

8. Zimmermann H. J., Fuzzy Set Theory, Kluwer Academic Publishers, Boston/Dordrecht/London 1994.

9. Матвійчук А. В. Моделювання економічних процесів із застосуванням методів нечіткої логіки: Монографія. — К.: КНЕУ, 2007. — 264 с.

10. Вітлінський В. В., Шаранов О. Д. Теорія інтелектуальних систем прийняття рішень // Моделювання та інформаційні системи в економіці: Зб. наук. праць. — К.: КНЕУ, 2008. — Вип. 78. — С. 58—69.

11. Великоіваненко Г. І., Мамонова К. М. Ієрархічна логіко-лінгвістична модель оцінювання інвестиційної привабливості підприємства // Моделювання та інформаційні системи в економіці: Зб. наук. праць. — К.: КНЕУ, 2009. — Вип. 79. — С. 70—84.

12. <http://ru.wikipedia.org/>

УДК 65.050.2

М. С. Курков, канд. екон. наук,
ДВНЗ «КНЕУ імені Вадима Гетьмана»

МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ERP-СИСТЕМИ ДЛЯ ПІДТРИМКИ ОПЕРАТИВНОГО ПЛАНУВАННЯ ВИРОБНИЦТВА

АНОТАЦІЯ. В статті розглянуто ERP-системи на базі сучасних інформаційних технологій та стандартів управління. Представлено схеми побудови та приведено опис окремих елементів системи. Розглянуто можливість використання систем для оперативного планування.

ANNOTATION. In article are considered ERP-systems on the basis of modern information technologies and standards of management. Schemes of building are presented and the descriptions of the separate elements of system are resulted. The opportunity of using of such systems in operative planning are considered.

КЛЮЧОВІ СЛОВА. Інформаційна система, система управління підприємством, ERP, MRP, база даних, база знань, електронні документи, фінансові показники, управлінський процес, управління потоками, комп'ютерні технології, засоби передачі даних, система підтримки прийняття рішень.

I. Багато виробничих підприємств сьогодні використовують ERP-системи для реалізації стандартного циклу планування. Однак базова функціональність ERP не забезпечує належною мірою задачі планування виробництва на цеховому рівні (складання виробничих планів). У статті пропонується підхід по використанню розширень стандартної функціональності ERP-системи (на прикладі Oracle E-Business Suite) для реалізації алгоритмів розрахун-

ку виробничих розписів і одержання здійснених виробничих планів у єдиному просторі ERP-системи.

II. Функціональність сучасних платформ ERP покриває істотний обсяг задач виробничого планування. Виключення становлять рівні оперативного планування виробництва і деякі задачі керування ланцюжками поставок (SCM), автоматизація яких, як правило, здійснюється за допомогою спеціалізованих додатків. На рис. 1 представлені ці рівні оперативного планування.

