

ЗАДАЧІ УПРАВЛІННЯ РЕСУРСНИМИ ПОТОКАМИ НА ПІДПРИЄМСТВІ

КРАВЧЕНКО В. М., ШУРМА Р. І.

УДК 338.45:658.71

Кравченко В. М., Шурма Р. І. Задачі управління ресурсними потоками на підприємстві

Невизначеність організації ресурсних потоків ускладнює задачі планування виробничого випуску на підприємстві, що може призводити до проблемних ситуацій зі значними витратами на їх подолання, оскільки такі ситуації, насамперед, призводять до часових зсувів у процесі виробництва готової продукції, а й отже у виконанні споживацьких замовлень. Для скорочення витрат на основну діяльність підприємства та мінімізації витрат від порушень у забезпеченні технологічних процесів матеріальними ресурсами досліджено моделі визначення оптимального обсягу замовлень на постачання ресурсів, задачі об'ємно-календарного планування та зв'язки між цими моделями та задачами. При цьому забезпечення цих зв'язків підпорядковано загальному управлінському завданню із синхронізації сфер постачання, виробництва та збуту задля надійного й економічного виконання замовлень від споживачів. Для забезпечення високої результативності й ефективності багатостадійних процесів виробництва та збуту продукції вирішуються також задачі управління ресурсами, що не складаються.

Ключові слова: ресурсний потік, управління, планування, обсяг замовлень, процес, постачання, поставки.

Рис.: 2. **Формул.:** 3. **Бібл.:** 12.

Кравченко Володимир Михайлович – кандидат економічних наук, доцент, Донецький національний університет (вул. Університетська, 24, Донецьк, 83001, Україна)

E-mail: kravchenko.vladimir@bigmir.net

Шурма Ростислав Ігоревич – аспірант, Донецький національний університет (вул. Університетська, 24, Донецьк, 83001, Україна)

УДК 338.45:658.71

Кравченко В. Н., Шурма Р. І. Задачі управління ресурсними потоками на підприємстві

Неопределенность организации ресурсных потоков усложняет задачи планирования производственного выпуска на предприятии, что может приводить к проблемным ситуациям со значительными затратами на их преодоление, поскольку такие ситуации, прежде всего, вызывают временные сдвиги в процессе производства готовой продукции, а следовательно, в выполнении потребительских заказов. Для сокращения расходов на основную деятельность предприятия и минимизации потерь от нарушений в обеспечении технологических процессов материальными ресурсами исследованы модели определения оптимального объема заказов на поставку ресурсов, задачи объемно-календарного планирования и связи между данными моделями и задачами. При этом обеспечение этих связей подчинено общей управленческой задаче по синхронизации сфер снабжения, производства и сбыта для надежного и экономичного выполнения заказов от потребителей. Для обеспечения высокой результативности и эффективности многостадийных процессов производства и сбыта продукции решаются также задачи управления нескладиремыми ресурсами.

Ключевые слова: ресурсный поток, управление, планирование, объем заказов, процесс, снабжение, поставки.

Рис.: 2. **Формул.:** 3. **Библ.:** 12.

Кравченко Владимир Николаевич – кандидат экономических наук, доцент, Донецкий национальный университет (ул. Университетская, 24, Донецк, 83001, Украина)

E-mail: kravchenko.vladimir@bigmir.net

Шурма Ростислав Игоревич – аспирант, Донецкий национальный университет (ул. Университетская, 24, Донецк, 83001, Украина)

UDC 338.45:658.71

Kravchenko V. N., Shurma R. I. Tasks of Managing Resource Flows in a Company

Uncertainty of organisation of resource flows complicates the tasks of planning the production output in a company, which could result in problem situations with considerable expenditures for their overcoming, since such situations, first of all, cause temporal shifts in the process of production of finished products and, consequently, in execution of customer orders. In order to reduce expenditures on the main activity of a company and minimise losses from violations in provision of technological processes with material resources, the article studies the models of determination of an optimal volume of orders on supply of resources, tasks of volume and calendar planning and connections between these models and tasks. Moreover, provision of these connections is subject to the general managerial task on synchronisation of the spheres of provision, production and sales for reliable and economic execution of orders from customers. In order to achieve high effectiveness of multi-stage processes of production and sales of products, the article also solves the tasks of managing non-stock resources.

