Тема 9. Виробнича логістика

1. Поняття виробничої логістики
2. Традиційна і логістична концепція організації виробництва
3. Підходи до управління матеріальними потоками у виробничій логістиці
4. Логістична концепція «MRP»
5. Мікрологістична система KANBAN
6. Мікрологістична концепція «оптимізована виробнича технологія»
7. Мікрологістична концепція «худе виробництво»

# Поняття виробничої логістики

Матеріальний потік на своєму шляху від первинного джерела сировини до кінцевого споживача проходить ряд виробничих ланок. Управління матеріальним потоком на цьому етапі має свою специфіку і має назву **виробнича логістика**, або по-іншому — внутрішньовиробнича.

*Метою* виробничої логістики є оптимізація матеріальних потоків всередині підприємств, які створюють матеріальні блага або надають матеріальні послуги.

Актуальність застосування логістики у матеріальній сфері зумовлена декількома аспектами. По-перше, останнім часом спостерігається тенденція звуження сфери масового і багатосерійного виробництва. Розширюється застосування універсального устаткування, гнучких переналагоджуваних (виробничих) систем. Виробники отримують все більше замовлень на виробництво невеликих партій і навіть одиничних виробів. При цьому з боку покупців все частіше висувається вимога задовольнити потребу за мінімально короткий термін з високим ступенем гарантії.

Іншим аспектом актуальності виробничої логістики є організація виробництва у рамках кооперації з випуску складних виробів. У цьому випадку транспортно-пересувні операції можуть бути об'єктом як виробничої логістики, якщо використовуються власні транспортні засоби для внутрішньосистемного переміщення вантажів, так і транспортної за умови використання транспорту загального користування.

Конкретні специфічні особливості побудови системи виробничої логістики підприємства залежать від типу і характеру виробничого процесу. Зазвичай припускають, що виробнича логістика присутня тільки на промислових підприємствах, тобто на виробничих підприємствах, які виготовляють деяку продукцію. Крім того існує думка, що поняття

«виробничий процес» доцільно розглядати ширше, і тоді виробничу логістику можна розуміти як логістику *всередині* підприємства будь-якого типу, наприклад всередині промислового, будівельного чи торгового підприємства. Однак ми будемо докладно розглядати логістику саме промислових підприємств.

*Відмінною рисою* об'єктів вивчення виробничої логістики є їх тери- торіальна компактність. Тому у літературі їх іноді називають «острівними об'єктами логістики».

Логістичні системи, які досліджує виробнича логістика, називаються **внутрішньовиробничими логістичними системами.** Клас внутрішньовиробничих систем, якщо вони задовольняють принципам логістики, досить великий — це промислові підприємства з високим рівнем автоматизації виробництва, автоматизовані складські системи і підприємства матеріально-технічного постачання, транспортні вузли, вантажні станції і т.д. Якщо виходити із зазначеної раніше просторової декомпозиції логістики, то внутрішньовиробничу логістичну систему слід віднести до

мікрологістики.

У той же час внутрішньовиробничі логістичні системи можна розглядати на макро- і мікрорівні.

Роль внутрішньовиробничих логістичних систем (ВЛС) на *макрорівні*

визначається такими факторами:

* ВЛС підприємств є джерелами матеріальних потоків і первинної інформації. Фахівці вважають, що гнучкі виробничі модулі промислових підприємств є стартовими елементами логістичного ланцюга;
* ВЛС підприємств задають певний ритм всьому логістичному ланцюгу. Решта його елементів, у тому числі система постачання і збуту, транспортна система повинні функціонувати відповідно до ритму ВЛС;
* завдяки системному підходу під час дослідження господарської діяльності логістика виступає координатором, стимулятором і організатором зв'язку між усіма суб'єктами підприємства і його клієнтурою. Тому основна мета ВЛС полягає в координації планування й управління виробництвом, реалізації оперативних і стратегічних планів;
* можливість адаптації макрологістичних систем до змін навко- лишнього середовища істотною мірою визначається здатністю вхідних внутрішньовиробничих логістичних систем швидко змінювати якісний і кількісний склад вихідного матеріального потоку, тобто асортимент і кількість продукції, що випускається;
* ВЛС у мініатюрі є системою, у рамках якої функціонують підсистеми постачання і збуту, промислового транспорту, виробничі ділянки підприємства. Моделювання процесів ВЛС дозволяє отрима- ти цінну інформацію для дослідження закономірностей роботи всієї логістичної системи — про гнучкість, стійкість, надійність і т.п.