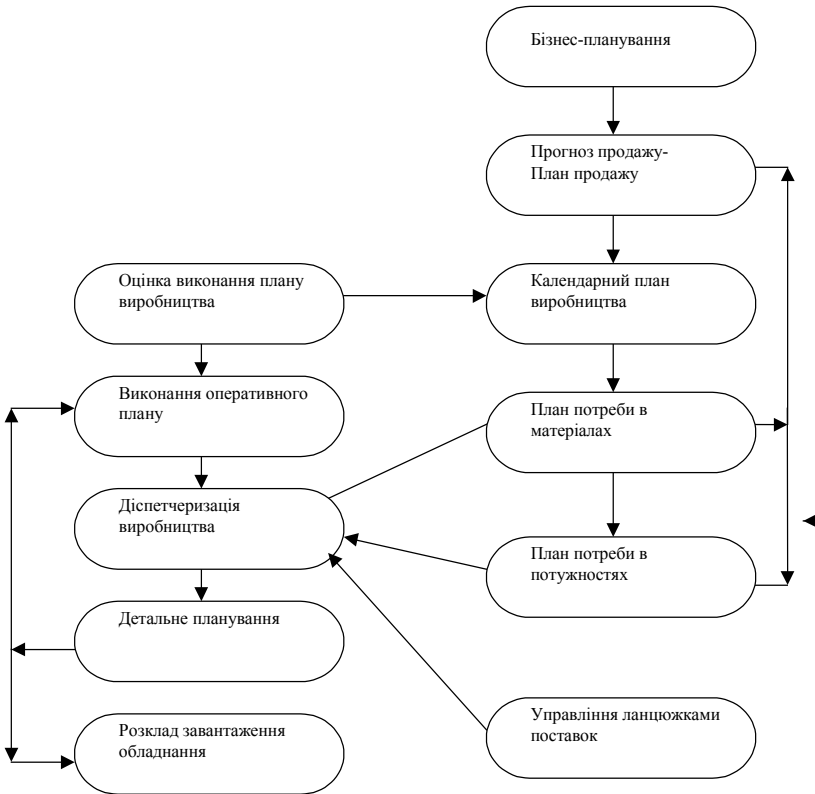


Рис. 1. Рівні оперативного планування

Разом з тим, рівень оперативного планування, як заключний етап виробничого планування, безпосередньо визначає сценарій роботи виробничих цехів, відіграє важливу роль у формуванні адекватних задачам підприємства виробничих планів.

III. Щоб проілюструвати значення етапу оперативного планування в загальному циклі виробничого планування, розглянемо коротко основні задачі, які вирішуються на різних етапах цього циклу. На етапі бізнес-планування визначається місія компанії: її ніша на ринку, оцінка й визначення прибутків, фінансові ресурси. Результатом етапу є бізнес-план компанії. На етапі формування прогнозу продажів формується оцінка об'єму й динаміки продажів, необхідних для виконання встановленого бізнес-плану. Результатом є план продажу продукції. Етап календарного планування виробництва полягає у формуванні об'ємно-календарного плану випуску продукції і його уточнень, виходячи з потреби в матеріалах і виробничих потужностях. У цілому, об'ємно-календарний план виробництва спрямований на забезпечення продукцією плану продажу, і його задача — визначення номенклатури, дати виготовлення й кількості виробів, які випускаються.

Календарний план виробництва, по суті, є збільшенням — безпосередній процес виробництва на цьому рівні планування розглядається в якості якоїсь «чорної скрині», на вхід якого надходять сировина і матеріали, а на виході виходить готова продукція. Оцінка ступеню виконання цього плану проводиться винятково в загальному вигляді, виходячи з можливостей поставки необхідної кількості сировини й матеріалів і доступного фонду виробничих потужностей. Такий спосіб оцінки найчастіше дає сильні похибки, і в результаті далеко не вся продукція випускається до строку, який декларується і у потрібному обсязі. Це відбувається через те, що при плануванні не враховуються фактори, зв'язані безпосередньо з виробництвом: можливі (здійсненні) змінно-добові завдання; технологічні особливості (специфічні обмеження) конкретних одиниць виробничого устаткування, оснащення й пристроїв, задіяних при виготовленні продукції; поточний графік ремонтів виробничих ліній або верстатів та інше. Облік цих факторів здійснюється на рівні формування оперативних планів виробництва, і на основі оцінки виконання цих планів виконується корегування загального календарного плану.

Значимість етапу оперативного планування зв'язана також з рішенням питань визначення реальної собівартості продукції, що вимагає детального фінансово-економічного аналізу виробництва. Здійснити такий аналіз, маючи лише приблизне подання про розподіл завдань у часі й по конкретному устаткуванню, неможливо. У провідних країнах світу для розрахунку собівартості широко застосовується так званий ABC-аналіз (Activity Based Costing — функціонально-вартісний аналіз), суть якого полягає в

тому, що витрати й доходи підприємства прив'язуються до точок його активності. Відповідно до виробництва це означає прив'язку витрат і створеної доданої вартості до конкретних одиниць технологічного устаткування й реалізованим на ньому виробничим завданням. Виконати такий розрахунок можна на основі детальних планів виробництва.

