Володимир КРАВЧЕНКО

СТРУКТУРНА МОДЕЛЬ МЕХАНІЗМУ ІЄРАРХІЧНОГО ПЛАНУВАННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ

Структурна модель механізму ієрархічного планування діяльності організації розроблена в нотації BPMN. У цій моделі виділено рівні агрегованого планування бізнес-процесів із вміщенням проектної форми обслуговування великих партій заявок, рішення якого аналізуються в системно-динамічних моделях, і оперативно-календарного планування, що використовує методи теорії розкладів і дискретно-подійні моделі.

Ключові слова: *організація, діяльність, процес, планування, структурна модель, проектне управління, теорія розкладів.*

Для виробничо-економічних систем *невід'ємним аспектом* є планування процесів, в якому здійснюється вибір об'єктів та визначення їх кількісних показників відповідно до поточних та прогнозованих потреб, і складання розкладів у межах цих процесів, що передбачає розподіл на затверджений плановий період потоків заявок і пов'язаних з ними об'єктів за місцями виконання робіт, які використовують певні ресурси [1].

У *зарубіжній літературі* широко використовуються такі специфікації предметної області в плануванні розкладів, як [2]: flow shop – кожне завдання передбачає кілька робіт (операцій), перша з яких виконується на першому приладі, друга – на другому і т. д.; job shop – завдання має певну послідовність виконання різних операцій на приладах, яка може не збігатися з послідовностями операцій за іншими завданнями; open shop – для завдання характерним є виконання операції на всіх приладах у встановленому порядку.

Існуючі підходи до централізованого обґрунтування рішень подібних завдань дають змогу отримувати аналітичні моделі, які є складними багатовимірними задачами математичного програмування [2–6].

Декомпозиція завдань планування та розкладу дає змогу спростити розрахунки й отримати рішення, наближені до оптимальних. Широко відомим підходом, що втілює декомпозицію загальної задачі на ряд підзадач, є ієрархічне планування виробництва (HPP, 1975), перевагами якого виступають зниження складності, поглинання випадкових подій, бачення загальної ситуації на підставі агрегованої інформації та прогнозних потреб [1]. На верхньому рівні ієрархії, де обробляється агрегована інформація, використовується система поліпшеного планування (APS), спрямована на ефективне комбінування "виробництва на замовлення" і "неперервного виробництва", модулями якої є основний виробничий план (MPS), план потреб у матеріалах (MRP), загальне планування завантаження потужностей (RCP), прогнозування збуту та попиту (SDF) [7].

Найбільш вивченими подіями в методології плануванні процесів і теорії розкладів є надходження заявки (замовлення) і вихід з ладу приладів [1]. Проте в цих планах найчастіше не враховуються можливі внутрішні і зовнішні події, їх наслідки та

© Володимир Кравченко, 2012.

подальша послідовність подій. Якщо ж враховуються події, то це не має ініціювати перепланування за кожною виявленою подією.

У 1987 р. С. Гершвін запропонував управляти виробничою системою на основі спрощеної формалізації цієї системи й евристичного розв'язання задач про розклад її роботи. При цьому він вказував на важливість формування широкого комплексу моделей розкладів і алгоритмів планування, структура якого ґрунтується на систематизації характеристик специфічних типів виробництва, а ієрархічні рівні кореспондуються з класами подій, що мають різну частоту появи [6]. Питання класифікації, взаємозв'язку, систематизації умов застосування та вибору моделей, методів і алгоритмів об'ємно-календарного планування процесів, а також подальшого використання одержуваних планів в управлінні економічними об'єктами залишаються до кінця невирішеними. Аналогічні питання щодо групування завдань планування та складання розкладів, їх закріплення за рівнями ієрархії та аналізу взаємного впливу також поставили Дж. Венкатесваран і У.-Дж. Сон, для вирішення яких вони запропонували архітектуру HPP, засновану на комбінуванні системної динаміки і дискретно-подійного моделювання [1].

