

Лекція __. Основи концепцій MRP II, ERP, APS, CSRP

У конкурентній боротьбі перемагає той, хто швидше інших реагує на зміни в бізнесі й приймає більш вірні рішення. Саме інформаційні технології допомагають керівникам промислових підприємств у розв'язанні цих складних задач. Країни ринкової економіки мають великий досвід створення й розвитку інформаційних технологій для промислових підприємств. У цієї лекції ми розглянемо деякі з концепцій побудови сучасних систем керування підприємством, що прийшли до нас із Заходу.

Концепція MRP II

Одним з найпоширеніших методів керування виробництвом і дистрибуції у світі є стандарт **MRP II (Manufacturing Resource Planning)** - Змістування виробничих ресурсів, розроблений у США й підтримуваний американським суспільством по контролю за виробництвом і запасами - **American Production and Inventory Control Society (APICS)**.

MRP II являє собою методологію, спрямовану на керування ресурсами підприємства. Спрощено кажучи, вона пропонує ряд способів розв'язання задач керування виробництвом (формування Змісту підприємства, Змістування продажів, Змістування виробництва, Змістування потреб у матеріальних ресурсах і виробничих потужностях, оперативне керування виробництвом). MRP II - це набір перевірених на практиці розумних принципів, моделей і процедур керування й контролю, сприяючий підвищенню показників економічної діяльності підприємства. Ідея MRP II спирається на кілька простих принципів, наприклад, розподіл попиту на залежний і незалежний.

В основу MRP II покладена ієрархія Змістів. Змісти нижніх рівнів залежать від Змістів більш високих рівнів, тобто Зміст вищого рівня надає вхідні дані, намічувані показники і обмежувальні рамки для Змістів нижчого рівня. Крім того, ці Змісти пов'язані між собою таким чином, що результати Змістів нижнього рівня впливають на Змісти вищого рівня.

Концепція ERP

У міру впровадження стандарту MRP II були виявлені його певні недоліки, у результаті усунення яких з'явилася нова методологія **ERP (Enterprise Resource Planning)** - Змістування ресурсів підприємства. Основною відзнакою цієї концепції від MRP II є орієнтація на роботу з фінансовою інформацією й можливість Змістування не тільки виробничих, але й інших ресурсів підприємства. Зокрема, додатково до функцій MRP II у концепції ERP з'являються наступні:

- прогнозування попиту;
- керування проектами;
- ведення технологічної інформації;
- керування витратами;
- керування фінансами;
- керування кадрами.

По суті ERP є більш досконалою модифікацією MRP II. Однак слід зазначити, що розширення функціонала системи за рахунок можливості

комплексного керування не тільки матеріальними, але й іншими ресурсами підприємства значно збільшує її вартість і ускладнює роботи із впровадження подібних систем.

Концепція APS

Концепція **APS (Advanced Planning and Scheduling)** - розширене керування виробничими графіками - є розвитком фундаментальних основ, на яких побудована ERP. Виникнення цієї концепції пов'язане з підвищенням динамізму сучасних виробничих систем, що обумовлює важливість таких задач, як, наприклад, забезпечення максимально точного терміну виконання замовлень одночасно з мінімальною тривалістю виконання відповідних робіт в умовах обмеженості наявних ресурсів. Особливістю цієї концепції є, зокрема, можливість вирішувати такі задачі, як “проштовхування” термінового замовлення у виробничі графіки й розподіл завдань із урахуванням пріоритетів і обмежень. У системах, що реалізує концепції APS, при побудові варіантів Змістування й розподілу ресурсів широко використовуються сучасні методи оптимізації (від строгих математичних до евристичних). Відзначимо, що концепції APS у цей час часто використовуються при створенні спеціалізованих модулів в ERP-системах.

Концепція CSRP

Остання (по терміну розробки) з концепцій керування виробничими ресурсами - **CSRP (Customer Synchronized Resource Planning)** - Змістування ресурсів, синхронізоване зі споживачем, була запропонована компанією SYMIX. Сутність даної концепції полягає в тому, що при Змістуванні й керуванні компанією можна й потрібно враховувати не тільки основні виробничі й матеріальні ресурси підприємства, але й всі ті ресурси, які звичайно розглядаються як “допоміжні”, або “накладні”.