На *мікрорівні* внутрішньовиробнича логістика виступає центром управління, планування, координації та контролю всіх основних потоків, наявних на промисловому підприємстві: матеріальних, інформаційних та інших. Тут внутрішньовиробничі логістичні системи є рядом підсистем, що перебувають у відносинах і зв'язках одна з одною, утворюють певну цілісність, єдність. Ці підсистеми: закупівля, склади, запаси, обслуговування виробництва, транспорт, інформація, збут і кадри — забезпечують входження матеріального потоку в систему, проходження всередині неї та вихід із системи. Відповідно до концепції логістики побудова внутрішньовиробничих логістичних систем повинна забезпечувати можливість постійного узгодження і взаємного коректування планів і дій постачальницьких, виробничих ланок і ланок збуту всередині підприємства.

До *завдань* внутрішньовиробничих логістичних систем у рамках заданої виробничої програми належать:

* оперативно-календарне планування з детальним розкладом випуску готової продукції;
* оперативне управління технологічними процесами виробництва;
* загальний контроль якості, підтримка стандартів якості продукції та відповідного сервісу;
* стратегічне і оперативне планування постачань матеріальних ре- сурсів;
* організація внутрішньовиробничого складського господарства;
* прогнозування, планування і нормування витрат матеріальних ресурсів у виробництві;
* організація роботи внутрішньовиробничого технологічного транспорту;
* контроль і управління запасами матеріальних ресурсів, незавер- шеного виробництва і готової продукції на всіх рівнях внутрішньовиробничої складської системи і у технологічному процесі виробництва;
* внутрішньовиробничий фізичний розподіл матеріальних ресурсів і готової продукції;
* інформаційне і технічне забезпечення процесів управління внутрішньовиробничими матеріальними потоками;
* автоматизація і комп'ютеризація управління матеріальними та інформаційними потоками у виробництві.

Таким чином, завдання виробничої логістики відображають органі- зацію управління матеріальними та інформаційними потоками не просто всередині логістичної системи, а в рамках процесу виробництва.

# Традиційна і логістична концепція організації виробництва

Логістика дещо змінила уявлення про організацію виробничо-тех- нологічного процесу на підприємстві.

У табл. 5.1 подано порівняльний аналіз традиційної та логістичної концепції організації виробництва.

*Таблиця 5.1 Порівняльний аналіз традиційної та логістичної концепції організації*

*виробництва*

|  |  |
| --- | --- |
| Характеристики традиційної концепціїорганізації виробництва | Характеристики логістичної концепціїорганізації виробництва |
| 1 . Виробнича інтеграція розглядається якдругорядне питання | Підтримка високого ступеня виробничоїінтеграції |
| 2. Прагнення до максимальної продуктивності | Прагнення до підвищеної гнучкості й адаптації виробництва до кон'юнктуриринку |
| 3. Оптимізація окремих функцій | Оптимізація потокових процесів |
| 4. Підтримка будь-якими засобами високого коефіцієнта використаннявиробничих потужностей | Підвищення пропускної здатності виробничих потужностей |
| 5. Запаси у вигляді матеріальних ресурсів і готової продукції для забезпечення виробництва й обслуговування споживачів | Запаси у вигляді потужностей для досягнення високої гнучкості та мінімізації технологічних циклів. Відмовлення від надлишкових матеріальних і товарнихзапасів |
| 6*.* Узгодженість виробничих та інфраструктурних операцій здійснюєтьсяшляхом завищення часу на їх виконання | Відмова від завищення часу на виконання виробничих і логістичних операцій |
| 7. Перевага спеціалізованого обладнання | Перевага універсального обладнання |
| 8. Виробництво орієнтоване на максимізацію партій продукції, яка виготовляється, на програму, наскладування | Відмова від виготовлення продукції, на яку немає замовлень покупців. Зменшення партій, підвищення якості виробництва |
| 9. Допускається брак в межахвстановлених норм | Усунення браку |
| 10. Пасивність в оптимізаціївнутрішньовиробничих переміщень | Усунення нераціональних внут-рішньовиробничих переміщень |

Зміст концептуальних положень свідчить про те, що традиційна концепція організації виробництва найбільш прийнятна для умов «ринку продавця», в той час як логістична концепція — для умов «ринку покупця».

Якщо попит перевищує пропозицію, тo впевненість у тому, що будь- яка партія виготовленої продукції буде реалізована, обумовлює функціонування витратного виробництва.

Більше уваги приділяється максимальному завантаженню виробничих потужностей і зниженню собівартості одиниці продукції шляхом збільшення продуктивності обладнання за одиницю часу. Завдання підвищення ефективності інфраструктурних операцій і процесу реалізації мають другорядне значення.