Key words: resource flow, management, planning, volume of orders, process, provision, supply.

Pic.: 2. **Formulae:** 3. **Bibl.:** 12.

Kravchenko Vladimir N. – Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor, Donetsk National University (vul. Universytetska, 24, Donetsk, 83001, Ukraine)

E-mail: kravchenko.vladimir@bigmir.net

Shurma Rostislav I. – Postgraduate Student, Donetsk National University (vul. Universytetska, 24, Donetsk, 83001, Ukraine)

У сучасних умовах господарювання, що складаються під впливом фінансової кризи, скорочення обсягів споживання і зниження цін на готову продукцію при підвищенні цін на сировину й енергоносії, вітчизняні промислові підприємства здійснюють пошук заходів щодо стимулювання попиту, технологічної досконалості, мінімізації витрат на основну діяльність, запобігання втратам від застарілих і неадекватних методів управління.

Так, реагуючи на потреби своїх клієнтів, МК «Запоріжсталь» у 2-му півріччі 2012 р. зміг збільшити об-

сяг поставок тонких профілів на 20%. При цьому в цеху гарячої прокатки тонкого листа досягнуто випуск прокатаних подвійних рулонів у розмірі 209,8 тис. т (86,2% від загальної маси), що дозволило додатково знизити витрати металу на прокат. До того ж, на металургійному комбінаті знижено загальну собівартість продукції з 17,037 млн грн у 2011 р. до 14,684 млн грн у 2012 р. за рахунок удосконалення процесів управління ресурсними потоками, зниження видаткових коефіцієнтів, економії енергоресурсів, стабільного забезпечення сировиною та своєчасних ремонтів. Собівартість сталі знизилася

до 720 грн/т. Тому з серпня 2012 р. МК «Запоріжсталь» вийшов на беззбитковий рівень операційної діяльності.

Взагалі, успішність управління економічними об'єктами полягає в ефективності створення цінності для множини суб'єктів господарювання, що мають відношення до цих об'єктів, за допомогою динамічно оптимального розподілу та використання ресурсів у бізнес-структурах, які можуть розглядатись як підприємство, група компаній, логістичний ланцюг, логістична мережа тощо. Забезпечення та підвищення ефективності функціонування означеної бізнес-структури полягає в мінімізації логістичних витрат на одиницю реалізованої продукції за умови повного виконання договірних зобов'язань і забезпечення необхідного рівня якості сервісу. При цьому ставиться мета щодо запобігання втратам матеріальних, фінансових, трудових ресурсів.

Питанням управління взаємодії підприємства з контрагентами, розробки методів і моделей оптимізації ресурсних потоків присвячені роботи вітчизняних і зарубіжних дослідників, зокрема, В. Н. Амітана, А. М. Гаджинського, Ю. Г. Лисенка, В. С. Михалевича, Ю. І. Рижикова та інших [1 – 5, 7, 8]. Системи управління виробництвом і збутом продукції, спроектовані відповідно до поширених методологій MRP II і DRP, є більш доцільними в умовах, коли обладнання і технології є надійними, попит і потоки замовлень від споживачів – детермінованими.

Проте невизначеність ділового оточення, що виражається, перш за все, у непередбачуваних коливаннях часових параметрів поставок, умовах відвантажень, цінах на ресурси тощо, обумовлює потребу в подальшому вдосконаленні підходів і інструментарію в управлінні ресурсними потоками. Існує потреба в розвитку методів синхронізації технологічних стадій і потоків ресурсів між ними під впливом коливань попиту [9, 10]. Головними критеріями ефективності при цьому є зниження витрат на закупівлю ресурсів і обробку ресурсних потоків, а також запобігання втратам в сферах постачання, виробництва та збуту.

