

## 5 КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ВИРОБНИЦТВА

### 5.1 Інтеграція АСУ

Промисловий світ прагне до інформаційної інтеграції. Точна, своєчасна, достовірна інформація на виробництві усе більш визначає продуктивність праці, рівень витрат, якість і конкурентноздатність продукції. Історично процес інформатизації проник на виробництво одночасно з двох сторін — «зверху» і «знизу». «Зверху» (в офісах) створювалися інформаційні структури, що відповідають за роботу підприємств у цілому. Це автоматизація бухгалтерського обліку, керування фінансами і матеріалотехнічним постачанням, організація документообігу та ін. Цей рівень називається плануванням ресурсів підприємства (MRP, manufacturing resource planning).

«Знизу» (у цехах) інформація від різних датчиків насамперед використовувалася для безпосереднього керування виробничим процесом за допомогою різних ПЗО, програмованих контролерів і промислових комп'ютерів. Це рівень (Control Level), на якому замикаються «найкоротші» контури керування виробництвом. Потік інформації від датчиків також надходить на вхід систем SCADA. На цьому рівні (SCADA level) здійснюється оперативне керування технологічним процесом, приймаються тактичні рішення, насамперед спрямовані на підтримку стабільності процесу.

Далі на шляху інформаційного потоку існувала прірва. Очевидно, що первинна інформація з цехів повинна «добиратися» до верхнього рівня, рівня прийняття стратегічних рішень. Очевидно також, що потік сирих даних, без належної обробки, послужить скоріше «інформаційним шумом» для менеджерів і економістів. Необхідною зв'язуючою ланкою виступає новий клас засобів керування виробництвом — MES (Manufacturing Execution Systems), чи системи виконання виробництва. Упорядкована й оброблена інформація про хід процесу виготовлення продукції, одержувана на етапі збирання й обробки даних, стає доступною верхньому ешелону керування підприємством у реальному часі й у звичній для нього формі.

На початку 90х років минулого століття відбулася революція в області автоматизації. З'явилися набори програм для створення джерела даних, що надходять у реальному часі, якими можуть користатися всі працівники підприємства: оператори, інженери і керівники середньої і вищої ланки. Окремі програми інтегруються в єдину систему, що поставляє дані, необхідні для підвищення продуктивності праці і рентабельності виробництва. У результаті утвердилася структура керування, що прийнято зображувати у вигляді піраміди (рис. 5.1).