Маємо іншу ситуацію, коли потенційна пропозиція перевищує попит. В умовах конкурентної боротьби за споживача проблеми ефективної реалізації виготовленої продукції стають пріоритетними.

Динамічність і невизначеність попиту на ринку робить недоцільним створення і підтримку великих запасів. Одночасно виробники дуже зацікавлені в отриманні кожного нового, навіть невеликого замовлення. Все це обумовлює потребу в гнучких виробничих потужностях, які здатні швидко відреагувати на кон'юнктуру попиту.

Запас виробничої потужності виникає при наявності якісної та кількісної гнучкості виробничих систем. *Якісна гнучкість* забезпечується за рахунок наявності універсального обслуговуючого персоналу і гнучкого виробництва. *Кількісна гнучкість* може забезпечуватися різними способами. Наприклад, на деяких підприємствах Японії основний персонал складає не більш 20% від максимальної кількості працюючих. Решта 80% — тимчасові працівники.

При цьому зниження собівартості в умовах конкуренції досягається не збільшенням розмірів партій, які випускаються, або іншими екстенсивними заходами, а логістичною організацією як окремого виробництва, так і всієї товаропровідної системи в цілому. Основою такої організації зазвичай є створення центру управління логістики, у якому зосереджується інформація та управління всіма зв'язками, що дозволяє забезпечити координацію, управління і контроль за процесом у цілому.

# Підходи до управління матеріальними потоками у виробничій логістиці

У виробничій логістиці велика роль належить процесам своєчасного постачання виробництва всіма необхідними матеріалами, заготовками, напівфабрикатами, комплектуючими виробами.

Закордонними фахівцями розроблено і впроваджено у практику декілька систем управління цими процесами. Управління матеріальними потоками у рамках внутрішньовиробничих логістичних систем ґрунтується на двох принципово різних підходах: штовхаючому і тягнучому.

Перший підхід називається **«штовхаюча» система** і є системою організації виробництва, у якій предмети праці, які надходять на виробничу ділянку, безпосередньо цією ділянкою в попередньої технологічної ланки не замовляються. Матеріальний потік «виштовхується» кожному наступному адресату строго за розпорядженням (командою), яке надходить на передавальне ланку з центральної системи управління виробництвом.

Протягом свого виготовлення деталі проходять шлях від попередньої стадії процесу виробництва до наступної. Однак у цьому випадку важко перебудуватися під час збоїв у якихось технологічних процесах або за умови зміни попиту. Використовуючи дану систему управління, протягом місяця доводиться неодноразово змінювати виробничі графіки для всіх технологічних стадій одночасно, що часто зробити дуже важко.

«Штовхаючі» моделі управління матеріальними потоками характерні для традиційних методів організації виробництва. Можливість їх застосування для логістичної організації виробництва з'явилася У зв'язку з масовим розповсюдженням обчислювальної техніки і сучасних інформаційних технологій.

Незважаючи на те, що «штовхаючі» системи здатні управляти функціонуванням різного ступеня складності виробничо-господарських механізмів, поєднуючи всі їх елементи у єдине ціле, вони в той же час мають обмежені можливості. Характеристики переданого від ланки до ланки естафетою матеріального потоку оптимальні тією мірою, якою центр управління може його врахувати, оцінити і скорегувати. Один із основних недоліків даної системи полягає в тому, що чим більше факторів щодо кожної із ланок логістичного ланцюжка повинен враховувати центр управління, тим складнішим, дорожчим і досконалішим повинне бути програмне, інформаційне та матеріально-технічне забезпечення.

Крім того, за такої системи в підприємства повинні бути матеріальні запаси на всіх стадіях виробництва, для того щоб запобігти збоїв і пристосуватися до змін попиту. Тому така система припускає створення

внутрішніх статичних потоків між різними технологічними етапами, що часто призводить до заморожування матеріальних засобів, встановлення надлишкового устаткування і залучення додаткових робітників.

Найбільш відомими апробованими логістичними моделями систем даного типу є MRP I, MRPII та інші.

«Штовхаючі» (виштовхуючі) системи знайшли своє застосування не тільки в сфері виробництва (виробничій логістиці), але й у сфері обігу як на стадії здійснення закупівель, так і на стадії реалізації готової продукції.

*У процесі матеріально-технічного забезпечення* «штовхаюча» система є системою управління запасами впродовж всього логістичного ланцюга, у якому рішення про поповнення запасів у складській системі на всіх рівнях приймається централізовано. *Під час реалізації готової продукції*

«штовхаюча» система проявляється як стратегія збуту, спрямована на випереджаюче щодо попиту формування товарних запасів в оптових і роздрібних торгових підприємствах.