У переважній більшості випадків фактором, що накладає різного роду обмеження при складанні виробничих розписів, є специфіка технологічних процесів. Приведемо кілька прикладів таких специфічних обмежень.

- ❖ Специфічні умови переналагоджень устаткування. Розгалужений ланцюг розписів призначень переналагодження.

- ❖ Наявність у рецептах продукції або напівфабрикатів побічних продуктів, які використовуються як інгредієнти при виготовленні іншої продукції підприємства.

- ❖ Існування кількох залежних виробничих завдань, які необхідно планувати як єдиний технологічний процес. Це накладає обмеження при виборі альтернативних ресурсів.

- ❖ Залежність параметрів виробничих завдань й умов (правил) завантаження виробничих потужностей. Наприклад, може існувати правило, що забороняє запускати виробничу лінію на короткі завдання.

- ❖ Обмеження на тимчасові зазори між технологічними переділами (особливо актуально для технологічних процесів, у маршрутах яких мають місце термічні операції).

- ❖ Ряд обмежень, пов'язаних із логістикою.

Крім технологічних обмежень, виробничий процес може містити специфічні особливості по доставці сировини й матеріалів від постачальників і суміжників, наприклад по видах сировини з коротким строком придатності (характерно для харчової галузі).

Подібних обмежень дуже багато. Їх характер обумовлюється галузевою специфікою, а іноді й специфікою конкретного підприємства, унікальністю його технологічних процесів, компонованням цехів. Ігнорування обмежень або спрощення задачі приводить до одержання нездійсненого розпису в реальних виробничих умовах.

На українських виробничих підприємствах у більшості випадків задача складання оперативних планів виробництва (ці плани називають також виробничими розписами) лягає на плечі співробітників планово-диспетчерських служб і відділів підприємства (плановиків). Маючи багаторічний досвід роботи в даному напрямку, ці фахівці застосовують певні правила і методи, що дозволяють одержувати прийнятні виробничі розписи. Найчастіше

ці правила не мають під собою точного наукового обґрунтування або якої-небудь строгої математичної моделі, тобто є деякою оптимізацією, що відбиває експертні знання конкретного плановика. На деяких підприємствах виробничий розклад взагалі попередньо не складається, а на початок зміни в цех надходить лише завдання на зміну, що містить список позицій і їх кількість. Формування виробничих завдань на робочі місця і ухвалення рішення по моменту їх запуску здійснюються диспетчером цеху по ходу виробничої зміни.

Експертне рішення задач оперативного виробничого планування має свої позитиви і недоліки. До позитивних моментів можна віднести наступне:

- у результаті виходять прийнятні і здійсненні плани на невеликому відрізку оперативного планування (до двох днів, залежно від специфіки конкретного підприємства) і в задачах невеликої розмірності (для відносно невеликого числа технологічних операцій та одиниць устаткування);
- плановики апріорно враховують специфіку технологічних процесів і обмежень по поставці сировини і матеріалів.

Недоліки:

- великий термін підготовки фахівця до рівня «предметного експерта»;
- більші часові витрати на підготовку оперативного плану (до одного дня), відсутність можливості проводити перепланування в реальному масштабі часу, що накладає обмеження на вибір періоду оперативного плану;
- відсутність формалізованих критеріїв оцінки одержуваних планів — якість плану визначається експертно, відповідно до неформальних критеріїв (дефіцит або перевантаження складу готової продукції, якщо реалізовувати випуск по запропонованому варіанту виробничого розкладу, кількість запланованих переналагоджень та ін.);
- у випадку модернізації, перебудови виробництва і зміни компонування цехів у плановика відсутні чіткі критерії формалізації нових правил і обмежень планування, може не вистачити й емпіричного досвіду;
- неможливо одержати розклад для виробничих підрозділів з більшою кількістю взаємозалежних технологічних операцій і сотнями одиниць устаткування.