Це всі ресурси, споживані під час маркетингової й “поточної” роботи із клієнтом, післяпродажного обслуговування проданих товарів, перевалочних і обслуговуючих операцій, а також внутріцехові ресурси, тобто елементи всього життєвого циклу товару.

Дійсно, щоб правильно керувати вартістю товару, щоб розуміти, скільки коштує просування, виробництво й обслуговування товару даного типу, потрібно враховувати всі елементи його функціонального життєвого циклу. Зверніть увагу, що витрати на сервіс, логістику й на маркетинг дуже часто розглядаються як накладні витрати. З погляду бухгалтерії це можливо й добре, але з погляду керування собівартістю й оцінки реальних витрат погано, тому що в цій ситуації ви не маєте реальних витрат з конкретного виду товару, а це дуже істотний компонент.

Реалізація концепції CSRP на конкретному підприємстві дозволяє управляти замовленнями клієнтів і в цілому всією роботою з ними на порядок “тонше”, чим це було із застосуванням раніше розглянутих методологій. Наприклад, можна врахувати можливі варіації специфікації виробу або технологічного ланцюжка, що, як показує практика, потрібно досить часто. При розрахунку собівартості можна врахувати навіть додаткові операції по тестуванню й адміністративному обслуговуванню замовлення, не кажучи вже про післяпродажне обслуговування, що практично неможливо в MRP/ERP-системах,

де дані витрати аналізуються тільки "постфактум".

Докладно з концепціями побудови сучасних систем керування підприємством ви можете познайомитися за матеріалами книги [4] і наведеної в ній бібліографії.

Філософія й основні поняття MRP

На початку 60-х років, у зв'язку з ростом популярності обчислювальних систем, виникла ідея використати їхні можливості для Змістування діяльності підприємства, у тому числі для Змістування виробничих процесів. Необхідність Змістування обумовлена тим, що основна маса затримок у процесі виробництва пов'язана із запізнюванням надходження окремих комплектуючих, у результаті чого, як правило, паралельно зі зменшенням ефективності виробництва, на складах виникає надлишок матеріалів, що надійшли в строк або раніше наміченого строку. Крім того, внаслідок порушення балансу поставок комплектуючих, виникають додаткові ускладнення з обліком і відстеженням їхнього стану в процесі виробництва, тобто фактично неможливо було визначити, наприклад, до якої партії належить даний складовий елемент у вже зібраному готовому продукті. З метою запобігання подібних проблем, була розроблена методологія *Змістування потреби в матеріалах* **MRP (Material Requirements Planning)**. Реалізація системи, що працює по цій методології являє собою комп'ютерну програму, що дозволяє оптимально регулювати поставки комплектуючих у виробничий процес, контролюючи запаси на складі й самій технології виробництва. Головною задачею MRP є забезпечення гарантії наявності необхідної кількості необхідних матеріалів-комплектуючих у будь-який момент часу в рамках терміну Змістування, поряд з можливим зменшенням постійних запасів, а отже розвантаженням складу. Перш ніж описувати саму структуру MRP, варто ввести короткий глосарій основних її понять:

- **Матеріалами** будемо називати всю сировину й окремих комплектуючий, складовий кінцевий продукт. Надалі ми не будемо робити різниць між поняттями "матеріал" і "комплектуючий".

- **MRP-система, MRP-програма** - комп'ютерна програма працююча за алгоритмом, регламентованим MRP методологією. Як і будь-яка комп'ютерна програма, обробляє файли даних (вхідні елементи) і формує на їхній основі файли - результати.

- **Статус матеріалу** є основним показником на поточний стан матеріалу. Кожний окремих матеріал, у кожний момент часу, має статус у рамках MRP-системи, що обумовлює, чи є даний матеріал у наявності на складі, чи зарезервований він для інших цілей, є присутнім чи в поточних замовленнях, або замовлення на нього тільки Змістується. Таким чином, статус матеріалу однозначно описує ступінь готовності кожного матеріалу бути пущеним у виробничий процес.