Другий варіант організації логістичних процесів на виробництві ґрунтується на принципово іншому способі управління матеріальним по- током. Він називається «тягнучою» системою і є системою організації виробництва, у якій деталі і напівфабрикати подаються на наступну тех- нологічну операцію з попередньої в міру необхідності.

Тут центральна система управління не втручається в обмін ма- теріальними потоками між різними ділянками підприємства, не встановлює для них поточних виробничих завдань. Виробнича програма окремої технологічної ланки визначається розміром замовлення наступної ланки. Основною функцією центра управління є постановка завдання перед кінцевою ланкою виробничого технологічного ланцюга.

Перевагою «тягнучих» (витягуючих) систем *є* те, що вони не вима- гають загальної комп'ютеризації виробництва. У той же час вони пе- редбачають високу дисципліну і дотримання всіх параметрів постачань, а також підвищену відповідальність персоналу всіх рівнів, особливо виконавців. Це пояснюється тим, що централізоване регулювання виробничих процесів обмежене.

Основними *цілями* «тягнучих» (витягуючих) систем *е:*

*-* запобігання поширенню зростаючих коливань попиту або обсягу продукції від наступного процесу до попереднього;

* зведення до мінімуму коливання параметрів запасів між техно- логічними операціями;
* максимальне спрощення управління запасами в процесі виробництва шляхом його децентралізації, підвищення рівня оперативного цехового управління.

До «тягнучих» логістичних систем належать системи KANBAN і ОПТ.

У сфері обігу широко застосовуються як штовхаючі системи, так і тягнучі. *На стадії закупівель* вони утворюють системи управління ма- теріальними потоками з децентралізованим процесом прийняття рішень про поповнення запасів. *Під час реалізації готової продукції* «тягнуча» (витягуюча) система є стратегією збуту, спрямованою на випереджальне щодо формування товарних запасів стимулювання попиту на продукцію в оптовій і роздрібній торговій ланці.

Далі розглянуто найбільш розповсюджені виробничі логістичні концепції та системи.

# Логістична концепція «MRP»

Однією з найбільш популярних у світі логістичних концепцій, на ос- нові якої розроблено і функціонує велика кількість мікрологістичних систем, є *концепція «планування потреб/ресурсів» (requirements/resource planning, RP).* Концепцію RP часто протиставляють логістичній концепції «точно у термін», маючи на увазі, що на ній (на відміну від JIT-підходу) базуються логістичні системи «штовхаючого» типу.

Базовими мікрологістичними системами, які ґрунтуються на концепції

«планування потреб/ресурсів», у виробництві і постачанні є *системи*

*«планування потреби в матеріалах/виробничого планування потреби в ресурсах» (materials/manufacturing requirements/resource planning,* MRPI

/MRPII), а в дистриб'юції (розподілі) — *системи «планування розподілу продукції/ресурсів» (distribution requirements/ resource planning,* DRP I/DRP II).

Практичні застосування, типові для систем MRP, наявні в організації виробничо-технологічних процесів разом із закупівлями матеріальних ресурсів. Відповідно до визначення американського дослідника Дж. Орліскі, одного з головних розробників системи MRP І, система «планування потреби в матеріалах (система MRP) у вузькому значенні складається з ряду логічно пов'язаних процедур, вирішальних правил і вимог, які переводять виробничий розклад у «ланцюжок вимог», що синхронізовані у часі, а також запланованого покриття цих вимог для кожної одиниці запасу компонентів, необхідних для виконання розкладу... Система MRP переплановує

послідовність вимог і покриття внаслідок змін або у виробничому розкладі, або в структурі запасів, або в характеристиках продукту».

Системи MRP оперують матеріалами, компонентами, напівфаб- рикатами та їх частинами, попит на які залежить від попиту на специфічну готову продукцію. Хоч сама логістична концепція, закладена в основу системи MRP І, сформована досить давно (із середини 1950-х років), але тільки з появою швидкодіючих комп'ютерів її вдалося реалізувати на практиці. У той же час революція в мікропроцесорних та інформаційних технологіях стимулювала бурхливий ріст різноманітних застосувань систем MRP у бізнесі.

Основними цілями систем MRP є:

* задоволення потреби у матеріалах, компонентах і продукції для планування виробництва і доставки споживачам;
* підтримка низького рівня запасів матеріальних ресурсів, неза- вершеного виробництва, готової продукції;
* планування виробничих операцій, графіків доставки, закупівельних операцій.