В управлінні підприємством може застосовуватися проектний підхід до організації його роботи щодо досягнення певної мети функціонування або виконання комплексу взаємопов'язаних завдань з отримання необхідного результату, в тому числі проведення капітального або поточного ремонту, створення або реструктуризації складу або складської мережі, виконання портфеля замовлень на окремий товар, доставки вантажів низці адресатів тощо. Отже, виходом планування бізнес-процесів є часові характеристики, параметри ресурсів і вартісні показники робіт, а також показники результатів, що отримуються після завершення цих робіт. Інакше кажучи, використовуються ті ж атрибути, що і в плануванні проектів (у традиційному розумінні), а отже, можна стверджувати, що програми та плани бізнес-процесів можуть бути представленими у вигляді сукупності упорядкованих проектів.

Метою статті є вдосконалення механізму ієрархічного планування діяльності організації за допомогою введення в методологію ієрархічного планування виробництва [1] положень проектного управління і забезпечення взаємозв'язку між рівнями агрегованого і оперативно-календарного планування, що використовують системно-динамічні та дискретно-подійні моделі відповідно. Для формалізації зазначеного механізму використаний метод BPMN (Business Process Modeling Notation).

До базових термінів, які застосовуються в плануванні процесів та управління проектами, належать "робота" та "завдання", яке є комплексом робіт, а також "проект" – сукупність взаємопов'язаних завдань (табл. 1). В управлінні часовими характеристиками робіт, завдань і проектів використовуються методи теорії розкладів [3].

Термін "проект", як правило, позначає створення (оновлення) і впровадження в експлуатацію нових об'єктів: продукції, технології, будівлі, робочого місця тощо [8]. Проектом може також розумітися вирішення унікальної (нештатної) і складної проблеми [13].

Незважаючи на ознаки унікальності, неповторності та обмеженості в часі у визначеннях проекту, цей термін можна використовувати для відображення розробки та реалізації плану (регламенту, стратегії) щодо виконання накопичених партій заявок, перш за все, портфеля замовлень, а також комплексу заходів з технічного обслуговування і ремонту. Такий проект може повторюватися з заданою періодичністю або (і) за умови спрацьовування певних подій. Зміна ситуацій у зовнішньому та

внутрішньому середовищі призводить до всебічного перегляду змісту і параметрів управління реалізацією партії заявок.

Таблиця 1

Терміни та теорії розкладів, планування процесів і проектного управління

Термін	Коротке визначення	Граф
Робота (operation, job)	Дія, операція [8].	Ні
Агрегована робота (batch)	Сукупність робіт, які можуть виконуватися одночасно [4, 9].	Так
Функція (activity)	Описує ряд дій і агрегованих робіт, що виконує суб'єкт [10].	Так
Завдання (task, job)	Комплекс робіт [3].	Так
Стадія (stage)	Сукупність паралельних робіт або функцій, що здійснюються для отримання проміжного та кінцевого результату [11].	Так
Проект (project)	Комплекс взаємопов'язаних завдань з досягнення певного результату [8].	Так
Технологічний процес (workflow)	Сукупність технологічних операцій, необхідних для виконання завдань у заданому порядку [10, 12].	Так
Заявка, вимога (order, request, call)	Сутності, які ініціюють роботи (функції, проекти) або над якими здійснюються дії [11].	–
Робочий об'єкт (entity)		–
Ресурс (resource)	Сутність, за допомогою якої здійснюються роботи [8].	–
Сервер (server, machine)	Місце виконання робіт, де використовуються ресурси, один або кілька приладів [2].	–

Відносини вкладеності та співпідпорядкованості між зазначеними в табл. 1 термінами і категоріями наведено на рис. 1. Бізнес-процеси спрямовані на ефективне та якісне виконання заявок з обробки робочих об’єктів у технологічних процесах. При цьому одній заявці може відповідати один або низка робочих об’єктів. Тому заявка не може вважатися виконаною, якщо не оброблені всі відповідні їй робочі об’єкти. Коли заявці відповідає один робочий об’єкт або ж вона розглядається з позиції її проходження через всю систему, то в імітаційному моделюванні використовується тільки один тип сутності. Більш того, заявки можуть надходити як із зовнішнього, так і з внутрішнього середовища для задоволення внутрішніх потреб у ресурсах і забезпеченні робочого стану "серверів".