У той же час світовою й вітчизняною практикою сьогодні вже накопичений досвід оптимізації оперативного виробничого планування, у тому числі сформований представницький список формалізованих критеріїв оцінки якості такого планування. Позначимо деякі критерії підвищення якості оперативного плану виробництва:

- підвищення ступеню виконання загального об'ємно-календарного плану виробництва;
- мінімізація запізнювання робіт;
- виконання виробничих завдань точно в терміни;
- підвищення коефіцієнта завантаження виробничих потужностей;
- мінімізація часу простоїв устаткування;
- мінімізація кількості переналагоджень устаткування;
- зниження цехової собівартості продукції й напівфабрикатів;
- мінімізація обсягів незавершеного виробництва;
- мінімізація витрат по оптимізації зберігання;
- комбіновані критерії.

Вирішити задачі підвищення якості оперативного планування допомагають системи автоматизації. Безумовно, все різноманіття різних критеріїв та обмежень складно закласти в базову функціональність автоматизованої системи оперативного виробничого планування. І все-таки такі системи представлені на ринку комерційного ПЗ. До них традиційно відносяться, насамперед, системи класу MES (Manufacturing Execution System).

Використання MES для описуваної проблематики можливо і, як правило, доцільно, однак при цьому необхідно окремо проводити аналіз застосування конкретної MES для розглянутого підприємства. І немає гарантій, що існуючі на ринку MES-системи свідомо враховують у своїй функціональності критерії і обмеження, характерні саме для конкретного виробництва. Відповідно, немає і гарантій, що проект впровадження MES не буде мати за необхідність створення нових програмних розробок, що враховують специфічні вимоги.

Крім того, при впровадженні MES одним з основних питань залишається інтеграція з ERP-системою. Далеко не всі MES надають можливість інтеграції із провідними ERP-системами. Наприклад, рішення по інтеграції Oracle E-Business Suite з представленими на ринку західними або вітчизняними MES поки що не декларуються офіційно. Таким чином, відкриття окремого проекту по впровадженню MES додасть істотні ризики в загальну задачу формування єдиної інформаційної системи підприємства.

Крім цього, варто враховувати і політичні нюанси. Переконали керівників виробничих підприємств, які раніше вже погодилися на впровадження «важкої» ERP-системи, що для задач виробничого планування і диспетчеризації необхідно впроваджувати окрему систему, буде досить складно.

Прикладом реалізації альтернативного підходу може служити рішення, розроблене фахівцями Top BI на основі модуля Advan-

ced Supply Chain Planning (ASCP) з набору модулів ERP-системи Oracle E-Business Suite.

Модуль ASCP надає широкі можливості планування потреби в матеріалах на різних етапах циклу планування (оперативний рівень не є виключенням). Використання цього модуля як основи при розробці рішення для автоматизації оперативного виробничого планування обумовлено наступними його перевагами:

- ✓ Можливість одночасного обліку виробництва продукції і руху матеріальних потоків згідно з попередньо настроєними ланцюжками поставок, масштаб яких може варіюватись від міжцехового рівня до рівня взаємодії підприємства з усіма його зовнішніми постачальниками й суміжниками.

- ✓ Можливість проводити наскрізне планування з урахуванням різних типів виробництва (одночасний облік як безперервного, так і дискретного виробництва).

- ✓ Облік обмежень по виробничих потужностях, аж до кожної одиниці цехового устаткування.

- ✓ Можливість проводити розрахунок по так званому «вузькому місцю» (ураховуються тільки гостродефіцитні ресурси).

- ✓ Облік стандартних технологічних обмежень, які є у нормативній системі на продукцію.

- ✓ Можливість здійснювати перепланування при виникненні випадкових подій збою устаткування, браку продукції й сировини, зривів поставок сировини й т.п. Обмежується часовими витратами розрахунку розпису для конкретного цеху або підприємства.

- ✓ Зручний інтерфейс користувача. Інтеграція з виробничими модулями Oracle E-Business Suite. Однак у стандартній функціональності модуля ASCP існує багато обмежень, що не дозволяють ефективно використати його для автоматизації процесів оперативного планування шляхом простого настроювання базового програмного забезпечення.