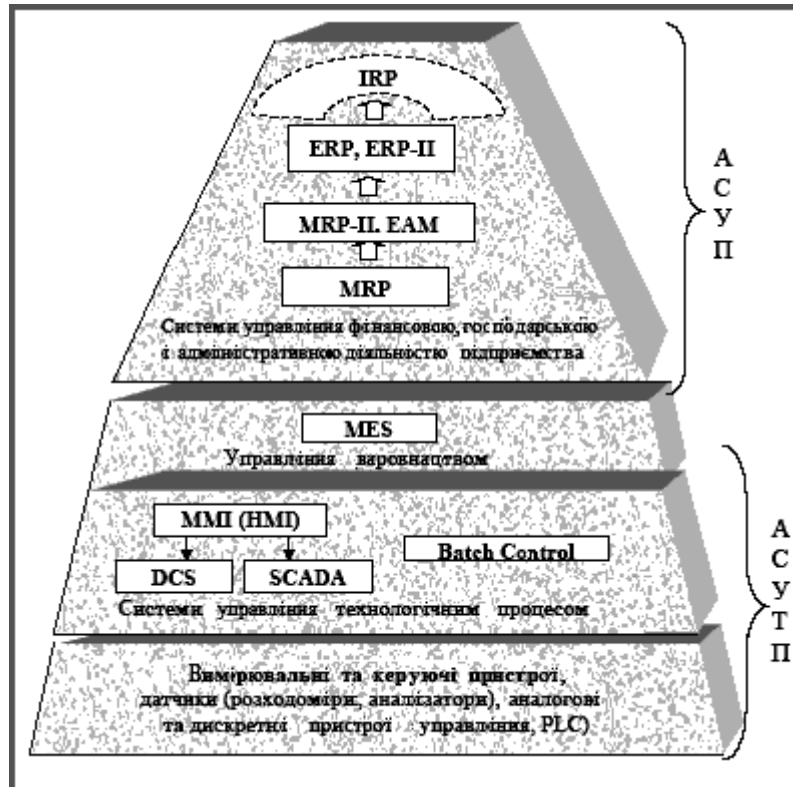


Рис. 5.1

Умовні позначення, що використані на рис. 5.1, наведені в таблиці 5.1

Таблиця 5.1 – Найменування типів автоматизованих систем, використовуваних в КІСУ

Абревіатура	Коротка характеристика
<b>ERP</b> (Enterprise Resource Planning)	Планування Ресурсів Підприємства. Орієнтовані на бізнес-процеси підприємства. Основні завдання: <ul style="list-style-type: none"> <li>• ефективне управління збутом і постачанням;</li> <li>• контроль за фінансовими і матеріальними потоками;</li> <li>• планування випуску продукції.</li> </ul>
<b>ERP II</b> (Enterprise Resource & Relationship Processing)	Управління ресурсами і взаєминами підприємства. Доповнює ERP з позицій виходу підприємства в зовнішній світ.
<b>MRP II</b> (Material Requirement Planning)	Планування Потреб в Матеріалах. Орієнтовані на технологічні підрозділи підприємства. Основні функції: бізнес-планування, планування продажів і операцій об'ємно-календарне планування, планування потреби в матеріалах, планування потреби у виробничих потужностях. Крім MRP, включає: планування потреби у виробничих потужностях (CRP – Capacity Requirement Planing), статистичне управління складськими запасами (SIC – Statistical Inventory Control)

Продовження табл. 5.1

Абревіатура	Коротка характеристика
<b>EAM (Enterprise Asset Management)</b>	Управління Основними фондами Підприємства. Пропонує найбільш оптимальні і збалансовані рішення в області управління виробничими ресурсами і максимізації експлуатаційної готовності фондів.
<b>MRP (Manufacturing Requirement Planning)</b>	Планування Ресурсів Виробництва. Рішення задач організації виробництва на окремій ділянці (цеху, установці). У основі – використання ВОР (Bill of material): склад виробу, специфікація, перелік складальних вузлів і компонент, рецептура, формула, рецепт, список інгредієнтів і т.д.
<b>IRP (Intelligent Resource Planning)</b>	Інтелектуальне планування ресурсів. Є розвитком ERP і MRP II, характеризується динамічною адаптацією до завдань підприємства, що змінюються, і оперативною взаємодією з постачальниками і споживачами.
<b>MES (Manufacturing Execution Systems)</b>	Виконавські системи виробництва. Знаходяться на рівні технологічного процесу, але з технологією наряду не зв'язані. Основні завдання: <ul style="list-style-type: none"> <li>• управління виробничими і людськими ресурсами в рамках технологічного процесу;</li> <li>• планування і контроль послідовності операцій технологічного процесу;</li> <li>• управління якістю продукції;</li> <li>• зберігання початкових матеріалів і проведеної продукції по технологічних підрозділах;</li> <li>• технічне обслуговування виробничого устаткування;</li> <li>• зв'язок систем ERP і SCADA/DCS.</li> </ul>
<b>DCS (Distributed Control Systems)</b>	Розподілені Системи Управління Системи управління розподіленим виробничим середовищем в масштабах установки або цеху. Стандартна DCS передбачає наявність вузлів (на основі PLC), об'єднаних в мережу по інтерфейсах. Кожен вузол виконує одне або кілька завдань: <ul style="list-style-type: none"> <li>• збір і обробка інформації від набору вимірювальних пристроїв;</li> <li>• управління ділянкою виробничого процесу (з допомогою пристроїв, що управляють);</li> <li>• архівація даних;</li> <li>• управління призначеними для користувача інтерфейсами і відображення даних;</li> <li>• розрахункові завдання по оптимізації виробничого процесу;</li> <li>• зв'язок з іншими системами.</li> </ul>
<b>SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)</b>	Диспетчерське (оперативне) Управління і Збір Даних (фірми Intellution, Wonderware, Allen Bradley, Siemens, Mitsubishi і ін.). Відрізняються від DCS функціональною різноманітністю вузлів, програмною реалізацією функцій контролю і управління, архітектурою (клієнт-серверна, багатоланкова), більшою орієнтацією на зручності оператора.