У процесі постачання матеріалів на підприємство часто-густо виникають ситуації, коли середній час доставки матеріалів від постачальника значно перевищує час споживання у виробництві. Збільшення обсягу замовлення постачальнику до позначки, що гарантує безперебійне виробництво протягом часу доставки часто неможливо через нестачу грошових коштів, умови постачальника, суттєвих витрат на збереження, обмежену місткість складу тощо. Тому матеріали поставляються партіями, меншими, ніж обсяг потреби на певний проміжок часу, що збільшує частоту перевезень, а й отже, призводить до того, що значна частка замовлених постачальнику матеріалів знаходиться «в дорозі» [3].

Коливання тривалості часу доставки товарно-матеріальних цінностей внаслідок появи непередбачених обставин і випадкових факторів відбуваються на часових зсувах дати їх надходження [8]. Такого роду невизначеність істотно ускладнює планування замовлень постачальникам навіть у короткостроковій перспективі. Відбувається або переповнювання складу, або виникає загроза

зупинки виробництва у зв'язку з відсутністю необхідних матеріальних ресурсів для виробничого процесу.

Важливої уваги також потребують питання управління ресурсами, що не складаються [5, 9]. Ці ресурси зумовлюють виробничу потужність і пропускну здатність логістичної системи, від яких залежить результативність і ефективність збутового процесу й основної діяльності підприємства.

Отже, метою статті є формування моделі визначення оптимального обсягу замовлення на постачання ресурсу, а також визначення зв'язків між задачами об'ємно-календарного планування основної діяльності підприємства на основі оптимального розподілу ресурсів.

Ґрунтуючись на емпіричних даних, можна встановити оптимальний рівень запасу матеріалу, який гарантує мінімальні витрати [2, 3]. В умовах відносної нерегулярності споживання пошук оптимального обсягу замовлень здійснюється на основі задачі з критерієм мінімізації витрат на зберігання матеріалів на складі й поза ним, втрат внаслідок збоїв у виробничому процесі (рис. 1).

Вихідними даними є:

- ✦ емпіричний розподіл часу доставки (діапазон $G6 : G35$);
- ✦ щоденне споживання матеріалу (діапазон $D6 : D35$);
- ✦ ємність складу (комірка $A3$);
- ✦ критичний запас ($B3$);
- ✦ витрати на зберігання одиниці матеріалу на складі ($D3$);
- ✦ витрати на зберігання одиниці матеріалу поза складом ($G3$);
- ✦ максимальний обсяг поставки ($E3$);
- ✦ втрати від простою виробництва ($F3$).

У цільовій функції в моделі переслідуються мінімізація загальних витрат ($I37 \rightarrow \min$). Шуканою змінною є обсяг замовлення ($C3$) – невід'ємна цілочисельна величина, обмежена зверху значенням ємності складу.

Ця модель дозволяє також розраховувати оптимальну ємність складу та максимальний обсяг поставки матеріалу. Недостатні значення цих параметрів усуваються за рахунок здійснення капітальних вкладень в транспортно-складську систему підприємства. Недоліком наведеної моделі є те, що замовлення здійснюється тільки після закінчення виконання попереднього замовлення.

Більш ускладнена модель задачі про постачання матеріалів реалізує можливість використання вільних транспортних засобів у будь-який момент часу для виконання замовлень. При цьому метою моделі є визначення оптимального замовлення, при якому поставки здійснюються з частотою, що забезпечує мінімальну кількість збоїв у виробництві. Додатковим параметрами є потреба і наявність транспортних засобів для перевезень матеріалів, обсяги матеріалів у дорозі. Модель враховує дати й обсяги поставок за замовленнями, зробленими раніше, тому дозволяє сформувати більш відповідний графік постачання.