У процесі реалізації цих цілей система MRP забезпечує потік планових кількостей матеріальних ресурсів і запасів продукції на горизонті планування. Система MRP спочатку визначає, скільки і в які строки необхідно виготовити кінцевої продукції. Потім система визначає час і необхідні кількості матеріальних ресурсів для виконання виробничого розкладу. На рис. 5.1 представлено блок-схему системи MRPI.



*Рис. 5.1. Блок-схема системи MRP I*

Входом системи MRP І є замовлення споживачів, підкріплені прогнозами попиту на готову продукцію фірми, які закладені у виробничий розклад (графіки випуску готової продукції). Таким чином, як і для мікрологістичних систем, які ґрунтуються на принципах концепції «точно у термін», у MRP І ключовим фактором є споживчий попит.

База даних про матеріальні ресурси містить всю необхідну інформацію про номенклатуру й основні параметри (характеристики) сировини, матеріалів, компонентів, напівфабрикатів і т.п., необхідних для виробництва (складання) готової продукції або її частин. Крім того, у ній містяться норми витрат матеріальних ресурсів на одиницю виготовленої продукції, а також файли моментів часу постачання відповідних матеріальних ресурсів у виробничі підрозділи фірми. У базі даних також ідентифіковані зв'язки між окремими входами виробничих підрозділів за використовуваними матеріальними ресурсами і щодо кінцевої продукції. База даних про запаси інформує систему та управлінський персонал про наявність і величину ви- робничих, страхових та інших необхідних запасів матеріальних ресурсів у складському господарстві фірми, а також про близькість їх до критичного рівня і необхідність їх поповнення. Крім того, у цій базі містяться відомості про постачальників і параметри постачання матеріальних ресурсів.

Програмний комплекс MRP І заснований на систематизованих виробничих розкладах (графіках випуску кінцевої продукції) залежно від споживчого попиту і комплексної інформації, отримуваної з баз даних про матеріальні ресурси та їх запаси. Алгоритми, закладені в програмні модулі системи, спочатку переводять попит на готову продукцію в необхідний загальний обсяг вихідних матеріальних ресурсів. Потім програми обчислюють ланцюг вимог вихідних матеріальних ресурсів, напівфабрикатів, обсягу незавершеного виробництва, які ґрунтуються на інформації про відповідний рівень запасів, і розміщають замовлення на обсяги вхідних матеріальних ресурсів для ділянок виробництва (складання) готової продукції. Замовлення залежать від специфікованих за номенклатурою, обсягів вимог матеріальних ресурсів і часу їх доставки на відповідні робочі місця і склади.

Після завершення всіх необхідних обчислень в інформаційно- комп'ютерному центрі фірми формується вихідний комплекс машинограм системи MRP І, який у документальному вигляді передається виробничим та логістичним менеджерам для прийняття рішень з організації забезпечення виробничих ділянок і складського господарства фірми необхідними

матеріальними ресурсами. Типовий набір вихідних документів системи MRPІ містить:

* специфіковані за номенклатурою, обсягом і часом вимоги ма- теріальних ресурсів, які замовляються в постачальників;
* зміни, які необхідно внести у виробничий розклад;
* схеми доставки матеріальних ресурсів, обсяг постачань і т.п.;
* анульовані вимоги готової продукції, матеріальних ресурсів;
* стан системи MRP.

Однак мікрологістичні системи, які ґрунтуються на MRP-підході, мають ряд недоліків і обмежень, основними серед яких є:

* значний обсяг обчислень, підготовки і попередньої обробки великого обсягу вихідної інформації, що збільшує тривалість виробничого періоду і логістичного циклу;
* зростання логістичних витрат на обробку замовлень і транспор- тування за умови прагнення фірми зменшити рівень запасів або перейти на випуск готової продукції в малих обсягах з високою періодичністю;
* нечутливість до короткочасних змін попиту, тому що вони ґрун- туються на контролі і поповненні рівня запасів у фіксованих точках проходження замовлення;
* значна кількість відмов у системі через її велику розмірність і пе- ревантаженість.

Ці недоліки накладаються на загальний недолік, властивий всім мікрологістичним системам «штовхаючого» типу, до яких належать і системи MRP І, а саме: недостатньо суворе відстеження попиту з обов'язковою наявністю страхових запасів.

Наявність таких запасів сповільнює обертання обігових коштів фірми, збільшує собівартість готової продукції, але забезпечує велику стійкість логістичної системи під час різких коливань попиту і ненадійності постачальників матеріальних ресурсів порівняно з логістичними системами, які ґрунтуються на концепції «точно у термін».