- **Страховий запас** матеріалу необхідний для підтримки процесу виробництва у випадку виникнення непередбачених і непереборних затримок у його постачанні. По суті, в ідеальному випадку, якщо механізм постачань вважати бездоганим, MRP-методологія не потребує обов'язкову наявність страхового запасу, і його обсяги встановлюються різними для

кожного конкретного випадку, залежно від сформованої ситуації з надходженням матеріалів.

- **Потреба в матеріалі** в комп'ютерній MRP-програмі являє собою певну кількісну одиницю, що відображає виниклу в деякий момент часу протягом періоду Змістування необхідність у замовленні даного матеріалу. Розрізняють поняття повної потреби в матеріалі, що відображає ту кількість, що потрібно пустити у виробництво, і чистої потреби, при обчисленні якої враховується наявність всіх страхових і зарезервованих запасів даного матеріалу. Замовлення в системі автоматично створюється при виникненні відмінної від нуля чистої потреби.

Процес Змістування містить в собі функції автоматичного створення проектів замовлень на закупівлю або внутрішнє виробництво необхідних матеріалів. Іншими словами система MRP оптимізує час поставки комплектуючих, тим самим зменшуючи витрати на виробництво й підвищуючи його ефективність. Основними перевагами використання подібної системи у виробництві є:

- Гарантія наявності необхідних комплектуючих і зменшення тимчасових затримок у їхній доставці, і, отже, збільшення випуску готових виробів без збільшення числа робочих місць і навантажень на виробниче обладнання.

- Зменшення виробничого браку в процесі зборки готової продукції виникаючого через використання неправильних комплектуючих.

- Упорядкування виробництва, через контроль статусу кожного матеріалу, що дозволяє однозначно відслідковувати весь його конвеєрний шлях, починаючи від створення замовлення на даний матеріал, до його положення у вже зібраному готовому виробі. Також завдяки цьому досягається повна вірогідність і ефективність виробничого обліку.

Всі ці переваги фактично впливають із самої філософії MRP, що базується на тім принципі, що всі матеріал-комплектуючі, складові частини й блоки готового виробу повинні надходити у виробництво одночасно, у заЗмістований час, щоб забезпечити створення кінцевого продукту без додаткових затримок. MRP-система прискорює доставку тих матеріалів, які в цей момент потрібні в першу чергу й затримує передчасні надходження, таким чином, що всі комплектуючі, що представляють собою повний список складових кінцевого продукту, надходять у виробництво одночасно. Це необхідно щоб уникнути тієї ситуації, коли затримується постачання одного з матеріалів, і виробництво змушене призупинитися навіть при наявності всіх інших комплектуючого кінцевого продукту. Основна мета MRP-системи формувати, контролювати й при необхідності змінювати дати необхідного надходження замовлень таким чином, щоб всі матеріали, необхідні для виробництва, надходили одночасно. У наступному розділі будуть детально розглянуті вхідні елементи MRP-програми й результати її роботи.

Формування вхідної інформації для MRP-програми й результати її роботи. На практиці MRP-система являє собою комп'ютерну програму, що логічно може бути представлена за допомогою діаграми (рис.3).

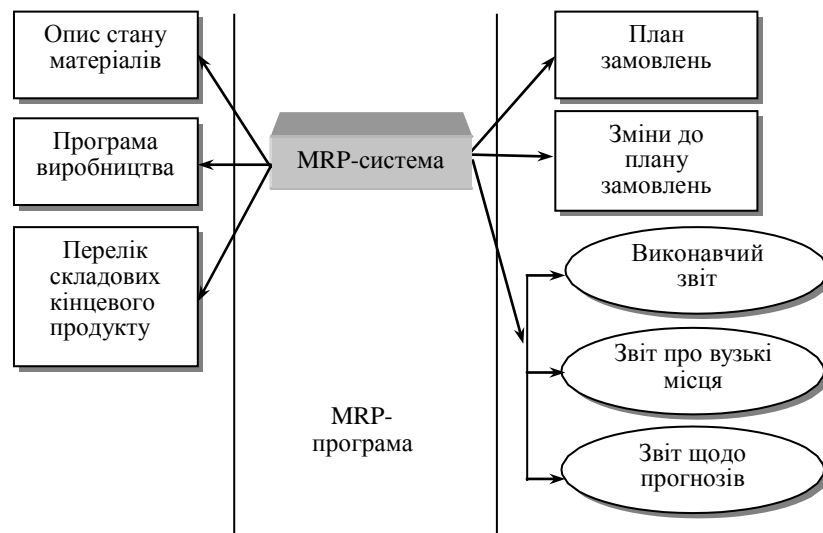


Рис.8. 2. Вхідні елементи й результати роботи MRP-програми

На наведеній нижче діаграмі відображені основні інформаційні елементи MRP-системи. Отже, опишемо основні вхідні елементи MRP-системи:

- **Опис стану матеріалів (Inventory Status File)** є основним вхідним елементом MRP-програми. У ньому повинна бути відбита максимально повна інформація про всі матеріали-комплектуючі, необхідні для виробництва кінцевого продукту. У цьому елементі повинен бути зазначений статус кожного матеріалу, що визначає, чи є він на руках, на складі, у поточних замовленнях або його замовлення тільки Змістується, а також опис його запасів, розташування, ціни, можливих затримок постачань, реквізитів постачальників. Інформація із всіх перерахованих вище позицій повинна бути закладена окремо з кожного матеріалу, що бере участь у виробничому процесі.

На наведеній нижче діаграмі відображені основні інформаційні елементи MRP-системи. Отже, опишемо основні вхідні елементи MRP-системи:

Опис стану матеріалів (Inventory Status File) є основним вхідним елементом MRP-програми. У ньому повинна бути відбита максимально повна інформація про всі матеріали-комплектуючі, необхідні для виробництва кінцевого продукту. У цьому елементі повинен бути зазначений статус кожного матеріалу, що визначає, чи є він на руках, на складі, у поточних замовленнях або його замовлення тільки Змістується, а також опис його запасів, розташування, ціни, можливих затримок постачань, реквізитів постачальників. Інформація із всіх перерахованих вище позицій повинна бути закладена окремо з кожного матеріалу, що бере участь у виробничому процесі.

Програма виробництва (Master Production Schedule) являє собою оптимізований графік розподілу часу для виробництва необхідної партії готової продукції за Змістований період або діапазон періодів. Спочатку створюється пробна програма виробництва, яка потім тестується додатковим прогоном через CRP-систему (Capacity Requirements Planning), що визначає, чи досить виробничих потужностей для її здійснення. Якщо визнана можливість реалізації виробничої програми, то вона автоматично формується в основну і стає вхідним елементом MRP-системи. Це необхідно тому що рамки вимог по виробничих ресурсах є прозорими для MRP-системи, що формує на основі виробничої програми графік виникнення потреб у матеріалах. Однак, у

випадку недоступності ряду матеріалів, або неможливості виконати Зміст замовлень, необхідний для підтримки реалізованої з погляду CPR виробничої програми, MRP-система у свою чергу вказує про необхідність внести корективи у програму.

Перелік складових кінцевого продукту (Bills of Material File) - це список матеріалів і їхня кількість, необхідна для виробництва кінцевого продукту. Таким чином, кожний кінцевий продукт має свій перелік складових. Крім того, тут міститься опис структури кінцевого продукту, тобто він містить у собі повну інформацію з технології його зборки. Надзвичайно важливо підтримувати точність всіх записів у цьому елементі й відповідно коректувати їх щораз при внесенні змін у структуру або технологію виробництва кінцевого продукту.

Цикл роботи складається з наступних основних етапів:

1. Насамперед MRP-система, аналізуючи прийняту програму виробництва, визначає оптимальний графік виробництва на Змістований період.

2. Далі, матеріали, не включені у виробничу програму, але присутні в поточних замовленнях, включаються в Змістування як окремий пункт.

3. На цьому кроці, на основі затвердженої програми виробництва й замовлень на комплектуючі, що не входять у неї, для кожного окремо взятого матеріалу обчислюється повна потреба, відповідно до переліку складових кінцевого продукту.

4. Далі, на основі повної потреби, з огляду на поточний статус матеріалу, для кожного періоду часу й для кожного матеріалу обчислюється чиста потреба, по зазначеній формулі. Якщо чиста потреба в матеріалі більше нуля, то системою автоматично створюється замовлення на матеріал.

5. Всі замовлення, створені раніше поточного періоду Змістування, розглядаються, і в них, при необхідності, вносяться зміни, щоб запобігти передчасним поставкам і затримки поставок від постачальників.

