

4.1. СИСТЕМИ ПЛАНУВАННЯ МАТЕРІАЛЬНИХ РЕСУРСІВ (MRP)

Ядром будь-якої інформаційної системи управління підприємством є втілені в ній рекомендації щодо управління виробництвом, що по суті є своєрідним стандартом. Еволюція цих стандартів подана на рис. 4.1.

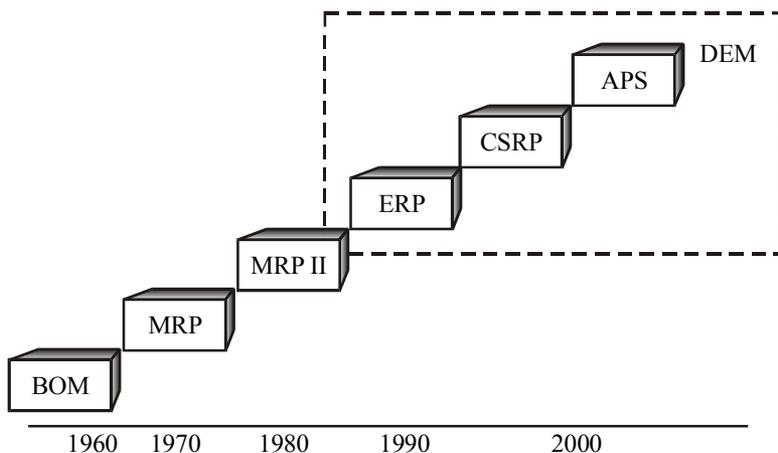


Рис. 4.1. Етапи розвитку стандартів інформаційних систем управління підприємствами

Примітка: BOM – складання специфікації матеріалів

На початку 60-х років у зв'язку із зростанням популярності обчислювальних систем виникла ідея використати їхні можливості для планування діяльності підприємства, в тому числі для планування виробничих процесів. Необхідність планування зумовлена тим, що основна маса затримок у процесі виробництва була пов'язана із запізненням надходження окремих комплектуючих, внаслідок чого, як правило, паралельно із зменшенням ефективності виробництва на складах виникав надлишок матеріалів, що надходили раніше наміченого терміну. Крім того, через порушення балансу постачання комплектуючих виникали 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 подібним проблемам була розроблена методологія планування потреби в матеріалах MRP (**Material Requirements Planning**). Реалізація системи, що працює за цією методологією, являла собою комп'ютерну систему, яка дозволяє оптимально регулювати постачання

комплектуючих у виробничий процес, контролюючи запаси на складі і саму технологію виробництва. Головним завданням MRP було забезпечення гарантії наявності потрібної кількості необхідних матеріалів-комплектуючих у будь-який момент часу в межах терміну планування, поряд з можливим зменшенням постійних запасів, а отже, розвантаженням складу. Перш ніж описувати саму структуру MRP, стисло перелічимо основні її поняття:

- **Матеріалами** називатимемо всю сировину і окремі комплектуючі, що входять до складу кінцевого продукту. Надалі не розрізнятимемо поняття «матеріал» і «комплектуюча».

- **MRP-система, MRP-програма** – це комп'ютерна система, яка працює за алгоритмом, регламентованим MRP-методологією. Як і будь-яка інша комп'ютерна програма, вона опрацьовує файли даних (вхідні елементи) і формує на їх основі файли-результати.

- **Статус матеріалу** є основним показником поточного стану матеріалу. Кожний окремий матеріал у кожний момент часу має статус у межах MRP-системи, який визначає, чи є даний матеріал у наявності на складі, чи зарезервованій він для інших цілей, чи вказаний у поточних замовленнях або замовлення на нього тільки планується. Таким чином, статус матеріалу однозначно описує міру готовності кожного матеріалу бути запущеним у виробничий процес.

- **Страховий запас** матеріалу необхідний для підтримки процесу виробництва у разі виникнення непередбачених і таких, що не можуть бути усунутими, затримок у його постачанні. По суті, в ідеальному випадку, якщо механізм постачання вважати бездоганим, MRP-методологія не постулювала обов'язкову наявність страхового запасу, і його обсяги встановлювалися різними для кожного конкретного випадку залежно від ситуації, що склалася з надходженням матеріалів.

- **Потреба в матеріалі** в комп'ютерній MRP-системі являє собою певну кількісну одиницю необхідності в замовленні даного матеріалу в певний момент часу протягом періоду планування. Розрізняють поняття **повної потреби в матеріалі**, яка відображає ту кількість, яку необхідно пустити у виробництво, і **чистої потреби**, при обчисленні якої враховується наявність усіх страхових і зарезервованих запасів даного матеріалу. Замовлення в системі автоматично створюється із виникненням відмінної від нуля чистої потреби.

Процес планування включає в себе функції автоматичного створення

проектів замовлень на закупівлю і/або внутрішнє виробництво необхідних матеріалів-комплектуючих. Іншими словами, система MRP оптимізує час постачання комплектуючих, зменшуючи тим самим витрати на виробництво і підвищуючи його ефективність. Основними перевагами використання подібної системи у виробництві є такі:

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

2. Зменшення виробничого браку в процесі збирання готової продукції, що виникав через використання комплектуючих, які не відповідають стандартам.

3. Упорядкування виробництва у зв'язку з контролем статусу кожного матеріалу, що дозволяє однозначно відстежувати весь його конвеєрний шлях, починаючи від створення замовлення на даний матеріал, до його становища у вже зібраному готовому виробі. Завдяки цьому досягається також повна достовірність і ефективність виробничого обліку.

Усі ці переваги фактично впливають з самої концепції MRP, що ґрунтується на тому принципі, що всі матеріали-комплектуючі, складові частини і блоки готового виробу повинні надходити у виробництво одночасно, в запланований час, аби забезпечити створення кінцевого продукту без додаткових затримок. MRP-система прискорює доставляння тих матеріалів, які в даний момент потрібні насамперед, і затримує передчасні надходження таким чином, що комплектуючі, які становлять повний список складових кінцевого продукту, надходять у виробництво одночасно. Це необхідно для того, щоб уникнути ситуації, коли через затримку постачання одного з матеріалів виробництво змушене припинитися навіть за наявності всіх інших комплектуючих кінцевого продукту. Основна мета MRP-системи – формувати, контролювати й за необхідності змінювати дати необхідного надходження замовлень таким чином, щоб усі матеріали, потрібні для виробництва, надходили одночасно.

Формування вхідної інформації для MRP-програми і результати її роботи. На практиці MRP-система є комп'ютерною програмою, логіка роботи якої спрощено може бути подана таким чином (рис. 4.2).

На наведеній вище схемі відображені основні інформаційні елементи MRP-системи. Розгляньмо детальніше елементи MRP-системи.

1) **Опис стану матеріалів (Inventory Status File)** є основним вхідним елементом MRP-програми. У ньому повинна бути відбита максимально

повна інформація про стан матеріалів-комплектуючих, необхідних для виробництва кінцевого продукту. У цьому елементі має бути вказаний статус кожного матеріалу, що визначає, чи є він на руках, на складі, в поточних замовленнях, чи його замовлення тільки планується, а також опис його запасів, розташування, ціни, можливих затримок постачання, реквізитів постачальників. Інформація по всіх перелічених вище позиціях повинна бути закладена окремо по кожному матеріалу, задіяному у виробничому процесі.

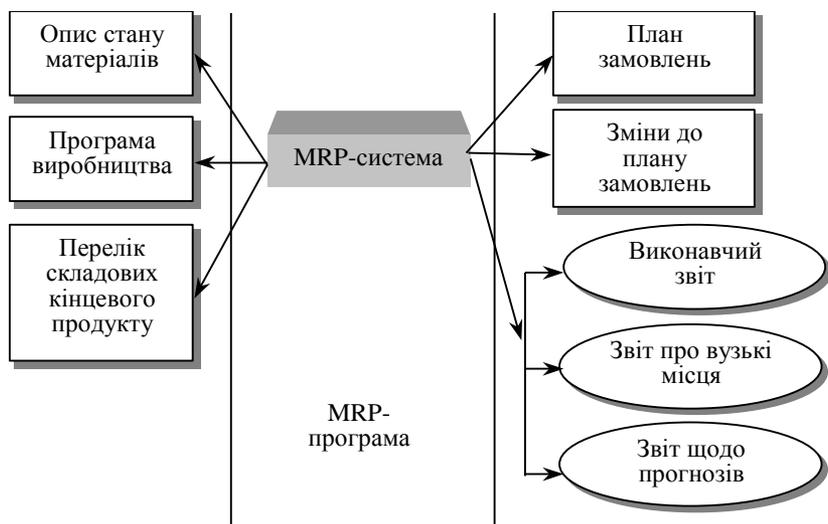


Рис. 4.2. Вхідні елементи і результати роботи MRP-системи

2) **Програма виробництва (Master Production Schedule)** являє собою оптимізований графік розподілу часу для виробництва необхідної партії готової продукції за період, для якого здійснюється планування або діапазон періодів. Спочатку створюється пробна програма виробництва, що згодом додатково тестується на можливість виконання прогоном через CRP-систему (Capacity Requirements Planning), яка визначає, чи досить виробничих потужностей для її здійснення. Якщо така виробнича програма визнана здійсненною, то вона автоматично формується в основну і стає вхідним елементом MRP-системи. Це необхідно тому, що рамки вимог до виробничих ресурсів є прозорими для MRP-системи, яка формує на основі виробничої програми графік виникнення потреб у матеріалах. Однак че-

рез недоступність ряду матеріалів або неможливість виконати план замовлень, необхідний для підтримки реалізації з погляду CRP виробничої програми, MRP-система в свою чергу вказує на необхідність її коригування.

3) **Перелік складових кінцевого продукту (Bills of Material File)** – це список матеріалів та кількість їх, необхідна для виробництва кінцевого продукту. Таким чином, кожний кінцевий продукт має свій перелік складових. Крім того, тут міститься опис структури кінцевого продукту, тобто повна інформація щодо технології його складання. Надзвичайно важливо підтримувати точність усіх записів у цьому елементі й відповідно коригувати їх кожного разу під час внесення змін до структури і/або технології виробництва кінцевого продукту.

Нагадаймо, що кожний із згаданих вище вхідних елементів являв собою комп'ютерний файл даних, що використовується MRP-програмою. У даний момент MRP-системи реалізовані на найрізноманітніших апаратних платформах і включені як модулі в більшість фінансово-економічних систем. Не спиняючись на технічному аспекті питання, перейдемо до опису логічних кроків роботи MRP-програми. Цикл її роботи складається з таких основних етапів:

1) Передусім MRP-система, аналізуючи прийняту програму виробництва, визначає оптимальний графік виробництва на період, що планується.

2) Далі, матеріали, не включені до виробничої програми, але вказані в поточних замовленнях, включаються в планування як окремий пункт.

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

$$\begin{array}{ccccccc} \text{Чиста} & = & \text{Повна} & - & \text{Інвентаризовано} & - & \text{Страховий} & - & \text{Резервування} \\ \text{потреба} & & \text{потреба} & & \text{на руках} & & \text{запас} & & \text{для інших цілей} \end{array}$$

4) Далі, на основі повної потреби, враховуючи поточний статус матеріалу, для кожного періоду часу і для кожного матеріалу розраховується чиста потреба за вказаною вище формулою. Якщо чиста потреба в матеріалі більше нуля, то системою автоматично створюється замовлення на матеріал.

5) І нарешті, всі замовлення, створені раніше поточного періоду планування, розглядаються, і в них, за необхідності, вносяться зміни, щоб

запобігти передчасному постачанню і затримкам постачання від постачальників.