Центральним поняттям комп'ютерно-інтегрованих АСУ є поняття «інтеграція». Інтеграцію визначають як спосіб організації окремих компонентів в одну систему, що забезпечує узгоджену і цілеспрямовану їх взаємодію, зумовлюючи велику ефективність функціонування усїєї системи. Інтеграцію в АСУ можна розглядати в кількох аспектах: функціональному, організаційному, інформаційному, програмному, технічному, економічному.

**Функціональна інтеграція** забезпечує єдність цілей та узгодження критеріїв і процедур виконання виробничо-господарських та технологічних функцій, спрямованих на досягнення поставленої мети. Основою функціональної інтеграції є оптимізація функціональної структури усїєї системи, декомпозиція системи на локальні частини (підсистеми), формалізований опис функцій кожної підсистеми та протоколи взаємодії підсистем.

**Організаційна інтеграція** полягає в організації раціональної взаємодії персоналу управління на різних рівнях ієрархії ІАСУ і різних локальних її підсистем, що зумовлює узгодження дій персоналу в напрямку досягнення поставлених цілей та погодженість управлінських рішень.

**Інформаційна інтеграція** передбачає єдиний комплексний підхід до створення й ведення інформаційної бази усїєї системи та її компонентів на основі одного технологічного процесу збору, зберігання, передачі та обробки інформації, який забезпечує узгоджені інформаційні взаємодії усїх локальних АСУ та підсистем ІАСУ.

**Програмна інтеграція** міститься у використанні узгодженого та взаємопов'язаного комплексу моделей, алгоритмів і програм для забезпечення спільного функціонування усїх компонентів ІАСУ.

**Технічна інтеграція** — це використання єдиного комплексу сумісних обчислювальних засобів, автоматизованих робочих місць спеціалістів та локальних мереж, об'єднаних в одну розподілену обчислювальну систему, яка забезпечує автоматизовану реалізацію усїх компонентів ІАСУ.

**Економічна інтеграція** є узагальнюючим комплексним показником інтеграції системи і полягає в забезпеченні цілеспрямованого та узгодженого функціонування усїх компонентів ІАСУ для досягнення найбільшої ефективності функціонування усїєї системи.

## **5.2 Системи автоматизації виробничих потоків**

Організацією і керуванням системою руху матеріальних та пов'язаних з ними інформаційних потоків займається логістика. Задачею логістики є: забезпечити наявність продукту у потрібній кількості і стані, у правильному місці, у правильний час, за правильною ціною.

При керуванні матеріальними потоками в рамках внутрівиробничих логістичних систем використовують два основних способи: що штовхає і що тягне.

*Система, що штовхає*, являє собою систему організації виробництва, у якій предмети праці, що надходять на виробничу ділянку, безпосередньо цією ділянкою в попередньої технологічної ланки не замовляються. Матеріальний потік "виштовхується" одержувачу по команді, що надходить на передавальне ланку з центральної системи керування виробництвом.

Моделі керування, що штовхають, характерні для традиційних методів організації виробництва. Можливість їхнього застосування для логістичної організації виробництва з'явилася в зв'язку з масовим застосуванням комп'ютерної техніки. Упровадження програмних продуктів дозволило компаніям погоджувати й оперативно коректувати плани і дії всіх підрозділів підприємства: постачальницьких, виробничих і збутових, з урахуванням постійних змін у реальному масштабі часу. Використання програмного забезпечення дозволило істотно скоротити робочий час на прийняття і виконання управлінських рішень.

Системи, що штовхають, здатні ув'язувати складний виробничий механізм у єдине ціле, мають проте природні границі своїх можливостей. Параметри "матеріального потоку, що виштовхується" на ділянку, оптимальні настільки, наскільки керуюча система в стані врахувати й оцінити усі фактори, що впливають на виробничу ситуацію на цій ділянці. Однак чим більше факторів по кожному з численних ділянок підприємства повинна враховувати керуюча система, тим досконаліше і дорожче повинне бути її програмне, інформаційне і технологічне забезпечення.

На практиці застосовуються різні варіанти систем, що штовхають, відомі за назвою "системи MRP". Можливість їхнього впровадження обумовлена початком масового використання обчислювальної техніки. Системи MRP характеризуються високим рівнем автоматизації керування, що дозволяє реалізовувати наступні основні функції:

- а) забезпечувати поточне регулювання і контроль виробничих запасів;
- б) у реальному масштабі часу погоджувати й оперативно коректувати плани і дії різних служб підприємства - постачальницьких, виробничих, збутових.