A		B		C		D		E		F		G		H		I		J		K	
Запас		Обсяг замовлення		Витрати на збереження		Макс. обсяг поставки		Втрати від простоя		Витрати на збереження 1 од. матеріалу поза складом											
макс	критич																				
30	10	20		\$ 2,00		\$ 25,00		\$ 5,00		\$ 4,00											
День	Запас на складі	Запас поза складом	Витрата матеріалу	Надлишок / нестача	СВ1	Час поставки	Час до кінця поставки	Витрати на збереження	Втрати	Витрати на збереження матеріалу поза складом											
1	25	0	15	10	0,45	2	2	20,00	0,00	0,00											
2	10	0	15	-5	0,76	3	1	0,00	25,00	0,00											
3	20	0	15	5	0,14	1	1	10,00	0,00	0,00											
4	25	0	15	10	0,27	1	1	20,00	0,00	0,00											
5	30	0	15	15	0,97	4	4	30,00	0,00	0,00											
6	15	0	15	0	0,45	2	3	0,00	0,00	0,00											
27	0	0	15	-15	0,46	2	1	0,00	75,00	0,00											
28	20	0	15	5	0,24	1	1	10,00	0,00	0,00											
29	25	0	15	10	0,03	1	1	20,00	0,00	0,00											
30	30	0	15	15	-0,18	1	1	30,00	0,00	0,00											
Разом								\$ 250,00	\$ 800,00	\$ -											
Загальний результат								\$		\$ 1 050,00											

Рис. 1. Реалізація моделі визначення оптимального обсягу замовлення на поставку продукції

Джерело: складено авторами самостійно.

Подальшою модифікацією цієї моделі є включення граничного терміну зберігання матеріалів.

Моделі процесів управління ресурсними потоками доповнюються блоками (моделями) станів системи, де використовуються «тригери» – зазвичай, булевий вираз подій, який визначає їх комбінацію, що ініціює певні дії (активності) або інші події.

Синхронізація в часі робіт (операцій) і ресурсів, пов'язаних із запитами на обслуговування замовлень або на виконання завдань у межах операційної діяльності підприємства, являє собою складну науково-практичну проблему. Дослідження за пропозицією відповідного інструментарію окреслені теорією розкладів [10].

До того ж, разом з плануванням потоку матеріальних ресурсів для забезпечення технологічних процесів визначаються обсяги та параметри надходження і виходу ресурсів, що не складаються (приміщень, машин, приладів, транспортних засобів, робочих бригад, операторів тощо) за принципом максимального рівня їх використання [5].

Як зазначено в роботі [9], залучення додаткових ресурсів, що не складаються, не дозволяє повною мірою усунути проблему «плаваючого вузького місця», що зумовлює низький рівень завантаження, результативності виконання замовлень, надійності й ефективності технологічних процесів. Слід зазначити, що якщо ж вдаватися до збільшення запасів складованих ресурсів, то знижується оборотність обігових коштів.

Розподіл у часі обмеженого обсягу ресурсів для виконання певного виду діяльності, що складається з безлічі взаємозалежних робіт, відноситься до задач календарного планування [4]. Методи побудови розкладів вибираються під максимально наближену до реального

процесу дескриптивну модель. При цьому задачі відносяться до одного з типів [1, 7]:

- ✦ *задачі впорядкування* – при заданому розподілі робочих об'єктів (заявок, робіт) за блоками (механізмами та ресурсами) і тривалості їх обробки визначаються черги заявок і пропускні спроможності блоків;
- ✦ *задачі узгодження* – при заданому розподілі робочих об'єктів за блоками встановлюються тривалості робіт;
- ✦ *задачі розподілу* – знаходиться найкращий розподіл робіт за блоками для обробки робочий об'єктів.

Зазначені задачі співвідносяться з методами календарного планування, моделями систем масового обслуговування, імітаційними моделями, методами управління запасами, задачами заміни обладнання.

Але моделі процесів постачання ресурсів, виробництва та збуту продукції не можуть залишатися незмінними. Потрібні способи швидкої адаптації цих моделей щодо нових умов і вимог до функціонування підприємства. Саме для цього передбачено поєднання системного підходу і процесно-орієнтованого моделювання у проблемно-орієнтований підхід до моделювання зазначених процесів [12].

Сучасні комп'ютерні програми підтримують візуальну побудову імітаційної моделі процесу або комплексу процесів, що досліджуються. Оскільки імітаційна модель реалізується після того, як всі рішення щодо параметрів структури системи прийняті, то з часом при змінах внутрішнього і зовнішнього середовища, що обумовлюють коригування цих параметрів, потрібна модифікація імітаційної моделі.

