даного проекту завершено в 2000 році. Результат даного етапу - перенесення бази даних із ALCATEL у Логістичний центр Міністерства оборони США.

4. ЗАДАЧІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ В CALS-СИСТЕМАХ

Розвиток CALS-технологій сприяє створенню віртуальних підприємств (ВП).

Для віртуального підприємства, що діє в рамках єдиного інформаційного простору (ЄІП), інформаційні ресурси відіграють визначну роль, тому забезпечення їхньої безпеки є найважливішою задачею. Згідно зі статистичними даними більше 80% компаній і агентств зазнають фінансових збитків через порушення безпеки даних.

Проблема захисту інформації являє собою сукупність тісно зв'язаних підпроблем у галузях права, організації управління, розробки технічних засобів, програмування та математики. Очевидно, що ефективну систему захисту можна створити, об'єднавши зусилля різних фахівців. Одна з основних задач проектування систем захисту полягає в раціональному розподілі наявних людських, матеріальних та інших ресурсів.

Задачі забезпечення інформаційної безпеки в CALS-системах близькі до аналогічних задач в інших автоматизованих системах (АС) обробки інформації або інформаційних систем (ІС), для вирішення яких на даний момент вже існують законодавча та нормативна бази, а також організаційно-технічні рішення.

Характерна особливість використання ІТ у нашій країні полягає в тому, що доступ до них мають багато користувачів. У зв'язку з таким режимом роботи виникає цілий набір взаємозв'язаних питань із захисту інформації, що зберігається в АС.

Аналіз вітчизняної та зарубіжної літератури дозволив виділити об'єктивні причини, що визначають важливість проблеми захисту інформації:

- високі темпи зростання парку ІС, що знаходяться в експлуатації;
- широке застосування ІС у найрізноманітніших сферах людської діяльності;
- високий ступінь концентрації інформації в ІС;
- удосконалення засобів доступу користувачів до ресурсів ІС;
- ускладнення обчислювального процесу в ІС.

Під інформаційною безпекою віртуального підприємства (далі – підприємства) розуміється стан захищеності його інтересів від існуючих і ймовірних зовнішніх і внутрішніх загроз інформаційним ресурсам.

Інформаційними ресурсами є:

- технічні засоби автоматизації (комп'ютерна техніка та засоби зв'язку);
- електронні носії усіх видів;
- інформація у вигляді файлів і баз даних на електронних носіях;
- сховища електронних та паперових носіїв (архіви та бібліотеки);
- знання, яким володіє персонал.

Мета заходів для забезпечення інформаційної безпеки - скоротити можливий економічний і моральний збиток підприємства, пов'язаний з пошкодженнями або неправомірним використанням інформаційних ресурсів.

Забезпечення інформаційної безпеки (ІБ) являє собою складний комплекс технічних, юридичних і організаційних проблем. Основою для системного вирішення задач забезпечення ІБ є аналіз можливих ризиків, політика інформаційної безпеки та план забезпечення ІБ.

На основі результатів аналізу ризиків розробляється політика безпеки - документ, що містить принципи діяльності підприємства відносно проблем ІБ. На основі затвердженої політики безпеки розробляється план забезпечення інформаційної безпеки, що містить конкретні організаційно-технічні рішення та плани робіт з їх впровадження та реалізації.

Однією з важливих задач АС є забезпечення надійності інформації, що передається, зберігається та обробляється. Надійність інформації в АС - це інтегральний показник, що характеризує якість інформації з погляду:

- фізичної цілісності, тобто наявності або відсутності перекручувань, знищення елементів цієї інформації;

- довіри до інформації, тобто наявності або відсутності в ній підміни (несанкціонованої модифікації) її елементів при збереженні цілісності;

- безпеки інформації, тобто наявності або відсутності несанкціонованого одержання її особами або процесами, що не мають на це відповідних повноважень;

- впевненості в тому, що передані або продані власником програми або елементи баз (масивів) даних не будуть розмножуватися (копіюватися, тиражуватися) і використовуватися без його санкції.