Таким чином, завдяки роботі MRP-програми вноситься низка змін в існуючі замовлення і за необхідності для забезпечення оптимальної динаміки ходу виробничого процесу створюються нові замовлення. Ці зміни автоматично модифікують **Опис стану матеріалів**, оскільки створення, скасування або модифікація замовлення відповідно впливають на статус матеріалу, якого він стосується. За допомогою роботи MRP-програми створюється план замовлень на кожний окремих матеріал на весь термін планування, забезпечення виконання якого необхідне для підтримки програми виробництва. Основними результатами MRP-системи є такі:

1) **План замовлень (Planned Order Schedule)** – визначає, яка кількість кожного матеріалу повинна бути замовлена в кожний розглядуваний період часу протягом терміну планування. План замовлень є керівництвом для подальшої роботи з постачальниками і, зокрема, визначає виробничу програму для внутрішнього виробництва комплектуючих (за наявності останнього).

2) **Зміни до плану замовлень (Changes in planned orders)** є модифікаціями до раніше спланованих замовлень. Ряд замовлень можуть бути відмінені, змінені або затримані, а також перенесені на інший період.

Окрім цього, MRP-система формує деякі другорядні результати у вигляді звітів, метою яких є звернення уваги на «вузькі місця» протягом планового періоду, тобто ті проміжки часу, коли потрібен додатковий контроль за поточними замовленнями, а також для того, щоб вчасно сповістити про можливі системні помилки, що виникли під час роботи програми. Отже, MRP-система формує такі додаткові результати-звіти:

а) **Звіт про «вузькі місця» планування (Exception report)** – призначений для того, щоб завчасно проінформувати користувача про ті проміжки часу протягом терміну планування, які вимагають особливої уваги і в які може виникнути необхідність зовнішнього управлінського втручання. Типовими прикладами ситуацій, які мають бути відображені в цьому звіті, можуть бути замовлення, що непередбачено запізнилися, на комплектуючі, надлишки комплектуючих на складах тощо.

б) **Виконавчий звіт (Performance Report)** – основний індикатор правильності роботи MRP-системи; має на меті оповіщати користувача про критичні ситуації, що виникли під час планування, як-от: повне витра-

чення страхових запасів по окремих комплектуючих, а також про всі виникаючі системні помилки в процесі роботи MRP-програми.

в) **Звіт про прогнози (Planning Report)** є інформацією, що використовується для складання прогнозів про можливу майбутню зміну обсягів і характеристик продукції, що випускається, отриману завдяки аналізу поточного ходу виробничого процесу і звітам про продаж. Звіт про прогнози може використовуватися також для довгострокового планування потреб у матеріалах.

Таким чином, використання MRP-системи для планування виробничих потреб дозволяє оптимізувати час надходження кожного матеріалу, значно знижуючи таким чином складські витрати і полегшуючи ведення виробничого обліку. Однак серед користувачів MRP-програм існували розходження в думках відносно використання страхового запасу для кожного матеріалу. Прихильники використання страхового запасу стверджували, що він необхідний тому, що часто механізм доставляння вантажів не є досить надійним, і повне витрачання через різні чинники запасів на який-небудь матеріал, що автоматично призводить до зупинення виробництва, коштує набагато дорожче, ніж його страховий запас, що постійно підтримується. Противники використання страхового запасу твердили, що його відсутність є однією із головних особливостей концепції MRP, оскільки MRP-система має бути гнучкою щодо зовнішніх чинників, вчасно вносячи зміни до плану замовлень у разі непередбачених затримок постачання. Але в реальній ситуації, як правило, друга точка зору може бути реалізована під час планування потреб для виробництва виробів, попит на які відносно прогнозований і контрольований і у виробничій програмі може бути встановлено постійний обсяг виробництва протягом деякого, відносно тривалого, періоду. Потрібно зазначити, що в умовах нашої економіки, коли затримки в процесах постачання є швидше правилом, ніж винятком, на практиці доцільно застосовувати планування з урахуванням страхового запасу, обсяги якого встановлюються у кожному окремому випадку.

Планування виробничих потужностей за допомогою CRP-системи (Capacity Requirements Planning). Система планування виробничих потужностей за методологією CRP застосовувалась для перевірки пробної програми виробництва, створеної відповідно до прогнозів попиту на продукцію, на можливість її здійснення наявними виробничими потужностями. У процесі роботи CRP-системи розроблявся план розподілу виробни-

чих потужностей для опрацювання кожного конкретного циклу виробництва протягом планового періоду. Встановлювався також технологічний план послідовності виробничих процедур і, відповідно до пробної програми виробництва, визначалася міра завантаження кожної виробничої одиниці на термін планування. Якщо після циклу роботи CRP-модуля програма виробництва визнавалася реально здійсненою, вона автоматично підтверджувалась і ставала основною для MRP-системи. В іншому разі до неї вносилися зміни, і вона зазнавала повторного тестування за допомогою CRP-модуля. У подальшому еволюційному розвитку систем планування виробництва вони почали являти собою інтеграцію багатьох окремих модулів, які, взаємодіючи, збільшували гнучкість системи загалом.

По суті методика MRP декларувала, які процеси обліку та управління мають бути реалізовані на підприємстві, в якій послідовності вони повинні виконуватися, та містить рекомендації стосовно їх виконання.

Надалі розвиток концепції MRP відбувався через розширення функціональних можливостей підприємства у бік більш повного задоволення потреб клієнтів та зниження виробничих витрат. Це сприяло тому, що в кінці 70-х років концепція MRP була доповнена положенням про формування виробничої програми в масштабах усього підприємства та контроль її виконання на рівні підрозділів (Closed Loop MRP, або, іншими словами, відтворення замкнутого циклу в MRP-системах).

4.2. СИСТЕМИ ПЛАНУВАННЯ ВИРОБНИЧИХ РЕСУРСІВ (MRP II)

На початку 80-х років з'явилася концепція MRPII (**Планування виробничих ресурсів – Manufacturing Resource Planning**), основна суть якої зводиться до того, що прогнозування, планування та контроль виробництва здійснюються по всьому циклу, починаючи від закупівлі сировини і закінчуючи відвантаженням товару споживачеві. А це означало, що MRPII є методологією, спрямованою на ефективне управління всіма видами ресурсів виробничих підприємств. У загальному випадку вона забезпечує вирішення задач планування діяльності підприємства в натуральних одиницях та фінансове планування в грошовому вимірі. Така методологія являє собою набір перевірених на практиці дотепних принципів, моделей та процедур управління і контролю, виконання яких мало сприяти поліпшенню показників економічної діяльності підприємства.

Стандарти товариства **APICS (American Production and Inventory Control Society)** на системи класу MRP II містять опис 16 груп функцій системи:

1. **Sales and Operation Planning** (Планування продажу та виробництва).
2. **Demand Management** (Управління попитом).
3. **Master Production Scheduling** (Складання плану виробництва).
4. **Material Requirements Planning** (Планування матеріальних потреб).
5. **Bill of Materials** (Специфікація продуктів).
6. **Inventory Transaction Subsystem** (Управління складами).
7. **Scheduled Receipts Subsystem** (Планові поставки).
8. **Shop Flow Control** (Управління на рівні виробничого цеху).
9. **Capacity Requirements Planning** (Планування потреб у потужностях).
10. **Input/output control** (Контроль входу/виходу).
11. **Purchasing** (Матеріально-технічне постачання).
12. **Distribution Resource Planning** (Планування розподілу ресурсів).
13. **Tooling Planning and Control** (Планування та управління інструментальними засобами).
14. **Financial Planning** (Управління фінансами).
15. **Simulation** (Моделювання).
16. **Performance Measurement** (Оцінка результатів діяльності).

Схеми роботи інформаційної системи, побудованої на базі MRP II-

концепції, наведена на рис. 4.3.

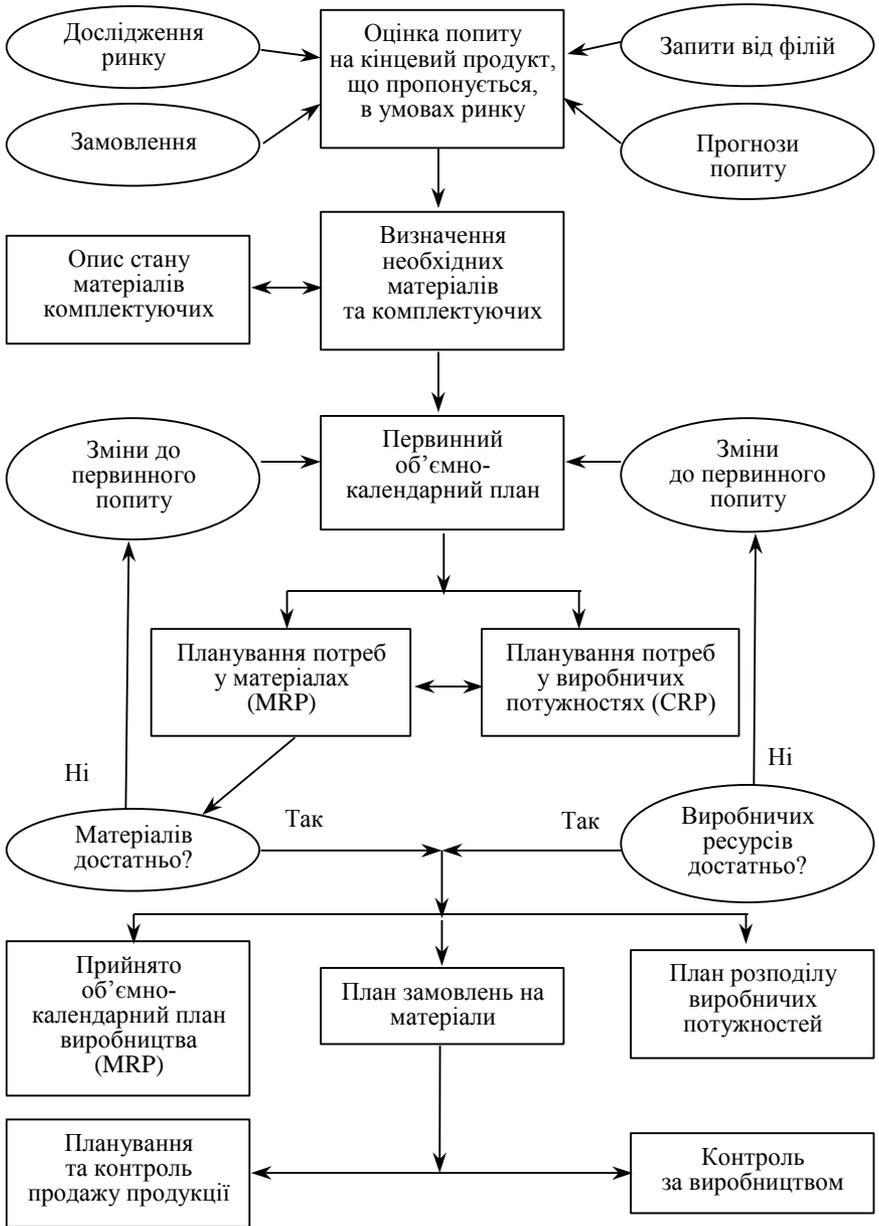


Рис. 4.3. Схематичний план роботи MRP II-системи

З накопиченням досвіду моделювання виробничих та невиробничих операцій ці положення постійно уточнювалися, поступово охоплюючи дедалі більше функцій. Однак слід зазначити, що наведений перелік фун-

кцій стосується тільки управління виробничими ресурсами підприємства.

Стандарт MRPII ділить сфери окремих функцій (процедур) на два рівні – **необхідний** та **додатковий**, або **опціональний**. Щоб програмне забезпечення було віднесене до класу MRPII, воно повинно виконувати певний обсяг необхідних (основних) функцій (процедур). Набір функціональних модулів та їхні взаємозв'язки мають глибоке обґрунтування з погляду теорії управління. Вони забезпечують інтеграцію функцій планування, у тому числі узгодження різних процесів управління в просторі й часі. Важливо зазначити, що наведений набір не є надмірним і саме тому він зберігається переважно в системах наступних поколінь. Понад те, більшість понять, методів та алгоритмів, закладених у функціональні модулі MRPII, залишаються незмінними упродовж тривалого проміжку часу і входять як елементи до систем наступних поколінь. З цієї причини методологію MRPII прийнято вважати базовою.