Управління процесами перманентне, тоді як проектне управління як механізм підвищення результативності управління процесами ініціюється відповідно до політики взаємодії з суб’єктами ділового оточення, цілями й умовами функціонування і діє протягом заданого проміжку часу. Планування цих проектів спрямоване на виконання масштабної заявки або великої кількості заявок, накопичених за певний період, тобто на усунення заборгованостей перед споживачами (і внутрішніми, і зовнішніми). Це означає, що заявки, передбачені у проекті, мають більший пріоритет порівняно із заявками, які надходять протягом його реалізації. Проте не винятковою є ситуація з

надходженням незапланованої пріоритетної заявки при повній завантаженості системи та її вбудовуванням у поточний проект. У разі часткового використання потужностей системи вирішується питання щодо оптимального введення нових заявок з точки зору загальної ефективності та результативності діяльності організації загалом.

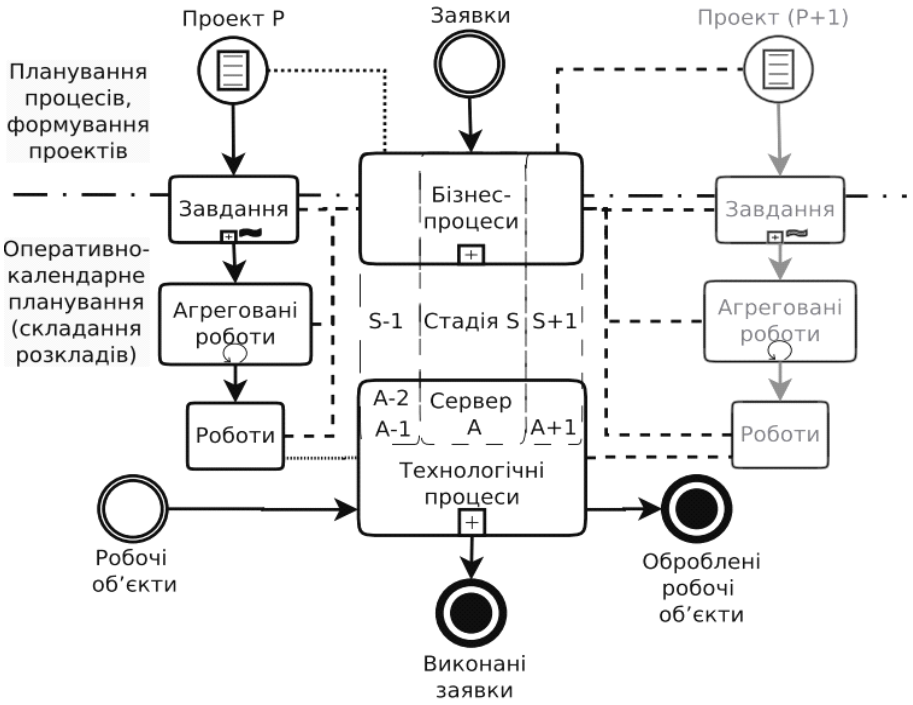

Рис. 1. ***Відношення між категоріями оперативно-календарного планування, управління процесами й проектного управління***

Роботи об'єднуються в групи або сімейства для зниження часу і витрат на підготовку до їх виконання, економії на масштабах робіт (наприклад, закупівля і транспортування великими партіями), а отже, для підвищення ефективності процесів [2, 4]. При цьому визначаються агреговані ресурси (наприклад, однопрофільні підрозділи, бригади) аж до виробничих потужностей і пропускних здатностей виробничих і логістичних компонент. Чим більша група робіт, тим менша кількість підготовок і переналагоджень і більша завантаженість сервера або приладу. Проте виконання великої кількості робіт або обробка великої партії заявок (робочих об'єктів) призводить до затримок у виконанні робіт, що належать до інших сімейств, в обробці партій заявок інших типів [2].