Задачами забезпечення ІБ і, відповідно, функціями системи забезпечення ІБ є:

- припинення та виявлення спроб знищення або підміни (фальсифікації) інформації;

- припинення та виявлення спроб несанкціонованої модифікації інформації;

- припинення та виявлення спроб несанкціонованого одержання інформації;

- припинення та виявлення спроб несанкціонованого поширення або розмноження інформації;

- ліквідація наслідків успішної реалізації зазначених загроз;

- виявлення та нейтралізація тих дестабілізуючих факторів, що проявилися, і потенційно можливих, а також каналів витоку інформації;

- виявлення та нейтралізація причин прояву дестабілізуючих факторів і виникнення каналів витоку інформації;

- визначення осіб, винних у прояві дестабілізуючих факторів і виникненні каналів витоку інформації, і залучення їх до певного виду відповідальності.

Використання ІС у військовій, комерційній та інших галузях людської діяльності породжує низку специфічних проблем, які необхідно вирішити для захисту інформації, що зберігається та обробляється в ІС. Однією з них є класифікація можливих каналів витоку інформації. Класифікацію можливих каналів витоку інформації у першому наближенні можна провести, виходячи з типу засобу, що є основним при отриманні інформації по можливому каналу витоку. Пропонується розрізняти три типи засобів: людина, апаратура, програма (рис. 4.1).

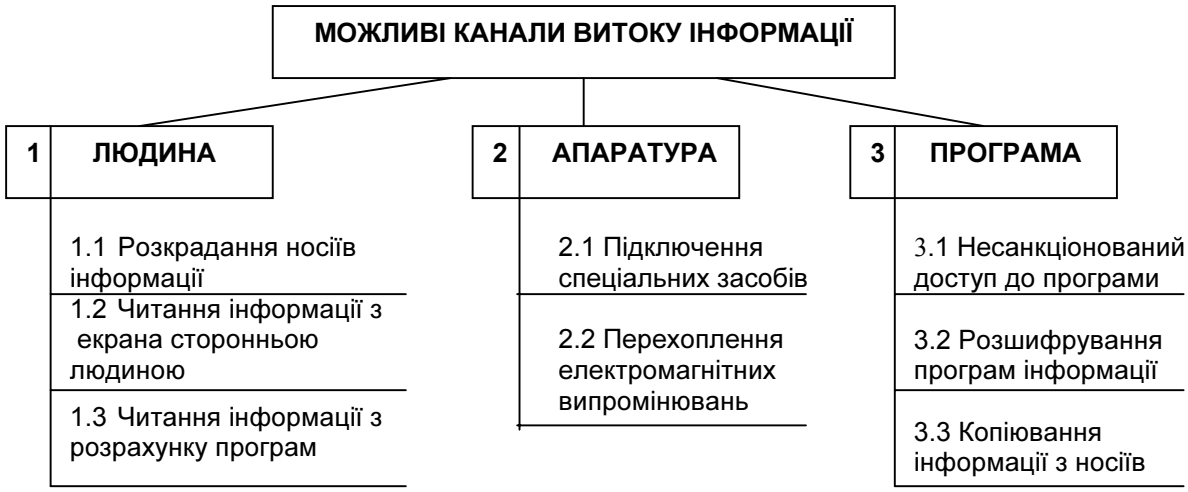


Рис. 4.1. Класифікація каналів витоку інформації

Деталізація засобів витоку інформації з часом змінюється в зв’язку з їх удосконаленням. Звичайно це потребує удосконалення засобів захисту інформації.

Досліджені засоби захисту, в яких основним елементом є програма, дозволяють у ряді випадків достатньо надійно закрити деякі можливі канали витоку з інших груп. Так, криптографічні засоби захисту дозволяють надійно закрити канал, пов'язаний із викраденням носіїв інформації.

Аналіз систем захисту інформації від несанкціонованого доступу (НСД) показав, що вони забезпечують виконання таких функцій:

- ідентифікація ресурсів, які захищаються, тобто привласнення ресурсів, які захищаються, ідентифікаторів - унікальних ознак, за якими система виробляє аудентифікацію;
- аудентифікація ресурсів, які захищаються, тобто встановлення їх достовірності на основі порівняння з еталонними ідентифікаторами;
- розмежування доступу користувачів до ІС;
- розмежування доступу користувачів до операцій над ресурсами (програми, дані, сектори та ін.), які захищаються, за допомогою програмних засобів;
- адміністрування;
- реєстрація подій;
- контроль цілісності та дієздатності систем захисту;
- забезпечення безпеки інформації при проведенні ремонтно-профілактичних робіт;
- забезпечення безпеки інформації в аварійних ситуаціях.