Для кожного рівня планування MRPII характерні такі параметри, як **ступінь деталізації плану, часовий горизонт планування, вид умов та обмежень**. Ці параметри для одного й того самого рівня MRP II можуть замінюватися в широкому діапазоні залежно від особливостей виробничого процесу на підприємстві. Крім цього, залежно від характеру виробничого процесу можливе використання на кожному окремому підприємстві певного набору функціональних модулів MRP II. А це по суті означає, що MRP II є гнучкою та багатофункціональною системою, використання якої можливе в широкому спектрі умов.

Загалом система управління підприємством, побудована відповідно до стандарту MRP II, має такий вигляд (рис. 4.4).

Розгляньмо стисло характеристику перелічених функціональних блоків MRP II:

1) **Бізнес-планування**. Процес формування плану підприємства найбільш високого рівня. Планування довгострокове, план складається в грошовому вимірі. Найменш формалізований процес вироблення рішень.

2) **Планування попиту**. Процес прогнозування (планування) попиту на визначений період.

3) **Планування продажу та виробництва**. Бізнес-план та план попиту перетворюються в плани продажу основних видів продукції (зазвичай від п'яти до десяти).

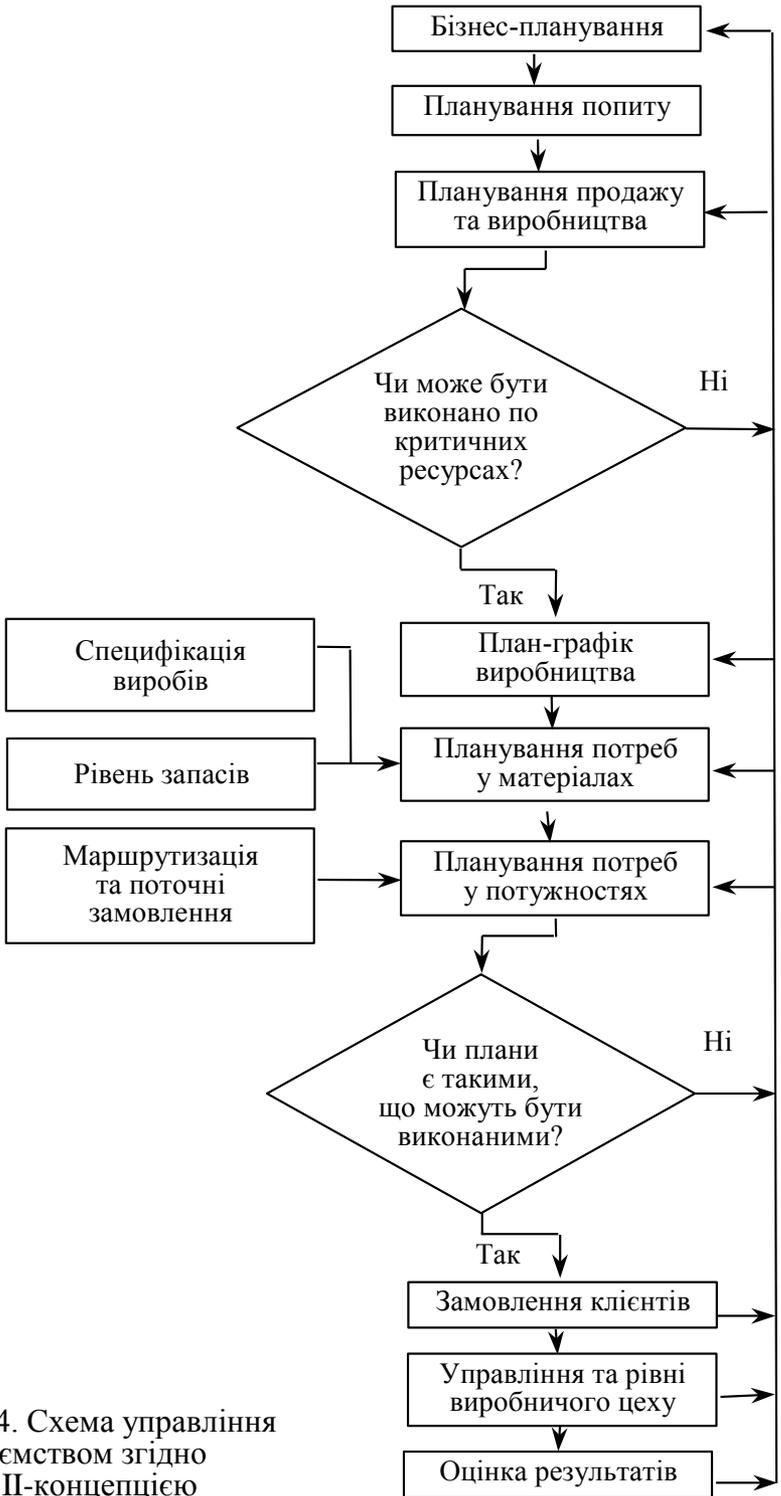


Рис. 4.4. Схема управління підприємством згідно з MRP II-концепцією

При цьому виробничі потужності можуть не братися до уваги або враховуватися укрупнено. План має середньостроковий характер. План продажу в розрізі видів продукції перетворюється в об'ємний або об'ємно-календарний план виробництва видів продукції. Під видом тут слід розуміти сімейства одно-рідної продукції. В цьому плані вперше як планово-облікові одиниці постають вироби, але уявлення про них має дещо усереднений характер (приміром, мова може йти про всі передньопривідні легкові автомобілі, що випускаються на заводі – без уточнення моделей). Досить часто цей модуль об'єднують з попереднім.

4) **План-графік випуску продукції.** План виробництва перетворюється на графік випуску продукції. Як правило, це середньостроковий об'ємно-календарний план, що визначає кількості конкретних виробів (або партій) зі строками їх виготовлення.

5) **Планування потреб у матеріальних ресурсах.** Під час планування на цьому рівні визначають кількість та терміни поставляння матеріальних ресурсів, необхідних для забезпечення графіка випуску продукції. Вхідними даними для планування потреб у матеріальних ресурсах є специфікації виробів (склад та кількісні характеристики комплектуючих конкретного виробу) та розмір поточних матеріальних запасів.

6) **Планування виробничих потужностей.** Зазвичай у цьому модулі виконуються розрахунки щодо визначення і порівняння наявних і необхідних виробничих потужностей. З невеликими змінами цей модуль може використовуватися не тільки для виробничих потужностей, а й для інших видів виробничих ресурсів, здатних впливати на пропускну спроможність підприємства. Подібні розрахунки, як правило, здійснюються після формування планів практично всіх попередніх рівнів з метою підвищення надійності системи планування. Інколи рішення даної задачі включають у модуль відповідного рівня. Вхідними даними при плануванні виробничих потужностей є маршрутизація виробів, що випускаються підприємством.

7) **Управління замовленнями клієнтів.** На цьому етапі потреби клієнтів зіставляються з планами випуску продукції;

8) **Управління на рівні виробничого цеху.** В межах цього етапу формуються оперативні плани-графіки. Як планово-облікові одиниці можуть виступати деталі (партії), складальні одиниці глибокого рівня, деталі-операції тощо. Тривалість планування невелика (від кількох днів до місяця).

9) **Оцінка виконання.** По суті в даному модулі оцінюється реальне виконання всіх перелічених вище планів з тією метою, щоб у разі потреби внести корективи в усі попередні цикли планування.

Зв'язок між рівнями MRP II забезпечується універсальною формулою, на якій будується система. Задача планування на кожному рівні реалізується як відповідь на чотири запитання:

1. Що необхідно виконувати?
2. Що необхідно для цього?
3. Що є в наявності?
4. Що ще необхідно мати?

Відповіддю на перше запитання завжди є план більш високого рівня. Завдяки цьому і забезпечується зв'язок між рівнями. Структура відповіді на решту питань залежить від конкретної задачі, що розв'язується.

Подальший розвиток MRP II пов'язаний із появою систем управління підприємством у замкненому контурі, тобто із зворотним зв'язком (Closed-loop MRP). Ці системи відкривають такі функціональні можливості, як планування і облік запуску-випуску, складання оперативних розкладів, вирішення задач первинного обліку. Перелічені функціональні можливості не тільки поглибили систему планування, а й створили умови для ефективного регулювання ходу виробництва, що в кінцевому підсумку сприяло підвищенню стійкості планів верхнього рівня. Сьогодні під системами типу MRP II звичайно мають на увазі саме системи із зворотним зв'язком.

Існує декілька напрямів розвитку MRP II. Перший з них – доповнення MRP II функціями управління матеріальними ресурсами в розподільних системах. Ці функції отримали назву «**Планування потреб у розподільних системах**» (**Distribution Requirements Planning – DRP**). Тут вирішуються задачі управління запасами в складській мережі. Розвиток DRP поступово сприяв заміні традиційного підходу до визначення рівня запасів за принципом «точки замовлення» (тобто подачі замовлення на поповнення запасів за досягнення мінімально допустимого рівня) новим підходом, в основі якого – визначення потреб залежно від замовлень на продукцію. Цей підхід, поширюваний нині на склади всіх рівнів – від регіональних, оптових до складів на підприємствах, має назву *планування залежних потреб*.

Тривалий процес впровадження MRP II дозволив, з одного боку, досягнути зростання ефективності підприємств, а з іншого – виявив такі, зок-

рема, властиві цій системі недоліки:

- *орієнтація системи управління підприємством виключно на існуючі замовлення, що утруднювало прийняття рішень на тривалу, середньострокову, а в ряді випадків і на короткострокову перспективу;*

- *слабка інтеграція з системами проектування і конструювання продукції, що особливо важливо для підприємств, які виробляють складну продукцію;*

- *слабка інтеграція з системами проектування технологічних процесів і автоматизації виробництва;*

- *недостатнє насичення системи управління функціями управління витратами;*

- *відсутність інтеграції з процесами управління фінансами і кадрами.*

4.3. СИСТЕМИ ПЛАНУВАННЯ РЕСУРСІВ ПІДПРИЄМСТВА (ERP)

Необхідність усунення перелічених недоліків спонукала трансформувати системи MRP II у системи нового класу «**Планування ресурсів підприємства**» (**Enterprise Resource Planning – ERP**). Системи цього класу більшою мірою орієнтовані на роботу з фінансовою інформацією для розв'язання задач управління великими корпораціями з розпорощеними територіально ресурсами. Сюди включається все, що необхідно для отримання ресурсів, виготовлення продукції, її транспортування і розрахунків за замовленнями клієнтів. Крім перелічених функціональних вимог в ERP реалізовані й нові підходи до застосування графіки, використання реляційних баз даних, CASE-технологій для їхнього розвитку, архітектури обчислювальних систем типу «клієнт–сервер» і реалізації їх як відкритих систем.

Системи типу ERP поповнюються такими функціональними модулями: *прогнозування попиту, управління проектами, управління витратами, управління складом продукції, ведення технологічної інформації*. У них прямо або через системи обміну даними вбудовуються модулі управління кадрами і фінансовою діяльністю підприємства.

У збільшеному вигляді структура управління в ERP показана на рис. 4.5.

Далі пояснюються елементи структури управління ERP, додані до системи MRP II.

Прогнозування. Оцінка майбутнього стану або поведінки зовнішнього середовища чи елементів виробничого процесу. Мета – оцінити необхідні параметри в умовах невизначеності. Недолік інформації пов'язаний звичайно з часовим чинником. Прогнозування може мати як самостійний характер, так і, передуючи плануванню, являти собою перший крок у розв'язанні задачі планування.

Управління проектами і програмами. У виробничих системах, призначених для випуску складної продукції, виробництво як таке є одним із етапів повного виробничого циклу. Йому передують проектування, конструкторська і технологічна підготовка, а вироблена продукція зазнає випробувань і модифікації. Для складної продукції характерними є велика тривалість циклу, значна кількість підприємств-суміжників, складність внутрішніх і зовнішніх зв'язків. Цим зумовлюється необхідність управління проектами і програмами загалом і включення відповідних функцій

до системи управління.