Основним недоліком MRP систем, що штовхають, є необхідність створення і підтримки значних буферних запасів між виробничими підрозділами й етапами технологічного циклу.

*Система, що тягне*, являє собою систему організації виробництва, у якій деталі і напівфабрикати подаються на наступну технологічну операцію з попередньої в міру необхідності.

Тут центральна система керування не втручається в обмін матеріальними потоками між різними ділянками підприємства, не встановлює для них поточних виробничих завдань. Виробнича програма окремої технологічної ланки визначається розміром замовлення наступної ланки. Центральна система керування ставить задачу лише перед кінцевою ланкою виробничого технологічного ланцюга.

Переваги системи, що тягне

відмова від надлишкових запасів, інформація про можливість швидкого придбання матеріалів, або наявність резервних потужностей для швидкого реагування на зміну попиту;

заміна політики продажу зроблених товарів політикою виробництва продаваних товарів;

задача повного завантаження потужностей заміняється мінімізацією термінів проходження продукції по технологічному процесі;

зниження оптимальної партії ресурсів, зниження партії обробки;

виконання замовлень з високою якістю;

скорочення усіх видів простоїв і нерациональних внутрішньозаводських перевезень.

Для того, щоб зрозуміти механізм функціонування системи, що тягне, розглянемо приклад

Нехай підприємство одержало замовлення на виготовлення 10 од. продукції. Це замовлення система керування передає в цех збирання. Цех збирання для виконання замовлення запитує 10 деталей з цеху №1. Передавши зі свого запасу 10 деталей, цех №1 з метою заповнення запасу замовляє в цеху №2 10 заготівель. У свою чергу, цех №2, передавши 10 заготівель, замовляє на складі сировини матеріали для виготовлення переданої кількості також з метою відновлення запасу. Таким чином, матеріальний потік "витягається" кожною наступною ланкою. Причому персонал окремого цеху в стані врахувати набагато більше специфічних факторів, що визначають розмір оптимального замовлення, чим це змогла б зробити центральна система керування.

Свій внесок у розвиток світової логістичної системи внесла Японія, що розробила і застосувала вперше у світі прогресивну логістичну концепцію "just in time" - JIT (точно в

термін) і внутрівиробничу систему KANBAN (у перекладі з японського - картка), розроблену і реалізовану фірмою "Тойота" (Японія).

Система "KANBAN" не вимагає тотальної комп'ютеризації виробництва, однак вона передбачає високу дисципліну постачань, а також високу відповідальність персоналу, тому що центральне регулювання внутрівиробничого логістичного процесу обмежено. Система "KANBAN" дозволяє істотно знизити виробничі запаси. Наприклад, запаси деталей у розрахунку на один автомобіль, що випускається, у фірми "Тойота" складає 77 доларів, у той час як на автомобільних фірмах США цей показник дорівнює приблизно 500 доларів. Система "KANBAN" дозволяє також прискорити оборотність оборотних коштів, поліпшити якість продукції, що випускається.

Системи типу "KANBAN", усуваючи зайві запаси, можуть ефективно працювати лише при відносно коротких виробничих циклах, точному прогнозуванні попиту і деяких інших виробничо-технологічних умовах. Для виправлення недоліків, властивим обом системам, були початі спроби їхнього об'єднання в єдиному планово-виробничому і диспетчерському комп'ютерному комплексі.

Одним з найбільш удалих прикладів синтезу у виробництві продукції ключових елементів MRP і KANBAN на основі сучасних інформаційно-комп'ютерних технологій з'явилася розроблена на початку 1980-х років логістична система "Optimized Production Tehnology" - OPT (оптимізована виробнича технологія).

У системі OPT здійснюється автоматизоване оперативно-виробниче планування і диспетчеризація. Комп'ютерний розрахунок виробничих розкладів виконується на зміну, день, тиждень і т.д. Вирішуються також задачі контролю відвантаження запасів готової продукції споживачам, пошуку альтернативних ресурсів, видачі рекомендацій з повноцінних замін у випадку відсутності необхідних матеріальних ресурсів. При формуванні графіка виробництва використовуються наступні критерії ефективності: ступінь задоволення потреби виробництва в ресурсах; ефективність використання ресурсів; засоби, іммобілізовані в незавершеному виробництві; гнучкість.