Система розмежування доступу повинна забезпечувати виконання таких функцій:

- аудентифікація користувача за паролем і, можливо, за ключовою дискетою;
- розмежування доступу до логічних дисків;
- прозоре шифрування логічних дисків;
- шифрування вибраних файлів;
- розмежування доступу до каталога і файлів, включаючи посекторний захист даних для вибраних файлів, і заборона модифікації областей FAT і DIR для вибраних файлів;
- дозвіл запуску чітко визначених для користувача програм;
- реєстрація усіх спроб НСД і входу/виходу користувача в систему;
- реакція на НСД;
- захист від наладників [13].

На сьогоднішній день не відомі системи, що у повному обсязі реалізують усі наведені вище вимоги.

Криптографічний захист даних - одне з можливих рішень проблеми їхньої безпеки. Зашифровані дані стають доступними тільки для тих, хто знає, як їх розшифрувати, і тому викрадення зашифрованих даних є абсолютно безглуздим для несанкціонованих користувачів.

Криптографічний захист - це захист даних за допомогою криптографічного перетворення, під яким розуміється перетворення даних шифруванням і (або) виробленням імітовставки.

Алгоритм дозволяє застосовувати порівняно короткий ключ для шифрування наскільки завгодно великого тексту. Для захисту даних у ІС в основному використовуються шифри.

Одним із найбільш розповсюджених криптографічних стандартів на шифрування даних, що застосовуються в США, є DES (Data Encryption Standard). Спочатку засіб, який лежить в основі даного стандарту, був розроблений фірмою IBM для своїх цілей. Він був перевірений Агенцією Національної Безпеки США, яка не виявила в ньому статистичних або математичних вад. Після цього засіб фірми IBM був прийнятий як федеральний стандарт. Стандарт DES використовується федеральними департаментами й агенціями для захисту всіх достатньо важливих даних у комп'ютерах (виключаючи деякі дані, засоби захисту яких визначаються спеціальними актами). Його застосовують багато недержавних інститутів, у тому числі більшість банків і служб обігу грошей.

Основною перевагою засобу DES є те, що він — стандартний. Як стверджує Національне Бюро Стандартів США, алгоритм має такі властивості:

- високий рівень захисту даних від дешифрування і можливої модифікації даних;
- простота і розуміння;
- високий ступінь складності алгоритму, що робить його розкриття дорожчим за прибуток, який при цьому одержується;
- засіб захисту ґрунтується на "ключі" і не залежить ні від будь-якої "таємності" алгоритму;
- економічність при реалізації та ефективність при швидкодії.

Однак і DES має низку недоліків. Найістотнішим недоліком DES фахівці визнають розмір "ключа", що вважається занадто малим. Стандарт у нинішньому вигляді не є неуразливим, хоча і є дуже складним для розкриття (досі не було зареєстровано випадків дешифрування інформації, зашифрованої з використанням засобу DES).

Засіб DES може бути реалізований і програмно. Залежно від швидкодії й типу процесора персонального комп'ютера програмна система, що шифрує дані з використанням засобу DES, може обробляти від декількох кілобайт до десятків кілобайт даних за секунду.

Алгоритм криптографічного перетворення, що був стандартом колишнього СРСР і визначався ГОСТ 28147-89, не має недоліків стандарту DES, і в той же час має усі його переваги. Крім того, у стандарт уже закладено засіб, за допомогою якого можна зафіксувати невиявлену випадкову або навмисну модифікацію зашифрованої інформації.

Однак у алгоритмі є дуже істотний недолік, який полягає у тому, що його програмна реалізація дуже складна і практично позбавлена всякого сенсу через дуже низьку швидкодію.

Тепер зупинимося на засобі RSA. Він є дуже перспективним, оскільки для шифрування інформації не потрібна передача "ключа" іншим користувачам. Це вигідно відрізняє його від усіх описаних вище засобів криптографічного захисту даних. Але нема чіткого доказу, що не існує іншого засобу визначення "таємного ключа", окрім як визначення дільників цілих чисел.

Врешті, засіб RSA має лише переваги: дуже висока криптостійкість, досить проста програмна й апаратна реалізації. Слід зазначити, що використання цього засобу для криптографічного

захисту даних нерозривно пов'язане з дуже високим рівнем розвитку техніки.