Отримуємо таку сутність, як агрегована робота або функція, яка складається з сукупності робіт, які виконуються за один запуск на одному агрегованому ресурсі за окремим завданням, для якого будується граф із зазначенням критичного шляху [4].

Упорядкований ряд дій або агрегованих робіт відповідно до затвердженої технології, які можуть багаторазово повторюватися в межах одного або кількох завдань, може розглядатися як функція, що належить до однієї з технологічних стадій і процесу.

Завдання $J, j \in J, j = \overline{1,n}$ також відображаються графом, і для нього визначається критичний шлях. Додаткові характеристики завдань наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Характеристики завдань

Оператори	Значення
1. Завдання охоплює:	– 1 роботу (операцію); – M робіт, операцій.
2. Завдання надходять:	- одночасно на початок періоду; - згідно з графіком; - випадково.
3. Переривання:	- припустимі; - не припустимі.
4. Підготовка до виконання завдань:	- здійснюється; - не здійснюється.
5. Завданню привласнюється:	- планова позиція g; - перенесення на позицію k і відповідне перенесення решти завдань; - вбудовування на позицію g і відповідна перестановка решти завдань.
6. Директивний термін виконання завдання:	- встановлюється; - не встановлюється.
7. Завдання належить до:	- однієї стадії процесу; - більш ніж до однієї стадії.

Мінливість зовнішнього середовища і настання різних незапланованих подій зумовлюють необхідність введення адаптаційних механізмів до управління діяльністю економічних систем на всіх рівнях ієрархії і в різні часові інтервали. У першу чергу, ці механізми спрямовані на погашення відхилень за термінами, обсягами, параметрами якості та вартості виконання завдань з надання цільового результату потрібному споживачеві. Тому до складу подібних механізмів залучаються методи короткострокового планування розкладів [14]. Другий напрям адаптаційного механізму – це пошук резервів і можливостей для підвищення інтенсивності обслуговування заявок (робочих об'єктів).

Відхилення відбуваються на нижньому рівні організаційної ієрархії і в дуже короткі проміжки часу, проте можна вказати на їхню здатність до накопичення в просторово-часовому континуумі, агрегування крізь організаційну вертикаль, що нерідко пов'язане з синергетичним ефектом, і на формування передумов для виникнення нових подій. Згідно з проектним підходом особливу роль мають відхилення від цільових значень показників, що відображають ступінь виконання проекту, тобто реалізації сукупності попередньо затверджених завдань з отримання потрібного кінцевого результату і додатково вбудованих завдань, пов'язаних з новими заявками під час реалізації проекту і незапланованими подіями. Тому на верхньому рівні планування враховуються відхилення в реалізації проектів і показники ефективності та результативності процесів у межах основної діяльності організації.

Отже, в об'ємно-календарному плануванні технологічних процесів виділяються такі функції (рис. 2):

- складання розкладів за процесами;

- диспетчеризація;
- оперативний контроль;
- агрегування абсолютних величин і відхилень від цільових (бажаних) значень на нижньому рівні ієрархії та їх перетворення в параметри для планування на верхньому рівні;
- формування проекту й агреговане планування процесів для досягнення головної мети проектів на основі причинно-наслідкових зв'язків;
- перетворення результатів агрегованого планування процесів у межах проекту в параметри для оперативно-календарного планування.