Таким чином, у результаті роботи MRP-програми виробляється ряд змін у наявних замовленнях і, при необхідності, створюються нові для забезпечення оптимальної динаміки ходу виробничого процесу. Ці зміни автоматично модифікують Опис Стану Матеріалів, тому що створення, скасування або модифікація замовлення, відповідно впливає на статус матеріалу, до якого він належить. У результаті роботи MRP-програми створюється Зміст замовлень на кожний окремий матеріал на весь строк Змістування, забезпечення виконання якого необхідно для підтримки програми виробництва. Основними результатами MRP-системи є:

Зміст Замовлень (Planned Order Schedule), що визначає, яка кількість кожного матеріалу повинна бути замовлена в кожен розглянутий період часу протягом терміну Змістування. Зміст замовлень є керівництвом для подальшої роботи з постачальниками й, зокрема, визначає виробничу програму для внутрішнього виробництва комплектуючих, при наявності такого.

Зміни до Змісту замовлень (Changes in planned orders) є модифікаціями до раніше сЗмістованих замовлень. Ряд замовлень можуть бути скасовані, змінені або затримані, а також перенесені на інший період.

Також, MRP-система формує деякі другорядні результати, у вигляді звітів, метою яких є звернути увагу на "вузькі місця" протягом Змістованого періоду, тоб-то ті проміжки часу, коли потрібен додатковий контроль за поточними замовленнями, а також, для того щоб вчасно сповістити про можливі системні помилки, що виникли при роботі програми. Отже, MRP-система формує наступні додаткові результати-звіти:

Звіт про "вузькі місця" Змістування (Exception report) призначений для того, щоб завчасно проінформувати користувача про проміжки часу протягом терміну Змістування, які вимагають особливої уваги, і в які може виникнути необхідність зовнішнього управлінського втручання. Типовими прикладами ситуацій, які повинні бути відбиті в цьому звіті, можуть бути непередбачено запізнені замовлення на комплектуючі, надлишки комплектуючих на складах і т.п.

Виконавчий звіт (Performance Report) є основним індикатором правильності роботи MRP-системи й має на меті сповіщати користувача про виниклі критичні ситуації в процесі Змістування, такі як, наприклад, по вна витрата страхових запасів з окремих комплектуючих, а також про всі виникаючі системні помилки в процесі роботи MRP-програми.

Звіт про прогнози (Planning Report) являє собою інформацію, використовувану для складання прогнозів про можливу майбутню зміну обсягів і характеристик продукції, що випускається, отриману в результаті аналізу поточного ходу виробничого процесу й звітів про продажі. Також звіт про прогнози може використовуватися для довгострокового Змістування потреб у матеріалах.

Таким чином, використання MRP-системи для Змістування виробничих потреб дозволяє оптимізувати час надходження кожного матеріалу, тим самим значно знижуючи складські витрати й полегшуючи ведення виробничого обліку. Однак, серед користувачів MRP-програм існує розбіжність у думках щодо використання страхового запасу для кожного матеріалу. Прихильники використання страхового запасу стверджують, що він необхідний у чинність того, що найчастіше механізм доставки вантажів не є досить надійним, і виникла у чинність різних факторів повна витрата запасів на який-небудь матеріал, що автоматично приводить до зупинки виробництва, обходиться набагато дорожче, ніж постійно підтримуваний його страховий запас. Супротивники використання страхового запасу стверджують, що його відсутність є однією із центральних особливостей концепції MRP, оскільки MRP-система повинна бути гнучкою стосовно зовнішніх факторів, вчасно вносячи зміни до Змісту замовлень, у випадку непередбачених і непереборних затримок постачань. Але в реальній ситуації, як правило, друга точка зору може бути реалізована для Змістування потреб для виробництва виробів, попит на які відносно спрогнозовано і обсяг виробництва може бути встановлений у виробничій програмі постійним протягом деякого тривалого періоду. Варто помітити, що в наших умовах, коли затримки в процесах постачання є скоріше правилом, чим виключенням, на практиці доцільно застосовувати Змістування з урахуванням страхового запасу, обсяги якого встановлюються в кожному окремому випадку.