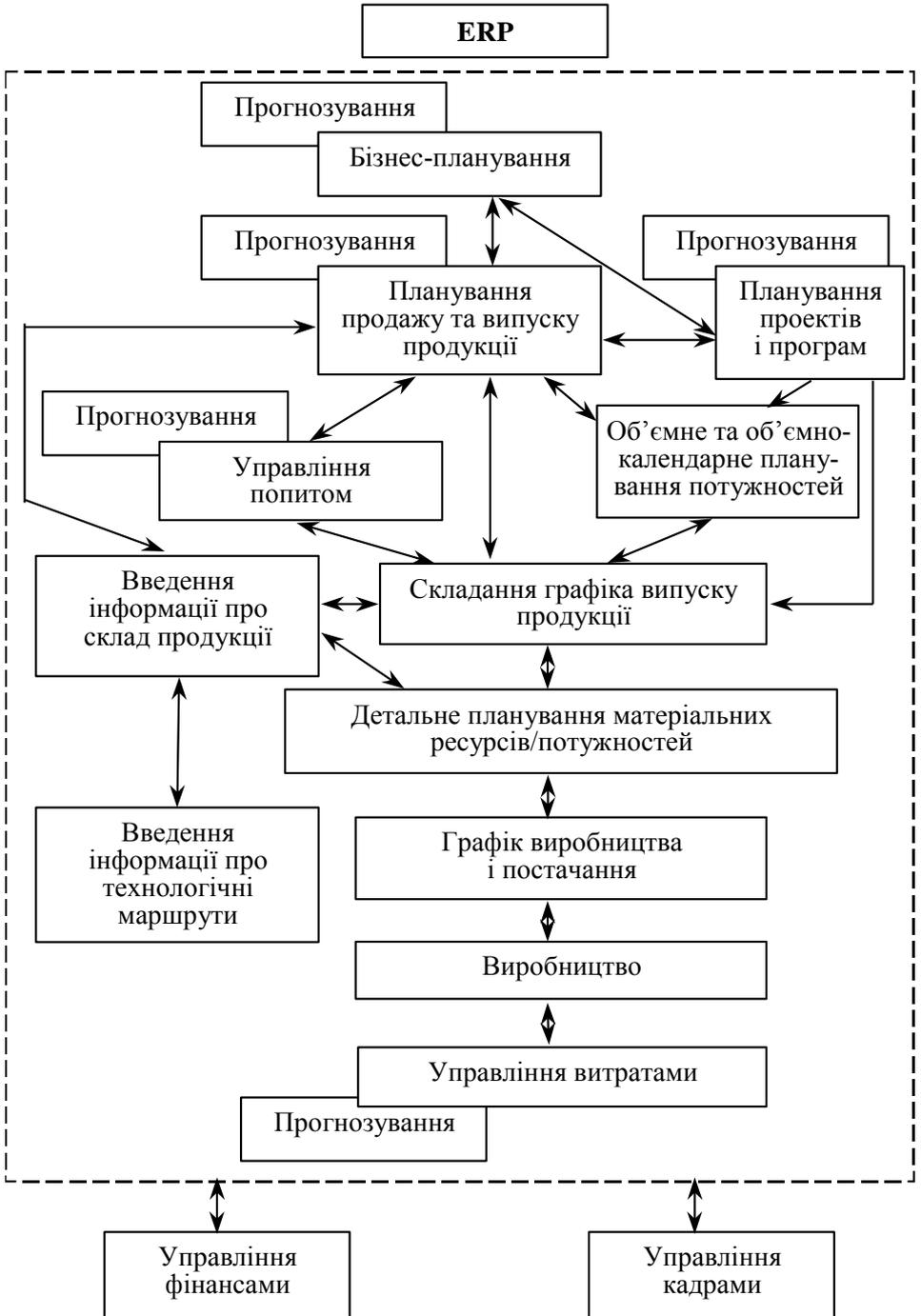


Рис. 4.5. Структура управління в ERP-системах у збільшеному вигляді

Ведення інформації про склад продукції. Ця частина системи управління забезпечує управлінців і виробничників інформацією необхідного рівня про продукцію, виробу, складальні одиниці, деталі, матеріали, а також про оснащення і пристосування. Тут забезпечуються адекватне подання різних структур виробів, повнота даних, фіксація всіх змін. Особливе місце серед вирішуваних задач належить задачі розв'язування для багаторівневих виробів. Вона використовується також під час планування потреб у матеріальних ресурсах.

Ведення інформації про технологічні маршрути. Для вирішення задач оперативного управління виробництвом необхідна інформація про послідовність операцій, що входять у технологічні маршрути, тривалість операцій і кількість виконавців або робочих місць, необхідних для їх виконання.

Управління витратами. Цей фрагмент системи оцінює роботу виробничих та інших підрозділів з погляду витрат. Тут виконуються роботи з визначення планових і фактичних витрат.

Роль даної підсистеми – забезпечити зв'язок між управлінням виробництвом і управлінням фінансовою діяльністю вирішенням задач планування, обліку, контролю і регулювання витрат. Задача, як звичайно, вирішується в різних розрізах по підрозділах, проектах, типах і видах продукції, výroбах тощо. Ця інформація використовується для вироблення управлінських рішень, що оптимізують економічні показники підприємства.

Управління фінансами. У цій підсистемі вирішуються задачі управління фінансовою діяльністю. Практично у всіх зарубіжних системах до неї входять чотири підсистеми більш глибокого рівня – *«Головна бухгалтерська книга»*, *«Розрахунки із замовниками»*, *«Розрахунки з постачальниками»*, *«Управління основними засобами»*. Автоматизація управління фінансами на підприємстві дозволяє:

- посилити фінансовий контроль шляхом узагальнення всієї фінансової діяльності;
- поліпшити обіг грошових коштів забезпеченням повного управління кредитами і рахунками дебіторів;
- оптимізувати управління грошовими коштами за допомогою автоматизації розрахунків із постачальниками;
- максимізувати віддачу від капітальних вкладень забезпеченням більш ефективного управління основними засобами, орендованою власні-

стю, ремонтною базою, незавершеним капітальним будівництвом.

Управління кадрами. У даній підсистемі вирішуються задачі управління кадровими ресурсами підприємства, пов'язані з набором, штатним розкладом, перепідготовкою, просуванням по службі, оплатою тощо.

ERP, таким чином, є поліпшеною модифікацією MRP II. Її мета – інтегрувати управління всіма ресурсами підприємства, а не тільки матеріальними, як це було в MRP II.

Ще однією особливістю ERP є, по суті, збереження підходів до планування виробництва, прийнятих в MRP II. Основна причина полягала в тому, що на первинному етапі переходу від MRP II до ERP потужність обчислювальних систем була недостатньою для забезпечення широкого застосування методів моделювання та оптимізації. Обмеження обчислювального характеру призвели, наприклад, до того, що планові рішення формувалися шляхом циклічного повторення двох кроків. На першому кроці формується план без урахування обмежень на виробничі потужності. На другому кроці він перевіряється на допустимість. Процес повторюється доти, доки план, отриманий на черговій інтеграції, не буде допустимим.

В ERP рішення про включення виробу в графік випуску продукції може прийматися не тільки на основі попиту, що реально існує, а й на основі прогнозу попиту і у зв'язку з виконанням великих проектів і програм. Це, безумовно, розширює діапазон застосування системи управління і робить її більш гнучкою та оперативною щодо змін зовнішнього середовища.

Нижче наводиться опис тих функціональних компонент ERP, які забезпечують управління виробничим процесом на підприємстві. Головна увага при цьому приділяється методам управління, що застосовуються у базових системах ERP.

● **Прогнозування економічних процесів**

Потреба в прогнозуванні може виникнути на декількох рівнях системи управління підприємством, оскільки попит на продукцію і послуги може змінюватися з різною періодичністю.

Для систем управління підприємством найважливішими моментами є такі:

- ієрархія прогнозів;

- структура формування прогнозів;
- якісні методи прогнозування;
- кількісні методи прогнозування;
- поєднання прогнозування і планування.

Нижче наводяться приклади основних прогнозів.

1. *Довгострокові прогнози.* Горизонт прогнозування – роки. Об'єкти прогнозування: потреби ринку в нових видах продукції (у вартісному або натуральному вираженні); потреби ринку в старій, тобто тій, що випускається сьогодні, продукції (у вартісному або натуральному вираженні); необхідна продуктивність підприємства; капіталовкладення; потреби у виробничих потужностях підприємства.

2. *Середньострокові прогнози.* Горизонт прогнозування – місяці. Об'єкти прогнозування: нові типи або групи продукції; продуктивність окремих виробництв і підрозділів; потреби в кадрах; потреби в закупівлі матеріалів; оцінка запасів.

3. *Короткострокові прогнози.* Горизонт прогнозування – тижні. Об'єкти прогнозування: окремі найменування продукції; працівники певних спеціальностей і кваліфікації; продуктивність обладнання в окремих цехах і на дільницях; рівень запасів.

На рис. 4.6 показана укрупнена схема формування прогнозу і його використання як першого кроку в плануванні.

Якісні методи прогнозування звичайно базуються на виявленні чинників, які визначають обсяги продажу або сервісу. Потім формуються думки відносно ймовірностей прояву цих чинників у майбутньому.

Нижче наводяться основні якісні методи.

1. **Мозковий штурм.** Робочій групі надається будь-яка необхідна інформація з бази даних підприємства і зовнішньої бази даних. Учасники групи створюють індивідуальні прогнози. Крайні прогнози відкидаються, а роль компромісного виконує прогноз, заснований на індивідуальних прогнозах, що залишилися.

2. **Метод Делфі.** Згідно з цим методом учасники анонімно відповідають на запитання, отримують інформацію про відповіді всіх учасників, а потім процес повторюється знову до досягнення згоди.

3. **Огляд діяльності з продажів.** Оцінка продажу в майбутньому по регіонах здійснюється тут на основі оцінок окремих продавців.

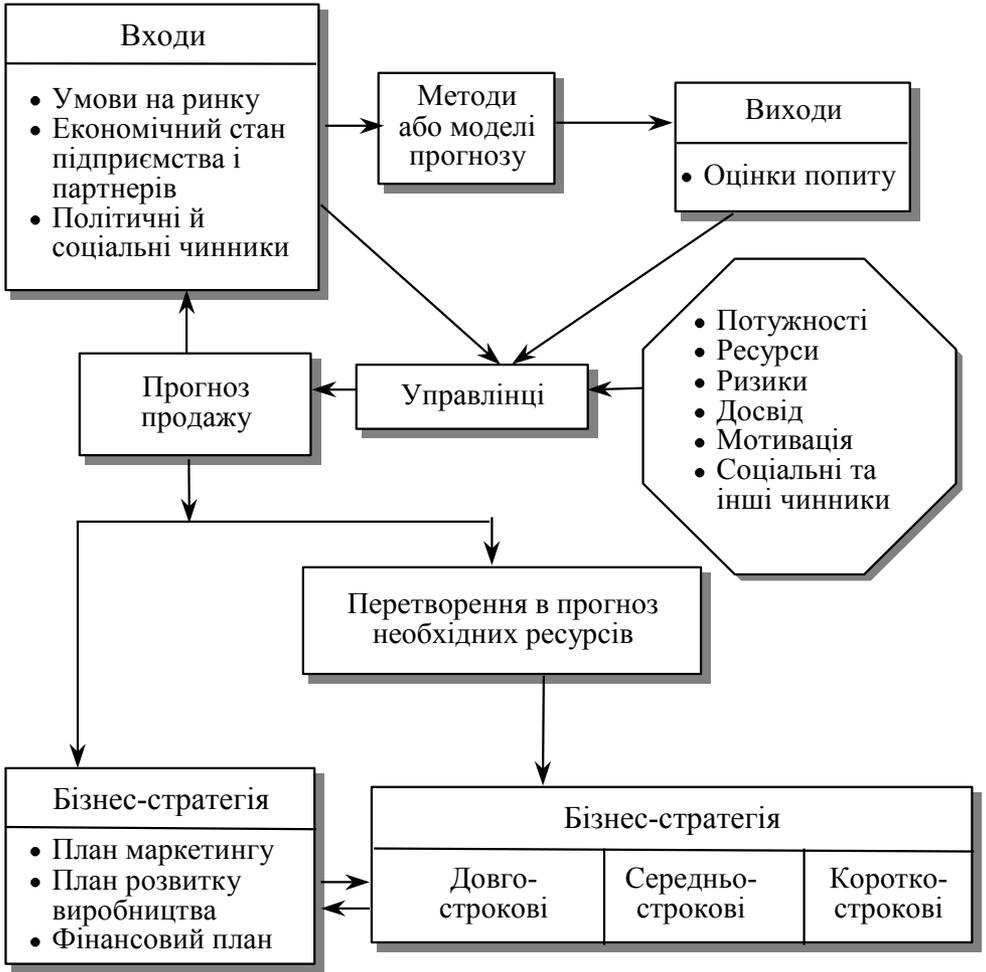


Рис. 4.6. Схема формування прогнозу

4. **Аналіз інформації від покупців.** Оцінки майбутнього продажу роблять безпосередньо покупці. Індивідуальні оцінки зводяться воедино.