Дані про реалізацію поточного проекту разом з інформацією за підсумками моніторингу внутрішнього і зовнішнього середовища використовуються в причинно-наслідковому аналізі діяльності всієї організації для прогнозування результатів її діяльності в довгостроковій перспективі.

Для диспетчеризації технологічних процесів у короткостроковому періоді можуть застосовуватися суто часові критерії розкладів без обліку вартісних параметрів. Однак для планування бізнес-процесів важливе визначення очікуваного економічного ефекту залежно від обраних розкладів робіт (завдань), що зумовлює застосування вартісних критеріїв.

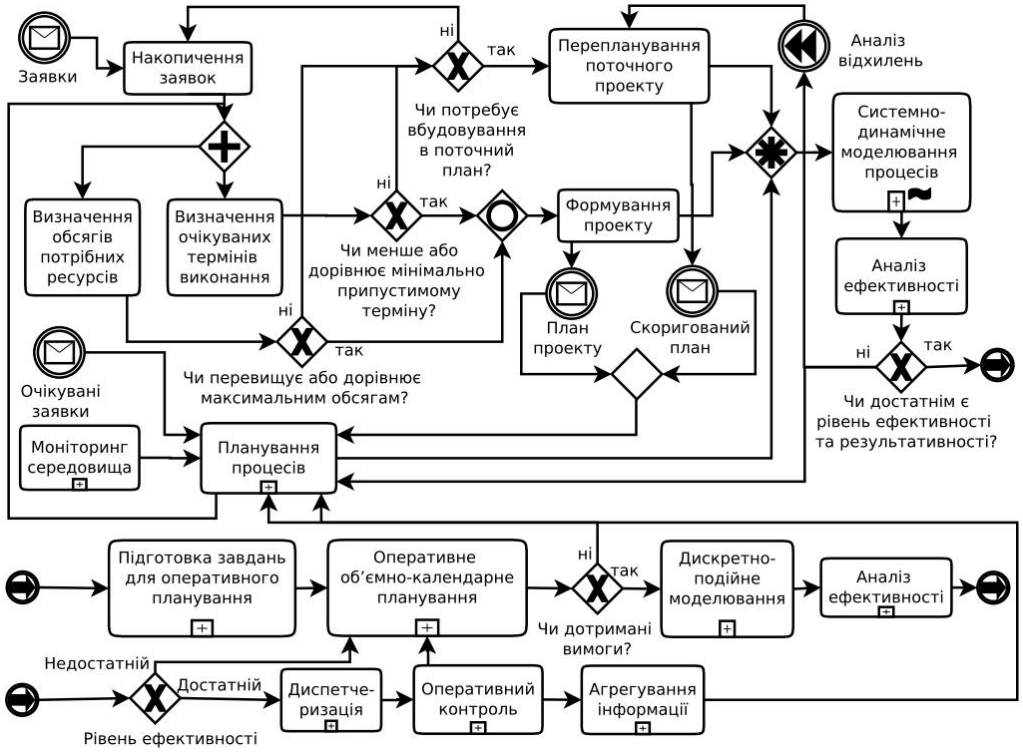

Рис. 2. ***BPMN-модель механізму ієрархічного планування діяльності на основі проектного підходу та комбінованого імітаційного моделювання***

Отже, планування проекту як впорядкованої послідовності завдань з виконання партії накопичених заявок, а також планування процесів з обслуговування неперервного

потоку заявок, пов'язаних з обробкою робочих об'єктів, належать до верхнього рівня ієрархії. Агреговане планування базується на методах дослідження операцій, графах, мережевих моделях, математичному програмуванні й інших моделях і методах прийняття рішень, а оцінювання альтернативних рішень здійснюється за допомогою аналізу сценаріїв, що генеруються в системно-динамічних моделях. В оперативно-календарному плануванні (нижньому рівні ієрархії) використовуються методи теорії розкладів, а для оцінювання результативності одержуваних графіків і надійності роботи системи в динаміці з урахуванням різних подій застосовуються дискретно-подійні моделі. Використання проектної форми планування діяльності організації дає змогу протистояти негативним подіям і підвищити керованість процесів.