Еволюція MRP. Перехід від MRP до MRPII

Системи Змістування виробництва постійно перебувають у процесі еволюції. Спочатку MRP-системи фактично просто формували на основі затверджені виробничі програми Зміст замовлень на певний період, що не задовольняло цілком зростаючі потреби.

З метою збільшити ефективність Змістування, наприкінці 70-х років Олівер Уайт і Джордж Плосл запропонували ідею відтворення замкнутого циклу (closed loop) в MRP-системах. Ідея полягала в пропозиції ввести в розгляд більш широкий спектр факторів при проведенні Змістування, шляхом введення додаткових функцій. До базових функцій Змістування виробничих потужностей і Змістування потреб у матеріалах було запропоновано додати ряд додаткових, таких як контроль відповідності кількості виробленої продукції кількості використаних у процесі зборки комплектуючих, складання регулярних звітів про затримки замовлень, про обсяги й динаміку продажів продукції, про постачальників і т.д. Термін "замкнутий цикл" відображає основну особливість модифікованої системи, що полягає в тому, що створені в процесі її роботи звіти аналізуються й ураховуються на подальших етапах Змістування, змінюючи, при необхідності програму виробництва, а отже й Зміст замовлень. Інакше кажучи, додаткові функції здійснюють зворотний зв'язок у системі, що забезпечує гнучкість Змістування стосовно зовнішніх факторів, таким як рівень попиту, стан справ у постачальників і т.п.

Надалі, удосконалення системи навело до трансформації системи MRP із замкнутим циклом у розширену модифікацію, що згодом назвали **MRPII (Manufactory Resource Planning)**, через ідентичність аббревіатур. Ця система була створена для ефективного Змістування всіх ресурсів виробничого підприємства, у тому числі фінансових і кадрових. Крім того, система класу MRPII здатна адаптуватися до змін зовнішньої ситуації й емулювати відповідь на питання "Що якщо?". MRPII являє собою інтеграцію великої кількості окремих модулів, таких як Змістування бізнес-процесів, Змістування потреб у матеріалах, Змістування виробничих потужностей, Змістування фінансів, управління інвестиціями й т.д. Результати роботи кожного модуля аналізуються всією системою в цілому, що власне й забезпечує її гнучкість стосовно зовнішніх факторів. Саме ця властивість є наріжним каменем сучасних систем Змістування, оскільки велика кількість виробників виробляють продукцію із свідомо коротким життєвим циклом, що вимагає регулярних доробок. У такому випадку з'являється необхідність в автоматизованій системі, що дозволяє оптимізувати обсяги й характеристики продукції, що випускається, аналізуючи поточний попит і становища на ринку в цілому.

В останні роки системи Змістування класу MRPII в інтеграції з *модулем фінансового Змістування* **FRP (Finance Requirements Planning)** отримали назву систем бізнесу-Змістування **ERP (Enterprise Requirements Planning)**, які дозволяють найбільше ефективно Змістувати всю комерційну діяльність сучасного підприємства, у тому числі фінансові витрати на проекти відновлення обладнання й інвестиції у виробництво нової лінійки виробів. Доцільність застосування систем подібного класу обумовлена, крім того, необхідністю

керувати бізнес процесами в умовах інфляції, а також жорсткого податкового пресингу, тому, системи ERP необхідні не тільки для великих підприємств, але й для невеликих фірм, ведучих активний бізнес. На діаграмі (рис.4) представлена логічна схема системи Змістування ресурсів виробничого підприємства:

Змістування виробничих ресурсів

Вибір системи для автоматизації керування виробництвом виявляється значно більшою складною справою, чим для керування фінансами. Чому?

По-перше, для керування різними типами виробничих циклів застосовуються різні методики. А для виробничих процесів, які знаходяться на "стиках" циклів, - різноманітні сполучення цих методик.

По-друге, виробничі процеси не прив'язані до певних типів продукції. Навпаки, протягом свого життєвого циклу виріб може пройти шлях від випуску малими серіями до масового виробництва, що, у свою чергу, зажадає зміни методик керування.

По-третє, у рамках одного підприємства іноді "співіснують" різні типи виробничих процесів. Наприклад, при реалізації проекту в суднобудуванні деякі комплектуючі можуть випускатися дрібними серіями.