5. **Історичні аналогії.** Маркетингові дослідження, опитування, інтерв'ю, пробний продаж дозволяють сформуванню основи для перевірки гіпотез відносно поведінки реального ринку.

Якісні методи засновані на нескладних алгоритмах опрацювання інформації. Обсяг інформації може бути значним. Роль комп'ютерних систем полягає в інформаційній підтримці.

Кількісні методи прогнозування реалізуються за допомогою математичних моделей, що базуються на попередній історії. Подібні моделі будуються, виходячи з припущення, що дані по поведінку процесу в мину-

лому можуть бути поширені й на майбутнє.

Найчастіше до базових систем і пакетів прикладних програм включаються методи, засновані на часових рядах, отриманих за допомогою вимірювань у певних часових періодах.

Як правило, результати вимірювань поведінки процесу в минулому можуть бути розкладені на декілька компонентів.

Тренд – це постійна, довготривала тенденція.

Циклічна складова описує ту частину процесу, яка повторюється з низькою частотою.

Сезонна складова описує цикли, що повторюються з високою частотою протягом року.

Випадкова флуктуація являє собою випадкове відхилення часового ряду від невинуватої функції, що описується трендом, циклічною і сезонною складовими.

Прогнозування на основі кількісних методів полягає передусім у визначенні вигляду і параметрів функцій, що описують невинуваті складові.

Здебільшого застосовують такі кількісні моделі прогнозування:

1. **Лінійна регресія.** Модель спрямована на виявлення зв'язку між залежною змінною (тобто величиною, що прогнозується) і однією або більшою кількістю незалежних змінних у вигляді даних про попередню історію. У простій регресії є тільки одна незалежна змінна, а у множинній регресії їх декілька. Якщо передісторія подана у вигляді часового ряду, то незалежна змінна – це часовий період, а залежна – це величина, що прогнозується, наприклад обсяг продажу.

2. **Методи змінного середнього.** Прогностична модель для короткострокових прогнозів, заснована на часових рядах. У ній середнє арифметичне фактичних показників, обчислене для прийнятого числа останніх минулих часових періодів, береться за прогноз на наступний часовий період.

3. **Метод зваженого змінного середнього.** Ця модель працює подібно до попередньої, але в ній обчислюється не середнє, а середньозважене значення, яке і береться за прогноз на найближчий часовий період. Менші ваги приписується більш віддаленим періодам.

4. **Експоненціальне згладжування.** Це модель, що використовує часові ряди і призначена для короткострокових прогнозів. Згідно з даним методом величина, спрогнозована для останнього періоду, коригується на

основі інформації про помилку прогнозу в останньому періоді. Скоригований за останній період прогноз стає прогнозом на наступний період.

Функції прогнозування і планування можуть перетинатися, оскільки перетинаються періоди прогнозування і планування, а об'єктом прогнозування і планування може бути одна і та сама продукція. При цьому об'єктом планування є продукція, на яку є замовлення. Прогноз же за своєю природою прямо не пов'язаний із існуючим замовленням.

У деяких системах передбачена така логіка визначення потреб у продукції за одночасного прогнозування і планування. Горизонт планування ділиться на три часових зони. Для кожної зони використовується свій варіант прийняття рішення про величину потреб у продукції.

Варіант 1. Потреби обчислюються на основі фактичного існуючого попиту.

Варіант 2. Потреби обчислюються на основі попиту, за який береться максимальне значення з двох величин – прогнозу і фактичного попиту.

Варіант 3. Матеріальні потреби визначаються на основі попиту, що прогнозується.

Вибір варіанта взаємодії фактичного попиту і попиту, що прогнозується, залишається за користувачем. Вибір залежить від типу виробництва, номера зони, зовнішніх умов, у яких працює підприємство.

● **Управління проектами і програмами**

Одна з тенденцій розвитку виробництва полягає у зростанні частки продукції, яка не випускається на склад і яка навіть не збирається під замовлення, а проектується за замовленнями. Традиційними галузями, де здебільшого практикується така орієнтація, є аерокосмічна й оборонна. Будь-який новий виріб у цих галузях вимагає виконання великого і досить дорогого комплексу тривалих робіт. Такі комплекси звичайно називають проектами або програмами.

Проект у багатьох випадках стає самостійним об'єктом управління і джерелом замовлень, що подаються у виробничі системи. Тому в сучасних системах ERP з'явилися модулі, спеціально призначені для управління проектами або програмами.

Управління проектом, з одного боку, безпосередньо підпорядковане стратегічним цілям, які насамперед реалізує бізнес-планування, а з іншого – породжує потреби в продукції, які передаються в модуль планування продажу або безпосередньо в модуль формування графіка випуску продукції.

кції. Потреби в продукції можуть у ході реалізації проекту формуватися з різною мірою точності. Що ж до видів і типів продукції, то зв'язок з виробництвом проходить через модуль «Планування продажу і випуску продукції». Якщо ж мова йде про вироби, то зв'язок з виробництвом проходить через модуль «Складання графіка випуску продукції».

Звичайно, і ранні системи ERP містили елементи, необхідні для управління виробництвом складної продукції. Але лише відносно недавно з'явилися спеціалізовані системи, де функціональні можливості управління проектами різко змінили вигляд системи загалом.

В основі управління проектами лежать сітьові моделі. Для роботи з сітьовими моделями застосовують два методи – метод критичного шляху (МКШ) і метод оцінки й перегляду програм (ПЕРТ). У цих методах основна увага приділяється календарному управлінню роботами. Відмінність методів полягає в тому, що в методі МКШ оцінка тривалості операцій здійснюється в детермінованих величинах, а в методі ПЕРТ – у випадкових. Зараз обидва методи об'єднані в єдиний підхід, що отримав назву сітьового планування і управління (СПУ). У міру розширення сфери застосування метод ПЕРТ дедалі більше почали застосовувати й для аналізу витрат.

Сітьове планування і управління включає три основних етапи: структурне планування, календарне планування, оперативне планування.

До *структурного планування* входить: розбиття проекту на операції, оцінка тривалості операцій та побудова моделі; аналіз моделі на несуперечність.

Календарне планування включає розрахунок критичного шляху з виявленням критичних операцій; визначення ранніх і пізніх термінів завершення операцій; визначення резервів часу для некритичних операцій.

Оперативне управління передбачає вирішення на сітьовій моделі задач обліку, контролю, регулювання. У ході регулювання можуть коригуватися не тільки параметри моделі, але і її структура.

Побудова сітьової моделі виконується відповідно до деяких правил. Наприклад, потрібно, щоб кожна операція в мережі була представлена тільки однією дугою.

На рис. 4.7 показаний приклад сітьової моделі.

У процесі розрахунку визначаються **критичні** й **некритичні** операції проекту. Операція вважається критичною, якщо затримка її початку спричиняється до збільшення терміну закінчення всього проекту. **Крити-**

Критичний шлях визначає безперервну послідовність критичних операцій, що зв'язують початкову і завершальну подію. Некритична операція має резерв (запас) часу, оскільки проміжок часу між її раннім початком і пізнім закінченням більший за її тривалість.

Критичні операції показані в прикладі, що поданий на рис. 4.7: (0,2), (2,3), (3,4), (4,5), (5,6).

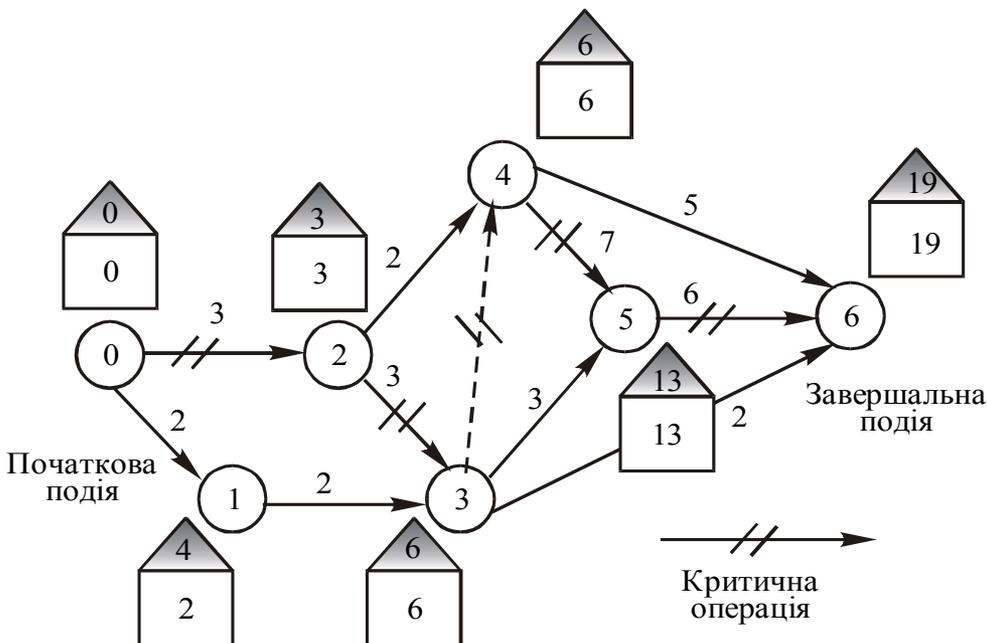


Рис. 4.7. Сітвova модель управління проектами

Для некритичних операцій обчислюються резерви часу. Розрізняють два основних види резервів часу:

1. **Повний резерв** – визначається співвідношенням: повний резерв = (пізній час завершення операції – ранній час початку операції) – тривалість операції.

2. **Вільний резерв** – визначається виходячи з припущення, що всі операції в мережі починаються в ранні терміни (мається на увазі лівий крайній розклад робіт). У критичних операціях повні й вільні резерви дорівнюють нулю. У некритичних операціях повні резерви не рівні нулю, а вільні резерви можуть прибирати як ненульові, так і нульові значення.

Резерви важливі, оскільки, зсуваючи роботи в межах резервів, можна

добитися задоволення обмежень на ресурси або їх найбільш рівномірного використання. При розподілі ресурсів виникає багатоваріантна задача, яка може бути описана як оптимізаційна. У низці базових систем ERP і самостійних систем управління проектами є евристичні методи отримання задовільного вирішення задачі.

● **Планування виробництва і складання графіка випуску продукції**

Довгострокові, середньострокові й короткострокові плани створюються на різних організаційних рівнях і охоплюють різні часові періоди. Створені на вищому рівні, довгострокові плани відображають стратегічні цілі організації. Вони стають основою для середньо- і короткострокових планів. Середньострокові плани поділяються на плани зайнятості, укрупнені плани утворення запасів або виробництва, плани завантаження, плани модернізації потужностей, контракти з постачальниками. Ці укрупнені плани є основою для побудови короткострокових планів. Короткострокові плани звичайно поширюються на термін від декількох тижнів до декількох місяців і включають графіки випуску продукції, графіки виробництва компонент, графіки матеріального постачання, оперативні виробничі графіки та графіки використання потужностей. Графіки виробництва – це короткострокові плани виробництва товарів або кінцевої продукції. Планування виробництва включає такі кроки:

1. Прогноз продажу і фіксація фактичного попиту для кожного виду продукції. Він показує кількості, які повинні бути продані в кожний часовий період (тиждень, місяць, квартал) планового горизонту (звичайно від 6 до 18 місяців).