На відміну від захисту інформації в окремій організації захист інформації у віртуальному підприємстві має свою специфіку. Як головні особливості можна відзначити:

- географічно розподілену структуру;
- різнорідність програмно-технічних рішень;
- необхідність захисту інформації й інтелектуальної власності, що належить декільком власникам.

Основою єдиного інформаційного простору віртуального підприємства є сукупність мереж організацій, що в нього входять, і відкритих мереж загального користування — Інтернет.

Відповідно до цього необхідно забезпечити:

- захист мереж усередині організацій;
- управління доступом у внутрішні мережі організацій із відкритих мереж;
- управління доступом із внутрішніх мереж у відкриті мережі та забезпечення безпечного обміну даними між внутрішніми мережами організацій через відкриті мережі.

Для захисту від несанкціонованого доступу (НСД) до даних у рамках локальної мережі організації й окремих комп'ютерів застосовуються спеціальні програмно-технічні засоби, що забезпечують управління доступом до даних на основі наявних у користувачів повноважень.

Базовий набір функцій комплексу засобів захисту від НСД містить:

- ідентифікацію й аудентифікацию (перевірку належності суб'єкта доступу до ідентифікатора) користувача на початку сеансу роботи;
- забезпечення доступу до даних і можливості запуску програм відповідно до заданого списку повноважень і дозволів;
- контроль цілісності програмного забезпечення і даних;
- протоколювання дій.

Частину згаданих функцій виконують деякі сучасні операційні системи (ОС) комп'ютерів, наприклад Microsoft Windows/NT, але вони можуть бути і майже цілком відсутніми, наприклад у Microsoft Windows-95, і в цьому випадку повинні забезпечуватися додатковими засобами.

Ідентифікація й аудентифікація користувачів можуть виконуватися шляхом введення імені та пароля, використання смарт-карт (інтелектуальних пластикових карт) і засобів зчитування даних із

карт, що підключаються до комп'ютера, спеціальних жетонів (token), що зберігають унікальний код, та ін . В особливо відповідальних додатках застосовуються засоби ідентифікації, основані на розпізнаванні фізичних характеристик суб'єкта доступу (голосу, відбитка пальця, райдужної оболонки ока та ін.).

Основною проблемою забезпечення ефективної роботи засобів захисту від НСД є створення правильних і повних описів повноважень користувачів, необхідних для виконання службових обов'язків.

Найрадикальнішим підходом є використання як інструмента управління повноваженнями співробітників моделей бізнес-процесів, що виконуються в організації. Функціональна модель бізнес-процесів є оглядовим, програмно-підтримуваним описом і містить, зокрема, відомості про всі інформаційні об'єкти, до яких співробітник повинен мати доступ у процесі роботи.

Захист від несанкціонованого доступу до внутрішньої мережі організації з відкритої мережі являє собою окрему задачу, для вирішення якої застосовуються міжмережні екрани (firewall). По суті, цей пристрій (чи група пристроїв) розташований між внутрішньою (що захищається) мережею й Інтернетом і виконує задачі з обмеження трафіка, який проходить через нього, реєструє інформацію про трафік, припиняє несанкціонований доступ при спробі підключитися до ресурсів внутрішньої мережі (ауідентифікація користувачів) і т.д.

При цьому даний пристрій забезпечує "прозорий" доступ користувачів внутрішньої мережі до служб Інтернету і доступ ззовні (тобто із мережі Інтернету) до ресурсів підприємства для користувачів, зареєстрованих у внутрішній мережі.

Особливо необхідно розглянути питання забезпечення антивірусної безпеки (АВБ) комп'ютерної системи підприємства. Можливість вірусного зараження є однією з серйозних загроз, яким можуть підлягати програми та дані користувачів. Типовими шляхами зараження вірусами з комп'ютерної мережі є:

- електронні носії інформації (флопі-диски, компакт-диски, архіватори типу Zip, Jazz та ін.);
- безкоштовне програмне забезпечення, отримане через Web або FTP і збережене на локальній робочій станції;
- вилучені користувачі, що з'єднуються з мережею через модем і одержують доступ до файлів сервера;
- електронна пошта, що містить у повідомленнях приєднані файли документів (Word) або електронних таблиць (Excel), що можуть мати макровіруси.

Таким чином, для того щоб захистити корпоративну мережу від проникнення вірусів або руйнівних програм, необхідно стежити за можливими шляхами проникнення вірусів, до яких відносяться: шлюзи Інтернету, файлові сервери, сервери засобів групової роботи й електронної пошти, робочі станції користувачів.