Технологічні процеси, зазвичай, характеризуються кількістю стадій, які мають свої вхідні та вихідні потоки, завдання та послідовність робіт (рис. 2). Для імітаційного моделювання багатостадійних технологічних процесів необхідно встановити, яким чином використовуються ресурси, що не складаються. Слід зазначити, що на кожен технологічну стадію надходять, так звані робочі об'єкти (РО), над якими здійснюється певні операції з їх обробки (матеріали, вантажні одиниці, транспортні засоби тощо).

Нижче наведено можливі варіанти використання цих ресурсів:

1) ресурси для виконання стадій:

– один ресурс для всіх стадій;

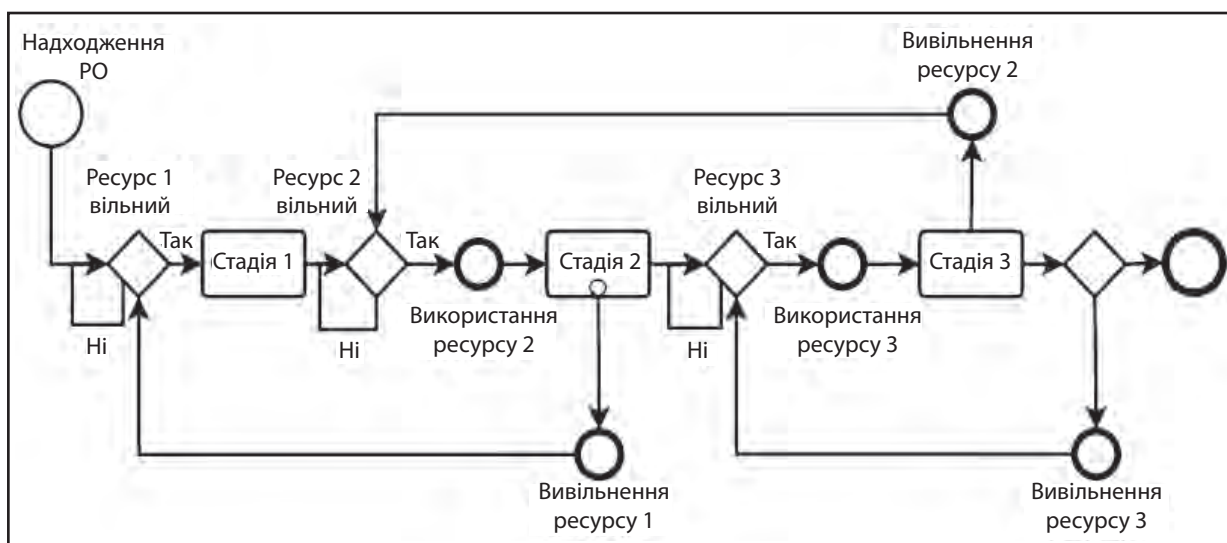
– набір ресурсів за принципом «один ресурс для однієї стадії» (рис. 2а);

– кілька ресурсів, кожен з яких може використовуватися на одній або декількох стадіях (рис. 2б);