Література

1. *Venkateswaran J. Hybrid system dynamic-discrete event simulation-based architecture for hierarchical production planning / J. Venkateswaran, Y.-J. Son // Int. J. of Production Research. – 2005. – Vol. 43, no 20. – P. 4397–4429.*
2. *Potts C. N. Scheduling with batching: A review / N. C. Potts, M. Y. Kovalyouv // European J. of Operational Research. – 2000. – Vol. 120. – P. 228–249.*
3. *Павлов А. А. Модели и алгоритмы теории расписаний в задачах планирования и управления проектами / А. А. Павлов, С. К. Чернов, Е. Б. Мисюра // Труды Одесского политехнического университета. – 2006. – Вып. 1 (25). – С. 150–159.*
4. *Павлов А. А. Объединение работ в группы с учетом их приоритетов, готовности к выполнению и директивных сроков [Електронний ресурс] / А. А. Павлов, Е. Б. Мисюра, Т. Н. Лисецкий // Вісник НТУУ "КПІ". Інформатика, управління та обчислювальна техніка. – 2011. – № 53. – С. 209–211. – Режим доступу : http://it-visnyk.kpi.ua/?page_id=1310.*
5. *Згуровский М. З. Методология построения эффективного решения многоэтапных задач календарного планирования на основе принципа иерархии и комплекса взаимосвязанных моделей и методов [Електронний ресурс] / М. З. Згуровский, А. А. Павлов, Е. Б. Мисюра, О. В. Мельников // Вісник НТУУ "КПІ". Інформатика, управління та обчислювальна техніка. – 2009. – № 50. – С. 8–19. – Режим доступу : http://it-visnyk.kpi.ua/?page_id= 164.*
6. *Gershwin S. A hierarchical framework for descrete event sheduling in manufacturing system / S. Gershwin // IIASA Workshop on Descrete Event Systems: Models and Applications. – Sopron, Hungary, 1997. – 22 p.*
7. *Загидуллин Р. Р. Управление машиностроительным производством с помощью систем MES, APS, ERP / Р. Р. Загидуллин. – Старый Оскол : ТНТ, 2011. – 372 с.*
8. *Управление программами и проектами: 17-модульная программа для менеджеров "Управление развитием организации". Модуль 8 / М. Л. Разу, В. И. Воропаев, Ю. В. Якутии и др. – М. : Инфра-М, 2000. – 320 с.*
9. *Shediling a batching machine / P. Brucker, A. Gladky etc. // Memorandum COSOR 97-04. – Eindhoven University of Technology, 1997. – 25 p.*
10. *Рыкун В. И. Основы управления : моногр. / В. И. Рыкун. – М. : Изограф, 2000. – 111 с.*
11. *Современные подходы к моделированию сложных социально-экономических систем : моногр. / под ред. В. С. Пономаренко, Т. С. Клебановой, Н. А. Кизима. – Х. : ФЛП Александрова К.М. ; ИД "ИНЖЭК", 2011. – 280 с.*

12. Васильева И. Н. Экономические основы технологического развития / И. Н. Васильева. – М. : Банки и Биржи, 1995. – 165 с.

13. Капралов А. Влияние терминологии на эффективность совмещения проектных и операционных работ [Електронний ресурс] / А. Капралов // Управление компанией. – 2011. – №1. – Режим доступу : http://www.iteam.ru/publications/project/ section_35/article_4334/.

14. Smith J. S. Short Term Scheduling Using Discrete Event Simulation [Електронний ресурс] / Jeffrey S. Smith and Brett A. Peters. – Southwestern Bell Technology Resources, Inc., 1996. – Режим доступу : http://tamcam.tamu.edu/Research/short.htm.

Редакція отримала матеріал 21 травня 2012 р.