Слід зазначити, що вирішення проблеми АВБ не обмежується лише установленням антивірусних програм на кожен комп'ютер. Засоби АВБ потребують правильного настроювання і регулярного відновлення таблиць вірусних сигнатур. Засоби централізованого управління дозволяють адміністратору безпеки зі свого робочого місця контролювати всі можливі шляхи проникнення вірусів і управляти всіма способами АВБ.

Існують міжнародні стандарти із забезпечення інформаційної безпеки в CALS-системах. Їх перелік наведено у табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Міжнародні стандарти інформаційної безпеки

Позначення	Англійська назва	Українська назва
FIPSPUB 181	Automated Password Generator(APG)	Автоматизований генератор пароля
FIPSPUB 186-1	Digital Signature Standard(DSS)	Стандарт цифрового підпису
FIPSPUB 191	Guideline For The Analysis Of Local Area Network Security	Директива для аналізу локальної області безпеки мережі
FIPSPUB 188	Standard Security Label For Information Transfer	Стандартний ярлик безпеки для інформаційної передачі

В Україні прийнято Закон № 80/94-ВР від 5 липня 1994 року "Про захист інформації в автоматизованих системах", який встановлює основи регулювання правових відносин щодо захисту інформації в автоматизованих системах за умови дотримання права власності громадян України і юридичних осіб на інформацію та права доступу до неї, права власника інформації на її захист, а також встановленого чинним законодавством обмеження на доступ до інформації [14].

Постановою Кабінету Міністрів України від 8 жовтня 1997 р. № 1126 прийнято Концепцію технічного захисту інформації в Україні,

яка повинна забезпечити єдність принципів формування та проведення такої політики в усіх сферах життєдіяльності особи, суспільства та держави (соціальній, політичній, економічній, військовій, екологічній, науково-технологічній, інформаційній тощо) і служити підставою для створення програм розвитку сфери технічного захисту інформації [15].

Ще одна проблема захисту - це авторські права. Зараз у світі існує законодавство, що захищає авторські права програмістів. Розроблено цілу низку законів із захисту інтелектуальної власності:

- Закон України "Про власність";
- Закон України "Про державну таємницю";
- Закон України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі";
- Закон України "Про авторське право і суміжні права";
- Закон України "Про охорону прав на знаки для товарів і послуг";
- Закон України "Про охорону прав на топографії інтегральних мікросхем";
- Закон України "Про охорону прав на зазначення походження товарів";
- Закон України "Про охорону прав на промислові зразки";
- Закон України "Про захист від недобросовісної конкуренції";
- Закон України "Про охорону прав на сорти рослин";
- Закон України "Про племінну справу у тваринництві";
- Закон України "Про науково-технічну інформацію";
- Четверта книга Цивільного кодексу "Право інтелектуальної власності".

Однак інформація у нас ще недостатньо захищена. Сформувалися стійкі традиції "придбання" нових програм, коли програмне забезпечення не купується, а крадеться. Один раз випустивши на ринок не захищену від копіювання програму, виробник може назавжди розпрощатись з прибутками. Це призводить до повільного розвитку ринку програмного забезпечення. Системи захисту від копіювання протидіють використанню крадених копій програмного забезпечення і є зараз єдино надійним засобом, що як захищає авторські права програмістів-розробників, так і стимулює розвиток ринку. Під системою захисту від копіювання розуміється система, що забезпечує виконання програмою своїх функцій тільки при пізнанні деякого унікального елемента, що не копіюється. Таким елементом (що називається ключовим) може бути дискета, певна

частина комп'ютера або спеціальне обладнання, що підмикається до ПЕОМ.

Висновок

Постіндустріальний період розвитку цивілізації потребує нового підходу до організації виробництва електронних засобів. Застосування інтегрованих інформаційних технологій дозволяє знизити капітальні, матеріальні та людські ресурси на вироблення одиниці продукції, суттєво скоротити період її розробки та впровадження.

CALS-технології органічно поєднуються з сучасними системами управління якістю продукції, що дозволяє значно підвищити їх ефективність. Усе це разом забезпечує конкурентоспроможність електронних засобів.