Системи MRP І переважно використовуються, коли попит на вихідні матеріальні ресурси дуже залежить від попиту споживачів на кінцеву продукцію. Система MRP І може працювати із широкою номенклатурою матеріальних ресурсів (багатоасортиментними вихідними матеріальними потоками). Хоча прихильники концепції «точно у термін» стверджують, і небезпідставно, що «тягнучі» мікрологістичні системи, які ґрунтуються на принципах цієї концепції, швидше й ефективніше реагують на зміни

споживчого попиту, але трапляються випадки, коли системи MRP І є більш ефективними. Це, зокрема, справедливо для фірм, які мають досить тривалі виробничі цикли, і в умовах невизначеного попиту. У той же час застосування систем MRP І дозволяє фірмам досягати тих же цілей, що за умови використання JIT-технології, зокрема досягати скорочення тривалості повного логістичного циклу та усунення надлишкових запасів, якщо час прийняття рішень щодо управління виробничими операціями і закупівлям матеріальних ресурсів порівняний з періодичністю зміни попиту.

Зазначені вище недоліки і деякі обмеження застосування MRP I стимулювали розробку другого покоління цих систем, які використовуються в США і Західній Європі з початку 1980-х років. Це покоління логістичних систем отримало назву системи MRP II. Ці системи є інтегрованими мікрологістичними системами, у яких об'єднані фінансове планування і логістичні операції. В даний час системи MRP II розглядаються як ефективний інструмент планування для реалізації стратегічних цілей фірми в логістиці, маркетингу, виробництві та фінансах. Більшість західних фахівців розглядають системи MRP II як інструментарій, який використовують в плануванні та управлінні організаційними ресурсами фірми з метою досяг- нення мінімального рівня запасів у процесі контролю за всіма стадіями виробничого процесу. Системи MRP II є ефективним інструментом внутрішньофірмового планування, що дозволяє перетворювати на практиці логістичну концепцію інтеграції функціональних сфер бізнесу під час управління матеріальними потоками. Перевагою систем MRP II перед системами MRP І є повніше задоволення споживчого попиту, яке досягається шляхом скорочення тривалості виробничих циклів, зменшення запасів, кращої організації постачань, швидшої реакції на зміни попиту. Системи MRP II забезпечують велику гнучкість планування і сприяють зменшенню логістичних витрат з управління запасами.

Система MRP І є складовою частиною системи MRP II. Крім неї, до складу системи MRP II входять: блок прогнозування та управління попитом, розрахунок виробничого розкладу (графіку випуску готової продукції), розрахунок плану завантаження виробничих потужностей, блок розміщення замовлень і контролю закупівель матеріальних ресурсів та інші блоки, що складають програмний комплекс. Важливе місце в системі MRPII займають алгоритми прогнозування попиту, потреби в матеріальних ресурсах, рівня запасів. Додатково порівняно із системою MRPІ вирішується комплекс завдань контролю і регулювання рівня запасів матеріальних ресурсів, обсягу

незавершеного виробництва і готової продукції на ЕОМ. Для вирішення цих завдань проводяться підготовка, обробка і корегування інформації про прихід, наявність і переміщення матеріальних ресурсів, облік запасів у розрізі кожної позиції номенклатури і номенклатурних груп, місць складського зберігання і т.п. В основні завдання управління запасами входять: вибір стратегії поповнення запасів, розрахунок критичних точок і точок замовлення, аналіз структури запасів за методом ABC, наднорма- тивних запасів та ін.

Сучасна мікропроцесорна техніка і програмне забезпечення дозволили апробувати на практиці мікрологістичні системи, які ґрунтуються на схемі MRP-II, у режимі реального часу, із щоденним оновленням баз даних, що значно підвищило ефективність планування та управління матеріальними потоками.

В останні роки в багатьох країнах було здійснено спроби створити комбіновані системи MRP II — KANBAN для взаємного усунення недоліків, властивих кожній із цих систем окремо. Зазвичай у таких комбінованих системах MRP II використовують для планування і прогнозування попиту, збуту і закупівель, а систему KANBAN — для оперативного управління виробництвом. Деякі західні дослідники називають таку інтегровану мікрологістичну систему MRP III.

# Мікрологістична система KANBAN

Найбільш розповсюдженою у світі серед мікрологістичних є концепція

«just-in-time» — JIT («точно у термін»).