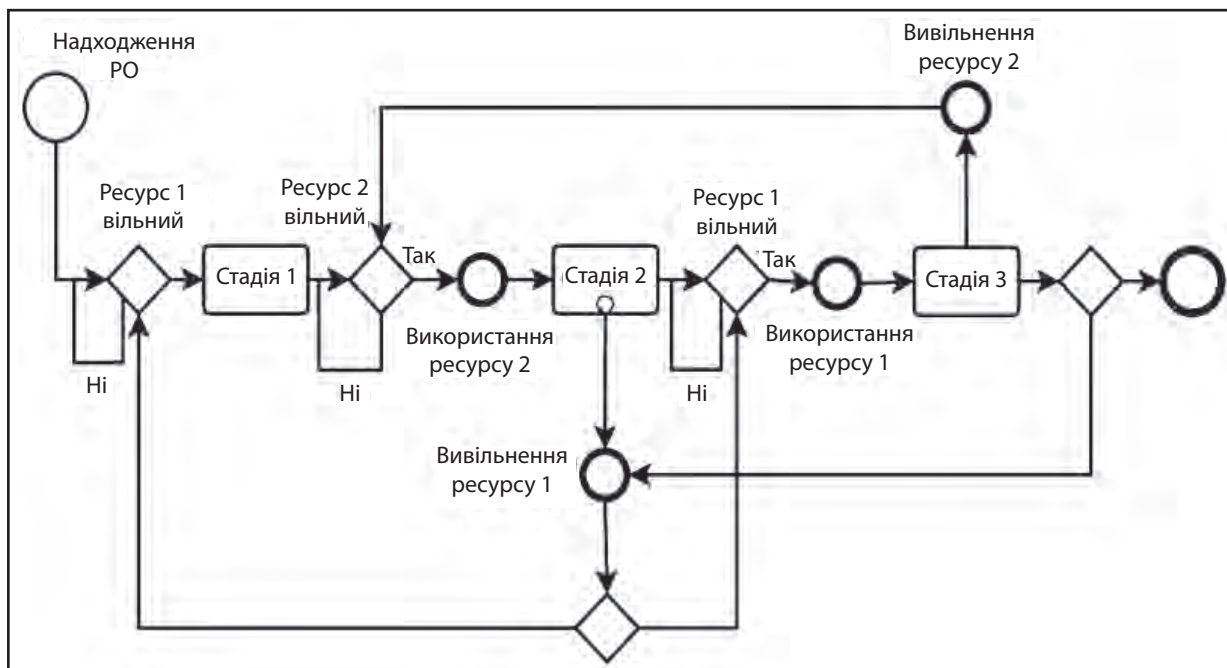
2) наявність або відсутність буферів між стадіями, коли використовуються кілька ресурсів.

При цьому, як показано на рис. 2, закріплення ресурсу за конкретною стадією не означає, що його використання припиняється в момент завершення саме цієї стадії. Вивільнення ресурсу може відбуватися в ході виконання вже наступної стадії, тобто цей ресурс ще використовується після початку наступної стадії, за якою закріплений інший ресурс, а його вивільнення відбувається, коли настає заздалегідь встановлена подія.

Отже, необхідними є визначення в динаміці оптимальних обсягів ресурсів, що не складаються, на підприємстві, та їх призначення за технологічними стадіями



а) BPMN-діаграма процесу за принципом «один ресурс для однієї стадії»



б) BPMN-діаграма процесу з використанням одного ресурсу на декількох стадіях

Рис. 2. Використання ресурсів, що не складаються, у багатостадійних технологічних процесах

Джерело: розроблено на основі [12].

таким чином, щоб забезпечувати синхронізацію робіт і, як наслідок, мінімізувати терміни виконання завдань з обробки РО, перш за все, за рахунок скорочення часу очікування та черг перед стадіями.

Критерії результативності й ефективності процесів постачання, виробництва, збуту й основної діяльності загалом утворюють набір умов, що визначають придатність, доцільність і оптимальність рішень щодо управління ресурсними потоками [6].

Ступінь реалізації запланованих процесів і досягнення їх цілей визначає результативність цих процесів, тоді як ефективність показує залежність між результуючими параметрами і параметрами використання ресурсів. Оцінки результативності й ефективності відображають здатність підприємства досягати чи давати приріст результатів діяльності, перш за все, обсягів виробництва та продажів готової продукції при встановлених обмеженнях на ресурси і ситуації, що склалася на ринку споживання.

Для розрахунку економічної ефективності використовуються показники витрат. Транспортні витрати на постачання матеріальних ресурсів визначаються за формулою:

$$C_{trans} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \left(C_{ij}^{tr} \frac{V_{ij}}{O_{ji}} + C_{ij}^{ret} W_{ij} \right),$$

де C_{ij}^{tr} – питомі транспортно-заготівельні витрати на постачання i -го ресурсу від j -го постачальника (або по j -му логістичному каналу);

V_{ij} – обсяг закупівлі;

S_{ij} – розмір однієї партії поставки;

C_{ij}^{ret} – витрати (втрати), пов'язані з поверненням j -му постачальнику i -го ресурсу внаслідок невідповідності якості та специфікації замовлення;

W_{ij} – обсяг i -го ресурсу, що повертається j -му постачальнику.