2. Зведення воєдино в загальний прогноз даних по всіх окремих видах продукції і послуг.

3. Перетворення сумарного попиту в кожному періоді в чисельність робітників, обладнання та інших складових виробничих потужностей, необхідних для його задоволення.

4. Розробка альтернативних схем використання ресурсів, які б дозволяли забезпечити виробничі можливості, для реалізації сумарного попиту.

5. Відбір з альтернатив такого плану використання потужностей, який дозволяє задовольнити попит і найкращим чином відповідає цілям організації.

Крок 5 передбачає, що виробнича система зобов'язана задовольняти попит, який прогнозується. Є, однак, випадки, коли виробничі потужності не можуть бути збільшені або коли продукцію вигідніше виготовляти в обсязі, меншому, ніж прогнозний або фактичний попит. У ERP-системах припускається, що мета підприємства полягає в задоволенні попиту.

Центральне місце в плануванні виробництва займають такі питання:

- Скільки виробничих ресурсів кожного виду є в наявності?
- Який рівень потужності забезпечує ресурс кожного виду?
- Яким чином визначається потужність виходячи з існуючих ресурсів?
- Скільки коштує зміна потужностей у бік збільшення або зменшення?

Основними джерелами для визначення можливостей підприємства під час розробки середньострокових планів є такі: основний і понаднормовий робочий час; запаси продукції, утворені в попередні періоди; субконтракти на постачання продукції або виконання послуг зовнішніми партнерами.

Розрізняють такі види середньострокових планів: збалансований і план з фіксованим рівнем потужності.

Збалансований план. У кожний момент часу існуючі потужності рівні потребам, зумовленим прогнозованим попитом.

План з фіксованим рівнем потужностей. Потужності є постійними на всьому горизонті планування. Відхилення попиту, що змінюється, від можливостей постійних виробничих потужностей компенсується за допомогою запасів, відкладеного попиту, понаднормових робіт і субконтрактів.

На практиці доцільно розглядати декілька варіантів планів з різними підходами до компенсації коливання попиту.

Для вирішення задач планування виробництва розроблені й застосовуються переважно такі підходи.

Лінійне програмування використовується, як правило, для мінімізації сумарних витрат у плановому періоді. У витрати включаються: основна зарплата, понаднормові, на субконтракти, звільнення і найм працюючих, зберігання запасів. Обмеження моделі звичайно включають максимальні потужності й обмеження на міру задоволення попиту в плановому періоді.

Лінійні вирішальні правила базуються на застосуванні квадратичної функції витрат для конкретної виробничої системи. Функція дозволяє визначати сумарні витрати, що включають: основну зарплату, понаднормові, субконтракти, витрати на зміну чисельності працюючих і зберігання

запасів. Як незалежні змінні застосовуються обсяг випуску продукції і чисельність працюючих. Функція будується для кожного періоду горизонту планування, що планується.

Управляючі коефіцієнти. В основі цього підходу лежить припущення, що ЛПР буде план з урахуванням складного критерію і власного досвіду. Цей метод використовує дані про передісторію, пов'язану з рішеннями в минулому, і дозволяє побудувати регресію, яка повинна бути використана для побудови плану.

Моделювання на ЕОМ дає змогу перевірити шляхом перебору численні поєднання виробничих ресурсів з метою пошуку найкращого плану на період і на горизонт.

Середньострокові плани визначають кількість продукції, яку економічно доцільно проводити на підприємстві. За середньостроковими планами складаються графіки випуску продукції.

У графіку випуску продукції встановлюється кількість кінцевої продукції, яка повинна бути випущена в кожний період короткострокового горизонту планування. Тривалість горизонту планування – від кількох тижнів до кількох місяців.

При складанні графіка визначені раніше обсяги виробництва розподіляються у вигляді замовлень на випуск продукції.

Графіки випуску продукції в загальному випадку складаються з чотирьох відокремлених одна від одної ділянок: *закріпленої, фіксованої, заповненої, відкритої.*

Зміни на **закріпленій ділянці** звичайно заборонені, оскільки вони спричиняються до зміни планів постачання і виробництва предметів після їх запуску, що призводить до зростання витрат. **Фіксована ділянка** – це період часу, в який зміни можуть відбуватися, але тільки у виняткових ситуаціях. **Заповнена ділянка** відповідає часовому інтервалу, на якому всі виробничі потужності розподілені між замовленнями. Зміни на цій ділянці допускаються і можуть зумовити значні зміни термінів виконання замовлень. **Відкрита ділянка** – це часовий інтервал, на якому не всі виробничі потужності розподілені, і нові замовлення звичайно розміщуються на цій ділянці.

Графік випуску продукції створюється на основі інформації про замовлення, прогнози попиту, стан запасів і виробничі потужності. Під час побудови графіка виконується перевірка варіантів графіка на недовантаження або перевантаження виробничих потужностей.

Графік є динамічним і періодично оновлюється. При цьому вирішується завдання обліку ходу виробництва, початок і закінчення горизонту планування зсуваються праворуч на один тиждень, наново переглядається оцінка попиту. У зв'язку з тим, що попити, розташовані в далеких періодах, ймовірніше за все, змінюються у міру наближення часового інтервалу до фіксованого вигляду, вимога до точності оцінки попиту для початкових періодів вища, ніж для віддалених.

Планування виробництва на рівні графіка випуску продукції має ряд помітних особливостей залежно від того, працює підприємство на склад чи за замовленнями. Найбільшою мірою змін зазнають управління попитом, розмір партій запуску і кількість продукції, що випускається.

У виробництві, що виконує замовлення, в оцінці попиту домінують замовлення, що надійшли на даний момент. Графік складається звичайно на основі портфеля замовлень. Розмір партії та кількість продукції, що випускається, як правило, збігаються і визначаються замовленням. Процес складання графіка для таких підприємств є найбільш складним і трудомістким, особливо для багатомономенклатурного виробництва.

У виробництві, що працює на склад, замовлення надходять зі складу готової продукції. Вони формуються на підставі прогнозованого попиту з боку потенційних замовників. За цих умов зростає роль прогнозування. У початкові періоди горизонту планування можлива наявність портфеля замовлень, однак їхня питома вага зазвичай є невеликою. Розмір партії тут дуже важливий і визначається виходячи з міркувань економічної ефективності. Зменшення розміру партії призводить до зростання частки постійних витрат на одиницю продукції, а збільшення розмірів партії – до зростання запасів і витрат на їх зберігання. Оптимальним є розмір партії, за якого мінімізуються сумарні витрати.

Плановий горизонт може змінюватися в широких межах – від кількох тижнів до року і більше. На вибір планового горизонту впливають багато чинників, але один чинник є вирішальним. У ERP-системах використовується правило, згідно з яким плановий горизонт повинен бути не меншим від найбільшого виробничого циклу серед усіх виробів, що розглядаються при складанні графіка.

Зараз у практиці планування широко застосовуються ЕОМ і математичні методи. Всі перелічені вище дії виконуються, як правило, за допомогою людино-машинних процедур. Особливо ефективним є застосування ЕОМ в управлінні багатомономенклатурним виробництвом через

високу розмірність задачі планування. Значного поширення набув підхід до створення графіка, за якого в ході планування певна частина замовлень або планово-облікових одиниць з попереднього графіка фіксується, і новий графік складається на основі двох частин: фіксованої складової колишнього графіка і змін до нього. Всі сучасні прикладні системи містять модулі для побудови графіка випуску продукції.

Планування виробництва на рівні графіка випуску продукції – одна з найважливіших функцій в ERP. Незадовільна її реалізація спричиняється до перевантажень і недовантажень потужностей, надмірного зростання запасів на одні вироби і дефіцит на інші. Навпаки, при задовільній реалізації поліпшується обслуговування замовників, знижується рівень запасів, ефективніше використовуються виробничі потужності.

Завдяки рішенню задачі складання графіка стають відомими терміни й обсяги випуску продукції. Управління постачанням, виробництвом деталей і складальних одиниць та іншими складовими виробничого процесу залежать від того, які системи організації та управління використовуються. В США у практиці управління і в літературі прийнята така класифікація: *системи з витратою запасів* (pond-draining approach), *системи з «проштовхуванням»* (push systems), *системи з «протягуванням»* (pull system) і *системи, сконцентровані на «вузьких місцях»* (bottlenecks).

Системи з витратою запасів сконцентровані на підтримці резервів матеріальних ресурсів, необхідних для виробництва. Оскільки виробники не знають заздалегідь термінів і кількості необхідних замовникові ресурсів, більшість видів продукції в таких системах виробляється заздалегідь і складається у вигляді запасів готової продукції або деталей і складальних одиниць; у міру зменшення запасів продукції або її компонентів – виробляється для їх поповнення.

У системах з «проштовхуванням» увага загострюється на використанні інформації про замовників, постачальників і продукцію в управлінні матеріальними потоками. Постачання партій матеріалів і напівфабрикатів на підприємство планується якомога ближче до термінів виготовлення деталей і складальних одиниць. Деталі й складальні одиниці виробляються якомога ближче до термінів подачі на складання, готова продукція складається і відправляється як можна ближче до необхідного часу виконання замовлення. Матеріальні потоки «проштовхуються» крізь усі фази виробництва.

Системи з «протягуванням» орієнтовані передусім на скорочення рівня запасів на кожній виробничій фазі. Якщо в попередній системі роль графіка зводилася до визначення того, що робити далі, то в даній системі переглядається тільки наступна стадія, з'ясується, що необхідно робити для її виконання, і виробляються необхідні дії. Партії у виробництві переміщуються від ранніх стадій до пізніх без проміжного складування. Існує чимало різновидів і найменувань для подібних систем: «точно-в-термін» (Just-in-Time), виробництво з коротким циклом, системи з візуальним управлінням тощо.

ТРАДИЦІЙНЕ ERP — ПЛАНУВАННЯ РЕСУРСІВ ПІДПРИЄМСТВА

Процес опрацювання замовлення



Підвищення ефективності операцій у традиційному промисловому підприємстві

Рис. 4.8. Спрощена схема системи, побудованої на базі ERP-концепції

Донедавна підхід до розв'язання задач планування виробництва в системах ERP залишався переважно в тому вигляді, в якому він усталився у системах MRP II. Стисло його можна визначити як підхід, що ґрунтується на активному використанні календарно-планових нормативів на виробничі цикли. Недолік такого підходу полягає в тому, що він суперечить необхідності оптимізації планування. Проте елементи оптимізації планування в традиційних MRP II/ERP-системах трапляються лише на нижньому рівні – під час вирішення задач оперативного планування з використанням методів теорії розкладів. З іншого боку, системи, побудовані на базі стандарту ERP, переважно орієнтовані на внутрішню дія-

льність підприємства – в них була виключена можливість управління розширеним виробничим ланцюгом «постачальник–виробник–споживач», тобто логістичним ланцюгом (рис. 4.8 та рис. 4.9).

**ERP — вимога,
але цього недостатньо**

Переваги ERP

Зниження вартості за рахунок ефективності операцій
Зменшення часу виходу продуктів на ринок
Зниження витрат та браку
Підвищення якості продукції
Опрацювання замовлень за замкнутим циклом

Недоліки ERP

Внутрішня сфокусованість
Функції, обмежені виробництвом та адмініструванням, функції продажу, маркетингу та розробки відсутні
Із запізненням реагує на кон'юнктуру ринку
Ефективність операцій може бути скопійована та поліпшена конкурентами

Рис. 4.9. Переваги та недоліки ERP-системи

4.4. СИСТЕМИ ПЛАНУВАННЯ РЕСУРСІВ ПІДПРИЄМСТВА, СИНХРОНІЗОВАНОГО ЗІ СПОЖИВАЧАМИ (CSRP)

Концепція **CSRP (Customer Synchronized Resource Planning)**, використовуючи перевірену часом інтегровану функціональність ERP, розширює поняття планування від виробництва далі, на покупця. Ідеологія CSRP надає дійові методики і реалізуючі їх програмні продукти для створення товарів, що модифікуються під конкретного користувача.