Однією із перших спроб практичного впровадження цієї концепції стала розроблена корпорацією *Toyota Motor мікрологістична система KANBAN,* що в перекладі з японського означає «карта». Система KANBAN є першою реалізацією «тягнучих» мікрологістичних систем у виробництві, на впровадження якої від початку розробки у фірми *Toyota* пішло 10 років. Термін був таким тривалим, тому що система KANBAN не могла працювати без відповідного логістичного оточення концепції JIT. Ключовими елементами цього оточення стали:

* раціональна організація і збалансованість виробництва;
* тотальний контроль якості на всіх стадіях виробничого процесу і якості вихідних матеріальних ресурсів у постачальників;
* партнерство тільки з надійними постачальниками і перевізниками;
* підвищена професійна відповідальність всього персоналу.

Перші спроби американських і європейських конкурентів автоматично перенести схему KANBAN у виробництво без обліку цих та інших факторів логістичного оточення зазнали невдачі.

Мікрологістична система KANBAN, вперше застосована корпорацією *Toyota Motor* у 1972 p. на заводі «Такахама» (м. Нагоя, Японія), є системою організації неперервного виробничого потоку, який здатний до швидкої перебудови і практично не потребує страхових запасів. Сутність системи KANBAN полягає в тому, що всі виробничі підрозділи заводу, включаючи лінії кінцевого складання, забезпечуються матеріальними ресурсами тільки в тій кількості й у такі строки, які необхідні для виконання заданого підрозділом-споживачем замовлення. Таким чином, на відміну від традиційного підходу до виробництва, структурний підрозділ-виробник не має загального жорсткого графіка виробництва, а оптимізує свою роботу в межах замовлення наступного у виробничо-технологічному циклі підрозділу фірми, що здійснює операції на наступній стадії виробничо-технологічного циклу.

Особливостями такого планування є те, що вся диспетчеризація процесу побудована на горизонтальних зв'язках вздовж всього техно- логічного ланцюжку, а не на піраміді, характерній для традиційних рішень.

Засобом передачі інформації в системі є спеціальна картка «kan-ban» у пластиковому конверті. Поширено два види карток: відбору і виробничого замовлення (рис. 5.2, 5.3).



*Рис. 5.2. Картка відбору «kanban»*



*Рис. 5.3. Картка замовлення «kanban»*

У *картці відбору* зазначається кількість деталей (компонентів, напівфабрикатів), яку потрібно взяти на попередній ділянці обробки (складання), у той час як у *картці виробничого замовлення* — кількість деталей, яку потрібно виготовити (скласти) на попередній виробничій ділянці.

Картки виробничого замовлення і відбору роблять різнокольоровими

* наприклад, білими і чорними. Ці картки циркулюють як всередині підприємств фірми *Toyota,* так і між корпорацією та компаніями- співробітниками, а також на підприємствах філій. Таким чином, картки

«kanban» несуть інформацію про кількість витраченої і виробленої продукції, що дозволяє реалізовувати концепцію JIT.

Для ілюстрації технології роботи схеми KANBAN часто наводять приклад, взятий із праці, яка належить Я. Мондену .

# Приклад

При виготовленні продукції *А, В, С* на складальній лінії (рис. 5.4) - деталі *а* і *Ь,* які застосовуються, виготовляються на попередній технологічній стадії (поточній лінії).



*Рис. 5.4. Приклад переміщення карток «kanban» а* в поточній лінії,

Деталі *а* і b*,* створені на попередній стадії, складують уздовж конвеєра, прикріплюючи до них картки замовлення «kanban». Робітник зі складальної лінії, яка виготовляє продукцію *А,* на автонавантажувачі або з технологічним візком прибуває з карткою замовлення на місце складування деталі а, щоб взяти певну кількість ящиків деталей із прикріпленими до них картками відбору. На місці складування робітник завантажує навантажувач (технологічний візок) необхідною кількістю деталей *а* згідно з карткою відбору, знімаючи при цьому з ящиків прикріплені до них раніше картки ви- робничого замовлення. Потім робітник доставляє отримані деталі на складальну лінію з картками відбору «kanban». У той же час картки виробничого замовлення залишаються на місці складування деталей, вказуючи кількість взятих деталей. Вони формують замовлення на виготовлення нових деталей *а,* обсяг яких буде строго відповідати кількості, зазначеній в картці виробничого замовлення «kanban».