По-четверте, всі АСУП розрізняються по наборі управлінських методик і рівню їхньої підтримки. І приналежність системи до класу MRPII або класу систем для календарно-мережного Змістування нічого не говорить про її потужність і гнучкість.

Вибір ускладнюється ще й тим, що про можливість застосування тих самих методик керування існують цілком полярні думки. Крім явних прорахунків при виборі системи, на ефективність АСУП впливає й дисципліна користувачів, до чого деякі організації опиняються не готові. Якщо на підприємстві відсутні точні й актуальні дані про складські запаси, структуру виробів, що випускаються, графіки роботи обладнання й т.д., то АСУП взагалі може тільки погіршити ситуацію.

Тому при виборі системи недостатньо зіставити методики, які в ній використані, з тими, що потрібні для вашого типу виробництва. Важливо ще оцінити готовність підприємства (інформаційну, організаційну, технічну й т.д.) їх застосовувати. А для цього потрібно чітко уявляти, які процеси відбуваються "у глибині" АСУП, яка інформація буде потрібною для її роботи, і яку інформацію керівник може отримати "на виході" системи.

Від бізнес-Змісту - до виробничого графіка. Для Змістування ресурсів підприємств із серійним виробництвом використовується підхід, що отримав назву MRPII (Manufacturing Resources Planning) - Змістування виробничих ресурсів. Нічого абсолютно нового в ньому ні, оскільки самі методики керування, які складають його основу, застосовуються вже давно, але розвиток комп'ютерної техніки надав можливість об'єднати їх у динамічну систему із зворотним зв'язком, що дозволяє здійснювати моделювання виробничого процесу (what if - "що буде, якщо...") для оптимального розподілу ресурсів.

Ядром системи є методика Змістування потреб у матеріалах **MRP (Material Requirements Planning)**. Вона з'явилася ще в 70-х роках, коли

виробники усвідомили важливість розмежування попиту на залежний (на сировину й інші комплектуючі, які використовуються для виробництва кінцевого продукту) і незалежний (на готову продукцію й деякі деталі й матеріали, застосовувані у виробництві). Незалежний попит досить стійкий (з урахуванням сезонних коливань), а залежний, навпроти, виникає в строго визначені моменти часу (потрібно щось зробити - є попит на комплектуючі, немає виробництва - немає попиту). Тому для керування запасами почали застосовувати два різних підходи.

Відправною точкою в Змістуванні є бізнес-Зміст підприємства, розроблений на тривалий термін, а кінцевою - виробничий графік закупівель, поставок і завантаження ресурсів з точністю до тижнів і днів, рідше - і годин і хвилин. Система Змістування MRP II (див. рис.5) являє собою процес "перетворення" бізнес-Змісту у виробничий графік.

MRP II є джерелом інформації практично для всіх підрозділів підприємства. Але й, відповідно, для ефективної роботи системи потрібна свіжа й достовірна інформація. Для того щоб наочно це уявити, розглянемо зміст процесів Змістування й інформацію (таблиця) на "вході" і "виході" системи на різних етапах.

Сукупне Змістування (aggregate planning). Оцінка прогнозу очікуваного попиту й Змістування рівнів випуску продукції, завантаження людей і обладнання, запасів готової продукції, виробничих витрат. Змістування проводиться в сукупних одиницях (наприклад, материнські плати, відео- і мережеві карти й т.д.) без розбивки за номенклатурою. Зміст складається, як правило, на рік з розбивкою по місяцях.

Розробка контрольного графіка. Ділення Змісту виробництва за номенклатурою продукції. Оцінка попиту й Змістування термінів і рівня випуску конкретних видів продукції. Період Змістування - 2-3 місяці з розбивкою по тижнях.

Попереднє Змістування виробничих потужностей (**RCCP - Rough-Cut Capacity Planning**). Перевірка можливості виконання контрольного графіка на основі аналізу можливостей виробництва, трудових ресурсів, збуту й постачання.

Розробка контрольного графіка виробництва (у вітчизняній термінології відомо як об'ємно-календарне Змістування). Змістування обсягів і строків виробництва з урахуванням необхідного обсягу, строків поставок і рівня наявних запасів готової продукції (якщо вона є на складі, то для її реалізації виробництво не буде потрібно.) Період Змістування - 2-3 місяця з розбивкою по тижнях або днях.