● *Інтеграція покупця в процес виробництва*

Надання покупцеві можливості впливати на процес виробництва – це основа ідеології і головне достоїнство CSRP. Порушення виробничого ритму за рахунок вимог покупців, що надходять у реальному часі в системі щоденного планування і виробництва, примушує керівників підприємств не тільки звертати увагу на виробництво, а й враховувати під час оперативного управління критичні чинники ринку і зміну споживних властивостей продукції.

Виробники, що спонукаються взаємодією з покупцем, а не внутрішніми проблемами виробництва, можуть отримати істотні переваги, якщо систематично матимуть відповідь на такі питання:

- Які продукти потрібно виробляти?
- Які послуги варто пропонувати?
- Які нові ринки є перспективними для розвитку?

Виробники приймають рішення щодо вибору продуктів і ринкових ніш, але ці рішення ізольовані від виконавчих підрозділів організацій, які, власне, і займатимуться їх реалізацією. З іншого боку, в класичних системах планування і управління ресурсами «відчуття» ринку і критична інформація про покупця недоступні системі планування бізнесу та ізольовані в різних локальних підсистемах, розкиданих по організації.

Кожний із цих підрозділів приділяє значну увагу роботі з покупцем. Але в більшості традиційних виробничих структур ці підрозділи витрачають дуже мало часу на взаємодію з плановими або виробничими відділами. За створення зразків продукції відповідає конструкторський відділ. Відділ обслуговування покупців відповідає тільки за організацію приймання замовлень. Але конструкторський відділ повинен розуміти, що він створює продукт для споживача, який потім продаватиметься комерсантом.

Інформація про те, що справді потрібно, що працює, а що ні, що продаватиметься, а що ні, виходить від покупця. Завдання підрозділів продажу й маркетингу: розуміючи, що необхідно покупцям, пропонувати відповідні рішення і тим самим створювати попит. Крім того, вони володіють цінною інформацією про нові ринкові тенденції, тиск конкурентів, проблеми обслуговування покупців, ціноутворення і попит.

Сервісні служби володіють великою кількістю іншої корисної інформації відносно того, які продукти викликають проблеми, які удосконалення найчастіше цікавлять покупців і які послуги, що пропонуються, можуть бути найціннішими для покупця. Нарешті, конструкторський відділ, а також відділ досліджень і розробок займаються створенням нових продуктів та їх прототипів, розробляють продукцію майбутнього. І у зв'язку з цим також виникають питання: як нові продукти будуть прийняті на ринку, що має прийнятну ціну, а що ні. Все це – життєво важливі проблеми.

ДЕ ФОРМУЄТЬСЯ ІНФОРМАЦІЯ ПРО ПОКУПЦІА



Рис. 4.10. Центри формування інформації про покупців

CSRP – це перша бізнес-методологія, яка включає в ядро системи управління бізнесом діяльність, орієнтовану на інтереси покупця (рис. 4.10). Уперше запропонована методологія ведення бізнесу заснована на поточній інформації про покупця. CSRP переміщує фокус уваги з планування виробництва на планування **замовлень покупців**. Інформація про клієнтів і послуги кладеться в основу діяльності організації (рис. 4.11).

CSRP – планування ресурсів, синхронізоване з вимогами покупців



Рис. 4.11. Спрощена схема CSRP-системи

Виробниче планування не просто розширюється, а замінюється **вимогами клієнтів**, відомості про які надходять з підрозділів, орієнтованих на роботу з покупцями.

Таким чином, CSRP примушує переглянути всю бізнес-практику, зосереджуючи увагу на ринковій активності, а не на виробничій діяльності. Бізнес-процеси синхронізуються з діяльністю покупців.

Розгляньмо, наприклад, **процес опрацювання замовлень**, який тепер включає, крім функції введення замовлення, функції продажу і маркетингу. Опрацювання замовлень починається не із замовлення, а з роботи з покупцем або навіть з потенційним клієнтом. Як міняються ділові процедури в нових умовах?

- Продавці більше не розміщують замовлення. Вони формують замовлення спільно з покупцем (можливо, на його робочому місці), виявляючи його потреби, якими динамічно визначаються вимоги до продуктів і до їх

виробництва. Технологія конфігурування замовлень дозволяє перевіряти їх здійсненність ще до того, як вони розміщуватимуться.

- Опрацювання замовлень включає аналіз інформації про потенційних клієнтів. Системи управління контактами і генератори звітів об'єднуються із системами створення замовлень і виробничого планування, щоб надати відомості про необхідні ресурси до того, як замовлення буде розміщене. Тенденції ринку, попит на продукцію та інформація про пропозиції конкурентів – усе це пов'язується з ключовими бізнес-процесами.

- Статичні цінові моделі замінюються на інструмент ціноутворення, який дозволяє визначити «оптимальну» вартість *кожного продукту* для кожного покупця. Збільшується прибутковість продукції і точність виготовлення.

CSRП розширює значення терміна *обслуговування покупців*. Тепер це вже не тільки звичайна телефонна підтримка і видача довідок про рахунки.

За використання моделі CSRП послуги, що надаються клієнтам, стають важливою ланкою діяльності підприємства, центром управління всією організацією. При цьому підрозділ технічної підтримки відповідає за доведення необхідної інформації про покупців до виконавчих центрів організації. У цьому випадку:

- засоби підтримки користувачів збігаються з ключовими додатками планування, виробництва й управління. Необхідна інформація про покупців і товари заздалегідь надходить до підрозділів, що відповідають за виробництво, продаж, дослідження і розвиток, а також до інших підрозділів;

- технології, засновані на Web, розширюють можливості підтримки покупців, надаючи віддалений, цілодобовий сервіс за принципом самообслуговування. Ключові виконавчі системи автоматично оновлюються, забезпечуючи оперативну видачу відповідей на запити покупців;

- підрозділи підтримки покупців стають центрами продажу і підтримки. Інтеграція з продажем, опрацюванням замовлень та управлінням забезпечує необхідну базу та інфраструктуру для розширення діяльності з підтримки покупців на область продажу, забезпечуючи просування нових і супутніх продуктів і послуг.

Планування діяльності й виробництва продукції також наповнюється новим змістом – воно стає плануванням замовлень покупців і динамічним виробництвом. Що це означає?

- Безпосереднє володіння інформацією про конфігурацію замовлень дозволяє виробничим підрозділам поліпшити процес планування завдяки зменшенню повторної роботи і зниженню числа затримок через наплив замовлень. Поліпшене виробниче планування дає можливість більш точно оцінювати терміни постачання і виконувати їх вчасно.

- Планування виробництва істотно поліпшується завдяки опорі на реальні клієнтські замовлення, а не на прогнози або оцінки. Маючи доступ у реальному часі до точної інформації про наявні замовлення покупців, планові відділи можуть динамічно визначати групування робіт, послідовність виконання замовлень, закупівлі. Така можливість має особливе значення в умовах недостатності *ресурсів* – матеріальних, фінансових або людських.

Маневрування ресурсами забезпечує надання їх у потрібному обсязі в потрібний час.

- Сконфігуровані вимоги до продукту можуть передаватися безпосередньо від покупця до субконтрактора або постачальника, тим самим усуваються помилки і затримки, які трапляються при переведенні замовлень покупців у замовлення на купівлю звичайним способом. Зміни в замовленні покупця можуть зумовлювати автоматичні зміни в замовленнях постачальникам через систему оперативного перепланування, що скорочує кількість переробок та усуває затримки. Якість продуктів і точність замовлення основних комплектуючих можуть бути значно поліпшені, а також зменшені періоди їх доставки.

Усі ці переваги наочно ілюструють, наскільки вигідною може бути переорієнтація бізнес-функції та інтеграція потреб покупця в ядро виконавчої системи.

Результати успішного застосування CSRP – це підвищення якості товарів, зниження часу постачання, підвищення споживної цінності продукції і т. ін. і – як наслідок – зниження виробничих витрат, а також – що ще важливіше, – розвиток *інфраструктури для створення індивідуалізованих рішень, що конфігуруються, поліпшення зворотного зв'язку з покупцями і забезпечення оптимального сервісу для покупця*. Це не технологічна ефективність, яка забезпечує лише тимчасову перевагу в конкуренції, а здатність створювати продукти, що задовольняють різноманітні потреби покупця, і кращий сервіс, тобто отримання стійкої конкурентної переваги.

● *Інтеграція на основі відкритих технологій*

Здатність взаємодії безлічі додатків, розроблених за допомогою різних технологій, – це ключова вимога, що забезпечує успіх CSRP. Зараз можлива побудова уніфікованого додатка для управління виробництвом на базі окремих модулів, розроблених різними виробниками. Виробництво, управління, продаж, обслуговування покупців, технічне обслуговування та інші орієнтовані на покупця бізнес-функції можуть виконуватися у відповідних підрозділах з використанням спеціалізованого програмного забезпечення, при цьому додатки можуть надавати й отримувати критичну для бізнесу інформацію з центральної бізнес-системи, яка базується на CSRP і використовується іншими підрозділами організації.

Розгляньмо звичайну виробничу ситуацію: продавець зустрічається з новим покупцем на його робочому місці, разом вони обговорюють поточні та майбутні вимоги до продукту, обговорюють варіанти, ціни і послуги, добирають рішення, що відповідає унікальним вимогам покупця, рішення, яке жоден інший конкурент не може зараз запропонувати.

Використовуючи додаток CSRP, продавець здатний зареєструвати специфічні вимоги до продукту, зафіксувати ціну й автоматично надіслати цю інформацію до штаб-квартири організації, де інформація динамічно перетворюється в детальні інструкції щодо виробництва та планування. Створюються специфікації на матеріали і комплектуючі для виробництва, автоматично визначаються виробничі маршрути, резервуються та замовляються необхідні матеріали і, нарешті, створюється наряд-замовлення для виробництва. Ключова інформація про клієнта динамічно використовується в основній діяльності підприємства. Збереження інформації про переваги покупця в загальній базі даних, що використовується в сервісних підрозділах, відділах технічного обслуговування, досліджень, планування виробництва, дозволяє досягнути необхідного рівня синхронізації діяльності підприємства з потребами покупців.

Відкриті технології зробили можливим приймання складних замовлень на відстані: покупець за допомогою INTERNET отримує доступ до Web-сервера виробника і в будь-який час дня або ночі вводить замовлення – стандартне або модифіковане. Покупець може змінити попередні замовлення, перевірити стан ще не виконаних замовлень або запитати нові доповнення. Оскільки така взаємодія інтегрована в основні бізнес-системи підприємства, дії покупця автоматично впливають на планування, вироб-

ництво і/або обслуговування покупців. І знову діяльність підприємства синхронізується з покупцем.

Відкриті технології роблять обидва ці сценарії і методологію CSRP реальністю.

4.5. РОЗВИНУТІ СИСТЕМИ ПЛАНУВАННЯ (APS)

Дещо пізніше з'явилась ще одна концепція, а саме: **APS (Advanced Planning System)** – «Розвинуті системи планування». Для таких систем характерне використання економіко-математичних методів розв'язання задач планування з поступовим зниженням ролі календарно-планових нормативів на виробничі цикли, а також використання оптимізаційних методів на вищих рівнях управління та застосування комп'ютерних інструментальних засобів підтримки прийняття управлінських рішень.

Управління в **системах четвертого типу** сконцентровано на так званих «вузьких місцях», чи стадіях виробничого процесу, що гальмують виробництво, оскільки їхня продуктивність є меншою, ніж на інших ділянках виробничої системи.

Розвиток ідей, методів і засобів управління виробничими системами сприяв появі систем нового покоління, що отримали назву «Розвинуті системи управління» (Advanced Planning and Scheduling System – APS). Їх не можна розглядати лише як нові інформаційні технології. Навпаки, нові технології в них використовуються для реалізації нових методів організації та управління виробництвом.