- ✓ Відсутня можливість обліку специфічних галузевих обмежень. Як правило, застосування стандартних настроювань не вирішує повністю проблем галузевої специфіки.

- ✓ Обмежено набір критеріїв якості планування (максимальний оборот запасів; максимальний плановий прибуток; максимальна доставка в строк). Для реального виробництва цього явно недостатньо. Крім того, всі критерії мають економічний характер, і немає жодного так названого цехового критерію.

- ✓ Набір визначених числових показників плану, закладених в ASCP, не повністю покриває перелік можливих критеріїв для процесу оперативного планування. Тобто значення не всіх обра-

них критеріїв може бути розраховане чисельно (особливо актуально для цехових і комбінованих критеріїв). Не для всіх випадків є механізм адекватної оцінки якості отриманого виробничого розпису, що тягне прийняття результату за умовчанням.

✓ Неможливо простежити процес одержання рішення, алгоритм розрахунку розпису представлений бінарним кодом і розробляється сторонньою компанією. Виправлення алгоритму неможливе.

У світлі позначених проблем пропонується використати разом з модулем ASCP так званий коректор оперативного плану, що являє собою програмну розробку (розширення стандартної функціональності Oracle E-Business Suite), що реалізує альтернативний алгоритм розрахунку виробничого розкладу. На рис. 2 представлена схема використання модулів Oracle E-Business Suite.

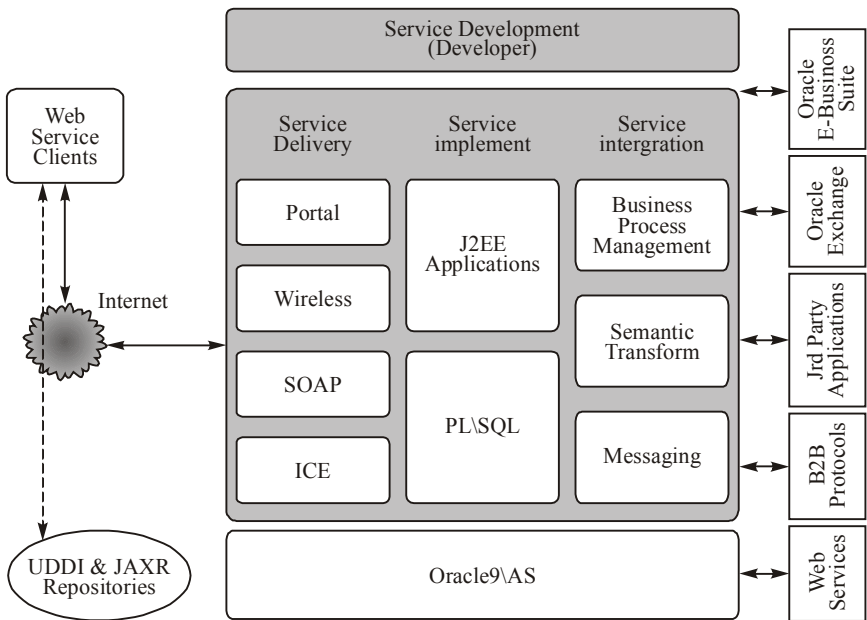


Рис. 2. Схема використання модулів Oracle E-Business Suite

Коректор оперативного плану складається із двох частин: універсальної й змінюваної. Змінювана частина допрацьовується в кожному конкретному проєкті під індивідуальну специфіку підприємства.

Через трудомісткість задач оперативного планування пропонується наступний перелік заходів, що визначають загальний рег-

ламент застосування коректори оперативних планів виробництва з обліком його галузевої специфіки.

Формалізація бізнесу-процесу формування оперативного плану виробництва:

- ✓ аналіз методів і засобів, використовуваних фахівцями підприємства при складанні виробничого розпису;
- ✓ визначення спеціалізованих технологічних обмежень;
- ✓ визначення критеріїв складання розписів.