Статистичні методи керування запасами (іноді використовується термін **Statistic Inventory Control - SIC**). Формування графіка виробництва готової продукції й постачань матеріалів незалежного попиту, ґрунтуючись на його статистичному аналізі, інформації про поточні запаси й Змістовані поставки.

Ураховуються сезонні коливання попиту й характеристики виробів: строк придатності, ціни, строки поставок, група обліку. Використовуються різні моделі Змістування для різних типів продукції (матеріалів). Процес Змістування - безперервний.

Змістування потреби в матеріалах (**MRP** - Material Requirements Planning). Оцінка можливості виконання контрольного графіка виробництва на осно ві наявних матеріалів. Змістування поставок виробничих матеріалів залежного попиту починається із створення календарного графіка виготовлення виробу, що перетвориться в графік потреб у сировині, деталях і складальних вузлах. Відповідає на три питання: що потрібно, скільки потрібно й коли це буде потрібно. Період Змістування 2-3 місяця з розбивкою по тижнях або днях. Можливе Змістування з точністю до годин і хвилин.

Змістування потреби у виробничих потужностях (**CRP** - Capacity Requirements Planning). Оцінка можливості виконання контрольного графіка виробництва на основі детального аналізу графіка виробничого процесу виходячи з наявних ресурсів (обладнання, люди, складські площі й т.д.). Період Змістування 2-3 місяця з розбивкою по тижнях або днях. Можливе Змістування з точністю до годин або хвилин.

Інформаційні системи

АСУП, що претендує на звання MRP II-системи, повинна відповідати вимогам документа "MRP II Standard System", що розповсюджується на комерційній основі (більше детальну інформацію про функціональність MRP II-систем можна знайти на Web-сторінках

Документ "MRP II Standard System" розроблений Американським товариством по контролю за виробництвом і запасами (American Production and Inventory Control Society - і APICS) і містить опис 16 груп функцій, які повинна підтримувати АСУП. Рівень підтримки ділиться на обов'язковий і необов'язковий (опціональний).

Функціональність системи MRP II розроблялася виходячи з потреб складального виробництва. Оскільки діапазон підприємств із переривчастим виробничим циклом дуже широкий, то для деяких категорій інформація, що надає "повноважна" MRP II-система, є надлишковою. Тому на ринку існують АСУП, розраховані на різні інформаційні потреби.

Крім систем, що відповідають всім вимогам MRP II, які передбачають повну інтеграцію всіх методик, що до них входять, є АСУП, що підтримують тільки деякі з них і пропонують "усічену" функціональність. Комусь потрібні графіки щохвилинного завантаження обладнання, а комусь досить тільки Змісту постачань. Називатися MRP II-системами такі АСУП уже не можуть, але при цьому коштують набагато дешевше.

Як уже говорилося вище, різниться навіть функціональність систем, що належать до класу MRP II. Це стосується підтримки інформації про структуру виробів, даних про постачальників і т.д. Тому на ринку представлені спеціалізовані рішення:

· системи керування даними про продукцію (**Product Data Management** - **PDM**) дозволяють структурувати, модифікувати й контролювати проектні дані, креслення й документи. Зберігають інформацію про конфігурацію виробленої продукції, її складі й технологічних маршрутах. PDM-системи надають відомості, необхідні для коректної роботи MRP- і CRP-

процесів;

- системи керування даними про комплектуючі і постачальників (**Component and Supplier Management - CSM**) призначені для керування інформацією про деталі й джерела їхньої поставки. Використовуються в великих проектних, конструкторських, ремонтно-експлуатаційних і виробничих підприємствах. CSM системи слугують джерелом даних для PDM-систем і для MRP- і SIC-процесів.

У тих випадках, коли потрібна інформація, яку система для Змістування ресурсів просто не може надати (наприклад, про рух деталей по конвеєрі або про якість сировини й готової продукції), системи MRP II інтегруються із системами керування виробництвом (Manufacturing Execution System - MES, або у вітчизняній термінології - АСУТП), що дозволяють відслідковувати в реальному масштабі часу рівень завантаження обладнання, всі переміщення матеріалів, деталей і вузлів, а також контролювати їхню якість