Протягом 1994–1996 рр. ринок систем ERP розвивався високими темпами. Обсяг продажу зростає приблизно на 40% у рік. Такі темпи вважаються надзвичайно високими в будь-якій галузі. Водночас обсяг продажу APS-систем зростає удвічі швидше. Починає виявлятися тенденція до фундаментальної зміни тих концепцій управління, на яких будуються сучасні системи ERP. Більшість із цих концепцій суперечать вимогам до управління в динамічних виробничих системах. Замовникам продукції потрібні якомога менша тривалість виконання замовлень і висока точність дотримання термінів. Часто ці вимоги вимірюються вже не днями або тижнями, а годинами і хвилинами. Крім того, все виразніше виявляється така вимога до систем управління, як поєднання масового характеру виробництва з індивідуальним виконанням виробів (mass customization).

Можна виділити такі напрями, в яких здійснюється перехід від ERP до APS:

- *підвищення міри деталізування при плануванні потужностей, що*

дозволяє ухвалювати більш обґрунтовані планові рішення;

- *поява нових інформаційних технологій, що дозволяють одночасно підвищити міру деталізування і вирішувати в реальному часі задачі аналізу і моделювання;*

- *включення в системи спеціальних засобів, які пристосовані до роботи вищої ланки;*

- *розгляд задач з одночасними обмеженнями на доступні матеріальні ресурси і потужності;*

- *формування планових рішень одночасно для багатьох заводів;*

- *поліпшення зворотного зв'язку у вигляді задач обліку фактичного стану процесів за рахунок підвищення точності й оперативності;*

- *широке застосування методів оптимізації планових рішень;*

- *динамічний підхід до ведення інформації про виробничі цикли.*

Зазвичай системи APS являють собою поєднання чотирьох взаємопов'язаних процесів. У всіх чотирьох процесах досить часто використовуються одні й ті самі підходи до планування, але вхідні дані та обмеження розрізняються. На рис. 4.12 показані чотири кроки моделі APS.

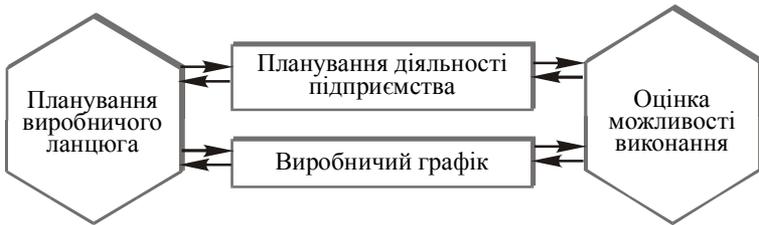


Рис. 4. 12. Основні кроки моделі APS

● **Виробничий графік**

Планування виробничого ланцюга (*Supply Chain Planning*) – це найвищий рівень системи планування. Підхід до планування передбачає облік необхідних чинників як усередині, так і поза підприємством. Можуть включатися такі зовнішні чинники, як потужності суміжників і постачальників, рівень попиту з боку покупців продукції, варіанти організації транспортування.

За допомогою SCP виробляються допустимі плани з урахуванням обмежень на виробничі потужності по всьому виробничому ланцюжку.

Мета даного кроку полягає в забезпеченні координації планів і графіків, що базуються на використанні цих ресурсів.

Планування діяльності підприємства полягає в тому, що бізнес-плани, виробничі потужності й матеріальні ресурси оптимізуються з метою задоволення ринкового попиту або попиту окремих замовників. На цьому рівні розглядаються основні виробничі ресурси і матеріальні потреби і виробляється прийнятний план, який потім поліпшується з урахуванням інших обмежень і цілей підприємства. Як обмеження звичайно розглядаються потужності виробництва і розподільної мережі, доступність матеріальних ресурсів та інших найбільш важливих ресурсів, а як цілі – міра задоволення попиту замовників, прибуток, рівень запасів тощо. Взагалі цей крок об'єднує і оптимізує виконання функцій, що традиційно виконуються модулями ERP верхнього рівня (бізнес-планування, планування виробництва, формування графіка випуску продукції, розрахунок потреб на виробничу програму).

Використовуючи отриманий раніше план роботи підприємства як вхідний, модуль виробничого планування (Production Scheduling) має справу з доступними матеріальними ресурсами, деталізованою інформацією про потужності та інформацією про стан ходу виробництва для того, щоб вирішувати задачу календарного планування, маючи за головну мету виконання термінів завершення замовлень. У ході виробничого планування, яке має календарний характер, використовуються ті самі цілі й обмеження, що і на попередньому рівні, але й інформація більш деталізована. Матеріальні ресурси для підвищення точності визначення короткострокових матеріальних потреб прив'язані до конкретних операцій, на яких вони використовуються. Виробниче планування виконує також функцію регулювання для більш високого рівня, щоб скоригувати терміни і кількості під час реалізації матеріальних потреб всередині підприємства і від суміжників.

Оцінка можливості виконання (available-to-promise-ATP) – це засіб забезпечення функціонування трьох попередніх рівнів. Вона спеціально введена в систему, щоб підвищити точність визначення дат виконання, які обіцяються замовникам замовлень. При вирішенні цієї задачі використовується інформація з існуючого виробничого плану, а також про ресурси, що необхідні для виробництва існуючих, але не включених до плану замовлень. Нову концепцію обчислення ATP у реальному часі, тобто на основі не статичного, а динамічно скоригованого виробничого плану, інколи на-

зивають задачею про можливість виконання замовлень на основі доступних потужностей (capable-to-promise -CTP).

Системи APS являють собою сьогодні швидше узагальнену модель і модулі, ніж інтегровані продукти. Вони використовуються спільно з наявними системами планування.

У сучасних системах APS застосовують широкий спектр алгоритмів оптимізації.

Найпоширенішими є такі підходи.

1) **Лінійне програмування.** Задача оптимізації вирішується для лінійної цільової функції при лінійних обмеженнях і обмеженнях на змінні.

2) **Алгоритми типу випадкового пошуку.** Група методів, заснована на принципі генерування, аналізу й добору кращого варіанта плану. При цьому кращий поточний план може бути для наступної ітерації базовим, в околі якого триватиме пошук.

3) **Алгоритми, засновані на теорії обмежень.** Теорія обмежень являє собою підхід до календарного планування, в якому спочатку будується план для «вузького місця» в системі, а потім від нього – для всіх інших елементів системи.

4) **Евристичні алгоритми.** Група розвинутих методів, доступна завдяки потужності сучасних ЕОМ. Це, як правило, алгоритми не випадкового пошуку, які полягають у перегляді змінних у позитивному і негативному напрямку для поліпшення плану. При цьому активно використовується специфіка задачі. Одна з особливостей реалізації евристичних алгоритмів: фірми-виробники систем APS часто продають їх у вигляді «чорних ящиків», не розкриваючи їхнього змісту.

Моделювання і підтримка прийняття рішень – один із основних засобів підходу APS, особливо тих, які орієнтовані на планування найвищого рівня.

Практично всі APS-системи володіють можливостями моделювання. Діапазон можливостей широкий: від ведення численних копій планів для покрокового порівняння – до аналізу витрат для різних планів. Більшість систем мають вбудовані панелі, які відображають результати оптимізації та організують їх передачу для **імітаційного моделювання**.

Потенціал систем APS у галузі моделювання далеко не вичерпаний. Зараз вони орієнтовані переважно на підтримку прийняття тактичних рішень, пов'язаних з появою нової продукції або нових замовлень. Потенційні можливості поширюються на такі рішення стратегічного характеру,

як будівництво нових заводів, об'єднання підприємств, поведінка ринку.

Сьогодні більшість фірм-розробників включають модулі APS у ядро своїх систем типу ERP або вступають в кооперацію з провідними виробниками.

ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ

Таким чином, концепції MRPII/ERP постійно еволюціонують і вдосконалюються. У кожний момент часу в них умовно можна виділити три шари.

Перший шар – це методи й засоби, перевірені практикою і закріплені у вигляді стандартів. У США існує система стандартів, яка підтримується державою, зокрема Міністерством оборони. У цих стандартах сформульовані вимоги до інформаційних систем фірм, що виконують державні замовлення. У результаті на стадії формування контракту підвищується упевненість держави в розумному витрачанні бюджетних коштів, а на стадії його виконання здійснюється всебічний контроль за термінами виконання і фактичними витратами. Як приклад можна навести урядовий документ «Вимоги до систем управління матеріальними процесами» (Material Management and Accounting System – MMAS).

Стандарти насамперед визначають вимоги до функціональної насиченості систем управління, методів і результатів отримання звітності про фінансове становище контрактів. Фірми – виробники базових систем – ретельно дотримуються цих стандартів. Саме з цієї причини порівняльний аналіз різних базових систем (особливо крупномасштабний) може вимагати значних зусиль, оскільки, на перший погляд, функціональні можливості практично не розрізняються.

Другий шар складають досить стійкі, часто застосовувані методи й прийоми, які, однак, не мають обов'язкового характеру. Ці методи і прийоми можна виявити при більш глибокому аналізі функціональних структур. За приклад можуть правити методологія змінного планування в MPS/MRP, алгоритми утворення партій в MRP, правила пріоритетів в SFC тощо.

Цей шар жорстко не регламентується, проте являє собою досить струнку систему взаємопов'язаних ідей і методів. Головна роль у підтримці цієї частини концепцій MRPII /ERP належить, безумовно, Американському товариству управління виробництвом і запасами (APICS),

заснованому в 1957 р. Сьогодні APICS об'єднує близько 70000 фахівців з багатьох країн світу, що представляють майже 20000 компаній. У їх числі – приблизно 500 компаній США, які працюють у галузі систем MRPII /ERP. Серед напрямів діяльності APICS – поширення інформаційних матеріалів; сповіщення про публікації і проекти в сфері утворення і перепідготовки; реалізація двох програм сертифікації фахівців з управління виробництвом і запасами (CPIM) та інтегрованими ресурсами (CIRM); проведення очних і заочних конференцій. APICS періодично видає тлумачний словник «APICS's Dictionary», який містить сотні термінів, що стосуються MRPII /ERP, і сприяє уніфікації термінології. Цей момент є дуже важливим, особливо для потенційних користувачів в Україні на стадії аналізу і вибору базової системи. Значний інтерес становлять списки літератури APICS, які є в INTERNET, з різних питань стосовно MRPII /ERP. В APICS діє гнучка система членства, яка передбачає чотири види членства – для корпорацій, фахівців, студентів університетів і коледжів, пенсіонерів. В середині APICS виділена група, що спеціалізується з управління складними галузями промисловості (CI SIG), як-от: аерокосмічна й оборонна.

Третій шар ідей і методів MRPII /ERP становить те нове, що вносять у свої базові системи фірми – виробники програмних продуктів. Реалізовані на їх основі нові інформаційні технології являють собою «ноу-хау» фірм-розробників. Як правило, саме в цьому шарі можна виявити значні відмінності продуктів різних фірм. Деякі з нових технологій можуть досить відчутно впливати на ефективність побудови великих інформаційних систем. До таких належать, наприклад, «**Система динамічного моделювання**» (**Dynamic Enterprise Modeling – DEM**) фірми BAAN – проблемно-орієнтована CASE-технологія проектування систем управління підприємствами.

Вагоме місце серед ідей і методів систем MRPII /ERP належить спеціально розробленим методикам впровадження систем. Аналіз літератури і досвід спілкування з фахівцями різних фірм показують, що нині склалося стійке уявлення про те, в якій послідовності та якими методами треба впроваджувати системи типу MRPII /ERP. Ретельне планування проектів з впровадження, організації діяльності колективів, ставка на перепідготовку персоналу всіх рівнів (особливо вищого рівня) – ось далеко не повний перелік умов досягнення позитивних результатів. Цією роботою займаються сотні консалтингових фірм різного масштабу, університети, бізнес-школи.

Наявність могутньої інфраструктури і методології побудови систем сприяє досягненню високого рівня ефективності при впровадженні систем управління типу MRP/ERP на промислових підприємствах. За деякими оцінками, впровадження таких систем сприяє скороченню запасів до 30%, підвищенню продуктивності праці до 25%, зростанню кількості замовлень, виконаних у термін, до 20%.