Витрати на зберігання матеріальних ресурсів:

$$C_{stor} = \sum_{i=1}^n \sum_{g=1}^x (C_{ig}^{st} M_{ig} + C_{ig}^{stret} W_{ig}),$$

де M_{ig} – середній розмір запасів i -го матеріального ресурсу на g -му складі (технологічній ділянці);

i – питомі витрати на зберігання та витрати (втрати) на зберігання ресурсу, що повертається постачальнику, відповідно;

W_{ig} – обсяг ресурсу, що повертається.

Необхідно також враховувати витрати на організацію (удосконалення) заготівельного процесу:

$$C_{acq} = \sum_{l=1}^u C_l^{res} + \sum_{j=1}^m \sum_{s=1}^w C_{js}^{par},$$

де C_{lh}^{res} – витрати на дослідження ринка l -го матеріального ресурсу;

C_{ig}^{stim} – витрати на реалізацію s -го сценарію заходів щодо синхронізації постачань з власним вироб-

ництвом і переходу до інтегрованої взаємодії з j -м постачальником.

До початку здійснення виробничих і логістичних циклів на підприємстві необхідно затвердити множини об'єктів, які, з точки зору аналізу потокових процесів, поділяються на робочі об'єкти та ресурси (сировина, матеріали, обладнання, транспорт). Затвердженню також підлягають множини агентів (постачальників, підрядників, банків, експедиторів) та управлінських категорій (маршрутів, брендів, критеріїв ефективності, цілей).

Проте, формування зазначених множин пов'язане з високим ступенем суб'єктивності через невизначеність і нестабільність зовнішнього середовища. Тому завдання вибору об'єктів, агентів і управлінських категорій повинні не тільки підкорятися класичній раціональності, яка знижує суб'єктивізм, але і враховувати суб'єктивні аспекти управління діяльністю підприємства. Якщо у виборі цих об'єктів необхідно керуватися набором критеріїв, оперуючи неповною та неточною інформацією, то відповідна задача формулюється на основі теорії нечітких множин і нечіткої логіки [11].

ВИСНОВКИ

Отже, у плануванні основної діяльності, яке підтримується запровадженою на підприємстві інформаційною системою управління, ресурсні потоки повинні відповідати потребам технологічних стадій у ресурсах згідно з об'ємно-календарним графіком виконання замовлень від споживачів.

Моделі визначення оптимального обсягу замовлень на постачання ресурсу, ємності складу та максимального обсягу поставки ресурсу дозволяють підприємству скоротити логістичні витрати і вивільнити обігові кошти. Забезпечення зв'язків між моделями визначення оптимального обсягу замовлень на постачання ресурсів, задачами, моделями та методами планування основної діяльності підприємства підпорядковано загальному управлінському завданню із синхронізації процесів постачання, виробництва та збуту, що дозволяє уникнути втрат від порушень у постачаннях, неритмічності виробництва, неприйнятної тривалості виконання замовлень, що надходять від споживачів. ■

ЛІТЕРАТУРА

1. **Амітан В. Н.** Логістизація процесів в організаційно-економічних системах / В. Н. Амітан, Р. Р. Ларіна, В. Л. Пілюшенко. – Донецьк : Юго-Восток, 2003. – 73 с.
2. **Гаджинский А. М.** Логистика / А. М. Гаджинский. – 20-е изд. – М. : Дашков и К°, 2012. – 484 с.
3. **Гребенкина А. А.** Оценка материальных запасов в филиальной сети нефтегазового предприятия и их взаимосвязь с материальными потоками / А. А. Гребенкина, Ю. В. Ферткова // Ученые записки Санкт-Петербургского университета управления и экономики. – 2011. – №4 (34). – С. 52 – 57.
4. **Лысенко Ю. Г.** Концепция моделирования системы управления логистическими потоками машиностроительного предприятия / Ю. Г. Лысенко, Ю. В. Сирко // Международный научный журнал «Экономическая кибернетика». – 2006. – № 3-4 (39-40). – С. 47 – 55.