Впровадження нових технологій можливе тільки за наявності висококваліфікованих фахівців у галузі інформаційних технологій та у виробництві електронних засобів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Відомості Верховної Ради (ВВР), 1994. — № 31. — С. 286.
2. Постанова КМУ від 8.10.1997 р. № 1126. Сайт Інтернет http://zakon.rada.gov.ua.
3. Материалы "НИЦ CALS-технологий "Прикладная логистика". 2003. Сайт Інтернет http://www.cals.ru.
4. Балабуев П. В. Глобальная информатизация — прорыв информационных (компьютерных) технологий // Информационные технологии в наукоемком машиностроении. – К.: Техніка. — 2001. - С. 64 - 83.
5. Головко М. В. CALS: последний шанс российской промышленности. Сайт Интернет http://www.rpm-novation.com.
6. Судов Е. В., Левин А. И., Давыдов А. Н., Барабанов В. В. Концепция развития CALS-технологий в промышленности России. Сайт Интернет http://www.cals.ru/policy/annotation/concept_R.
7. Дмитров В.И. Опыт внедрения CALS за рубежом // Автоматизация проектирования. — 1997. — № 1. — С. 2 – 9.
8. Шевченко А. Стандарты третьего тысячелетия. Сайт Интернет http://www.documenta.spb.ru/uslugi/standart.html.
9. Кабанов А. Г., Давыдов А. Н., Баранов В. В., Судов Е. В. CALS-технологии для военной продукции // Стандарты и качество. — 2000. — № 3. — С. 33 – 38.
10. Курочкин С. В. Возможные пути внедрения CALS-технологий // САПР и графика. — 2001. — № 8. — С. 32 – 40.
11. "НИЦ CALS-технологий "Прикладная логистика". Концепция CALS. Сайт Интернет http://www.cals.ru.
12. Краткое практическое руководство разработчика информационных систем на базе СУБД Oracle: Библиотечка журнала "Информационные технологии". - М.: Машиностроение, 2000. — 120 с.
13. Давыдов А. Н., Баранов В. В., Судов Е. В. CALS-технологии: Основные направления развития. Сайт Интернет Государственного унитарного предприятия редакционно-информационного агентства (РИА) "Стандарты и качество" http://www.stq.ru.
14. Ключевые области CALS. Сайт Интернет http://www.tgm.spb.ru/cals.htm.
15. Коломієць В. Ф. Міжнародні інформаційні системи. Сайт Інтернет http://chychkan.kiev.ua/BoorKolomiec/.

ЗМІСТ

Вступ 4
1. ІНТЕГРОВАНЕ ІНФОРМАЦІЙНЕ СЕРЕДОВИЩЕ 4
1.1. Загальне уявлення про інтегроване інформаційне середовище…..... 4
1.2. Структура і склад ІІС…..... 7
2. СТРУКТУРНО-МЕТОДОЛОГІЧНА ОРГАНІЗАЦІЯ ВПРОВАДЖЕННЯ CALS -ТЕХНОЛОГІЙ 15
2.1. Специфіка CALS-технологій і проблеми їхнього впровадження..... 15
2.2. Методи реалізації проекту створення CALS-системи.. 26
2.2.1. Метод "знизу вгору"…..... 26
2.2.2. Метод "зверху вниз"..... 27
2.3. Методологія впровадження CALS..... 27
2.4. Комплексний супровід процесів…..... 38
2.5. Економічні аспекти застосування CALS..... 39
3. CALS-ПРОЕКТИ У СВІТІ 41
3.1. Проекти розвитку та впровадження стандарту ISO 10303 (STEP)..... 41
3.2. Проекти в області інформаційної підтримки етапів експлуатації та логістичної підтримки..... 42
4. ЗАДАЧІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ В CALS-СИСТЕМАХ 43
Висновок 53
Бібліографічний список 54

Замірець Микола Васильович
Замірець Олег Миколайович
Ілюшко Віктор Михайлович
Лещенко Микола Єфремович
Плотнікова Зоя Володимирівна
Рикова Валентина Володимирівна

CALS-ТЕХНОЛОГІЇ В ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ЕЛЕКТРОННИХ ЗАСОБІВ

Редактор С. П. Гевло

Зв. план, 2007
Підписано до друку 04.07.2007
Формат 60×84 1/16. Папір. офс. № 2. Офс. друк
Ум. друк. арк. 3,1. Обл.-вид. арк. 3,5. Наклад 100 прим.
Замовлення 336. 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