Розробка формальної постановки задачі оптимізації для процесу складання виробничого розпису:

- ✓ формалізація вихідних даних для задач оптимізації;
- ✓ визначення виду одержуваного рішення (атрибутів оперативного плану);
- ✓ отримання формул або логічних правил для спеціалізованих технологічних обмежень;
- ✓ отримання формули цільової функції для розрахунку значень критеріїв якості оперативного плану;
- ✓ визначення некоректних, виняткових ситуацій, пов'язаних з вихідними даними й самим процесом формування виробничого розпису;
- ✓ доробка змінюваної частини програмного коду планів відповідно до вимог оптимізаційної задачі.

Внутрішнє тестування на тестових наборах даних:

- ✓ проведення верифікації блоків алгоритму коректування;
- ✓ перевірка адекватності одержуваних планів;
- ✓ одержання апріорних значень параметрів алгоритму коректування;
- ✓ перевірка працездатності алгоритму на різних платформах (Windows NT, HP-UX);
- ✓ попередня оцінка витрат фізичного часу на формування виробничих розписів;
- ✓ складання фахівцями замовника списку зауважень по якості одержуваних планів.

Повномасштабне тестування на робочому наборі даних:

- ✓ аналіз адекватності одержуваних виробничих розписів;
- ✓ перевірка отриманого плану на предмет задоволення всіх обмежень, заявлених у формальній постановці задачі;
- ✓ порівняння значень критеріїв по варіантах оперативного плану до і після етапу корегування, аналіз (у відсотках) поліпшення рішення після коригування;
- ✓ одержання остаточних значень параметрів алгоритму коригування;

✓ оцінка показників витрат фізичного часу на процес коригування розкладу.

✓ **Передача коректора планів у промислову експлуатацію.**

Реалізується можливість автоматизованого одержання оптимальних, здійснених виробничих розкладів, що враховують специфіку технологічних процесів конкретного підприємства. У цьому випадку предметний фахівець звільняється від рішення цієї трудомісткої задачі.

Підприємство одержує адекватну оцінку сформованого об'ємно-календарного плану виробництва. В остаточному підсумку, досягається об'єктивна характеристика можливостей та обсягів виробництва продукції певного типу на наявних конкретних одиницях виробничого устаткування, виходячи з технологічної специфіки, графіка доступності устаткування та інших факторів. За рахунок цього з'являється можливість аналізувати виконання різних варіантів об'ємно-календарного плану виробництва. З'являється можливість більш точно розрахувати планову собівартість продукції у випадках, коли вона сильно залежить від використання конкретних одиниць виробничого устаткування й специфіки технології виробництва, вплив якої проявляється тільки на цеховому рівні.

Використання модуля ASCP для складання здійснених виробничих розписів на цеховому рівні забезпечує цілісність системи й реалізацію всіх етапів циклу планування в єдиному інформаційному просторі під керуванням однієї корпоративної інформаційної системи. Усувається необхідність застосовувати сторонні системи, орієнтовані на задачі оперативного планування виробництва, і, як наслідок, не потрібна інтеграція різних рішень із ERP-системою.

Література

1. *О'Лири Дэннел*. ERP системы. Современное планирование и управление ресурсами предприятия. Выбор, внедрение, эксплуатация. — Пер. з англ. / Дэннел О'Лири. — М.: Вершина, 2004. — 258 с.

2. *Шеремет А. Д.* Методика финансового анализа // А. Д. Шеремет, Р. С. Сайфулин, Е. В. Негашев: 3-е изд. перераб. и доп. — М.: ИНФРА-М, 2001. — 208 с.

3. *Эймор Дэннел*. Электронный бизнес: эволюция и/или революция / Дэннел Эймор — Пер. с англ. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. — 752 с.

4. «The Brain Behind The Big, Bad Burger And Other Tales Of Business Intelligence» — Meridith Levinson — «CIO» (№ 3, 2005).

5. «The ABCs of ERP» — Christopher Koch — «CIO» (№ 3, 2005).