5. **Михалевич В. С.** Методы последовательной оптимизации / В. С. Михалевич, А. И. Кукса. – М.: Наука, 1983. – 208 с.
6. **Никитин Н. А.** Модели товарооборота сети розничной торговли / Н. А. Никитин : дис. на соискание ... канд. экон. наук: 08.00.13. – СПб., 2005. – 127 с.
7. **Прилуцкий М. Х.** Оптимальное распределение ресурсов в задачах календарного и объемно-календарного планирования / М. Х. Прилуцкий, С. Е. Власов // Труды Нижегородского государственного технического университета. Серия: Системы обработки информации и управления. – 2004. – Вып. 11. – С. 31 – 36.
8. **Рыжиков Ю. И.** Управление запасами / Ю. И. Рыжиков. – М.: Наука, 2009. – 344 с.
9. **Симаков П. В.** Об оптимизации расписаний дискретных производств позаказного типа с применением имитационного моделирования / П. В. Симаков // Вестник Сибирского гос. аэрокосмического ун-та им. акад. М. Ф. Решетнева. – 2008. – № 4. – С. 52 – 56.
10. **Танаев В. С.** Теория расписаний. Многостадийные системы / В. С. Танаев, Ю. Н. Сотсков, В. А. Струевич. – М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989. – 328 с.
11. **Carlson C.** Fuzzy multiple criteria decision making: Recent developments / C. Carlson, R. Fuller // *Fuzzy Sets and Systems*. – 1996. – Vol. 78. – pp. 139 – 153.
12. **Veeke H. P. M.** Problem oriented modeling and simulation / Hans P. M. Veeke, Jaap A. Ottjes // *Proceedings of the 1999 Summer Computer Simulation Conference (SCSC 1999)*, July 1999, Chicago. – Access mode : <http://www.tomasweb.com/publications/chi9907a.pdf>

REFERENCES

- Amitan, V. N., Larina, R. R., and Piliushenko, V. L. *Lohistyziatsiia protsesiv v orhanizatsiino-ekonomichnykh systemakh* [Logistics processes in organizational and economic systems]. Donetsk: Yuho-Vostok, 2003.
- Carlson, C., and Fuller, R. "Fuzzy multiple criteria decision making: Recent developments". *Fuzzy Sets and Systems*, vol. 78 (1996): 139-153.
- Grebenkina, A. A., and Fertikova, Yu. V. *Uchenye zapiski Sankt-Peterburgskogo universiteta upravleniia i ekonomiki*, no. 4(34) (2011): 52-57.
- Gadzhinskiy, A. M. *Logistika* [Logistics]. Moscow: Dashkov i K^o, 2012.
- Hans, P. M. Veeke, and Jaap, A. Ottjes "Problem oriented modeling and simulation". *Proceedings of the 1999 Summer Computer Simulation Conference*. Chicago, 1999.
- Lysenko, Yu. G., and Sirko, Yu. V. "Kontseptsiiia modelirovaniia sistemy upravleniia logisticheskimi potokami mashinostroitel'nogo predpriiatiia" [The concept of modeling the system of logistics flows engineering enterprise]. *Ekonomicheskaiia kibernetika*, no. 3-4(39-40) (2006): 47-55.
- Mikhalevich, V. S., and Kuksa, A. I. *Metody posledovatel'noy optimizatsii* [Sequential optimization techniques]. Moscow: Nauka, 1983.
- Prilutskiy, M. Kh., and Vlasov, S. E. "Optimalnoe raspredelenie resursov v zadachakh kalendarnogo i obemno-kalendarnogo planirovaniia" [The optimal resource allocation in the calendar and space-scheduling]. *Trudy Nizhegorodskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, no. 11 (2004): 31-36.
- Ryzhikov, Yu. I. *Upravlenie zapasami* [Inventory Management]. Moscow: Nauka, 2009.

Simakov, P. V. "Ob optimizatsii raspisaniy diskretnykh proizvodstv pozakaznogo tipa s primeneniem imitatsionnogo modelirovaniia" [On the optimization of production scheduling of discrete pozakaznogo type using simulation]. *Vestnik Sibirskogo gos. aerokosmicheskogo un-ta*, no. 4 (2008): 52-56.

Tanaev, V. S., Sotskov, Yu. N., and Strusevich, V. A. *Teoriia raspisaniy. Mnogostadiynye sistemy* [Scheduling Theory. The multi-stage system]. Moscow: Nauka, Gl. red. fiz.-mat. lit., 1989.