Так у системі підтримується мінімальний рівень запасів, який за- безпечує безперервну роботу виробничо-технологічних ділянок та персоналу і регульований за допомогою розрахунку середньої денної потреби в кожній деталі та визначення кількості карток «kanban» на неї. Коли матеріальні ресурси витрачені, картка замовлення «kanban» відправляється постачальникам, щоб поповнити резерви. Оскільки прогнозовані кількість і час постачання невеликі, партії, що замовляються, мають невеликі розміри. Крім того, запас, який зберігається на період постачання, підтримується у мінімальних розмірах.

Важливими елементами мікрологістичної системи KANBAN є інформаційна система, яка включає не лише картки, але і виробничі, транспортні і постачальницькі графіки, технологічні карти, інформаційні світлові табло і т.д.; система регулювання потреби і професійної ротації кадрів; система тотального (TQM) і вибіркового («Дзідока») контролю якості продукції; система вирівнювання виробництва і ряд інших.

Практичне використання системи KANBAN, а потім її модифікованих версій дозволяє значно поліпшити якість продукції, яка випускається; скоротити логістичний цикл, як наслідок істотно підвищити обертання обігового капіталу фірм; знизити собівартість виробництва; практично виключити страхові запаси і значно зменшити незавершене виробництво.

Аналіз світового досвіду застосування мікрологістичної системи KANBAN багатьма відомими машинобудівними фірмами показує, що вона дає можливість зменшити виробничі запаси на 50%, запаси готової продукції

- на 8% за умови значного прискорення обертання обігових засобів і підвищення якості готової продукції.

Сама ж фірма *Toyota* домоглася значного зниження виробничих запасів порівняно зі своїми конкурентами. Тут запаси деталей із розрахунку на один випущений автомобіль складає 77 доларів, у той час як на автомобільних фірмах США цей показник дорівнює приблизно 500 доларів.

# Мікрологістична концепція «оптимізована виробнича технологія»

У США і в інших країнах у 80-і роки почали широко використовувати систему організації виробництва ОПТ, у якій на якісно новій основі отримали подальший розвиток ідеї, закладені в системах KANBAN і MRP. Система організації виробництва і постачання, яку назвали ***«Оптимізованою виробничою технологією» (Optimized Production Technology,* ОРТ),** розроблена ізраїльськими та американськими фахівцями і відома також як

«ізраїльський KANBAN».

ОПТ, як і система KANBAN, належить до класу тягнучих систем організації постачання і виробництва. Окремі західноєвропейські фахівці небезпідставно вважають, що ОПТ — це фактично комп'ютеризований варіант системи KANBAN з тією істотною різницею, що ОПТ запобігає виникненню вузьких місць у ланцюзі «постачання виробництво збут», а система KANBAN дозволяє ефективно усувати вже існуючі вузькі місця.

Основний принцип ОПТ — виявлення у виробництві вузького місця або критичних ресурсів. У їх якості можуть виступати:

* запаси сировини і матеріалів;
* машини й устаткування;
* техпроцеси;
* персонал.

Творці системи ОПТ стверджують, що втрати критичних ресурсів вкрай негативно впливають на виробництво у цілому, а економія некри- тичних ресурсів реальної вигоди виробництву, з погляду кінцевих ре- зультатів, не приносить. Від ефективності використання критичних ресурсів залежать темпи розвитку виробничої системи, у той час, як підвищення ефективності використання інших (некритичних) ресурсів на розвиток системи практично не впливає.

У системі ОПТ в автоматичному режимі вирішується ряд завдань оперативного і короткострокового управління виробництвом, у тому числі формування графіка виробництва на один день, тиждень. Під час формування

оптимального графіка виробництва використовується критерій забезпеченості замовлень сировиною і матеріалами, ефективності використання ресурсів, мінімуму обігових коштів у запасах і гнучкості виробництва.

Для формування на ЕОМ графіків з бази даних системи ОПТ вико- ристовують три масиви:

* замовлення; *-* технологічні карти;
* ресурси.

Дані файлу матеріалів і комплектуючих виробів обробляються пара- лельно з даними файлу технологічних карт, внаслідок чого формується граф

* технологічний маршрут. Цей технологічний маршрут обробляється за допомогою програмного модуля, який ідентифікує критичні ресурси. Як наслідок з'являється можливість оцінити інтенсивність використання ресурсів і ступінь їх завантаження та відповідним чином впорядкувати їх. На цьому етапі технологічний маршрут розгалужується. Гілка критичних ресурсів включає всі вузькі місця і подальші пов'язані з ними виробничі і збутові операції.

У програмно-математичному забезпеченні системи ОПТ є модуль, який здійснює обробку даних:

* + для кожного виду передбаченої до випуску продукції;
	+ для кожного виду технологічного процесу.

Після закінчення цієї операції включається наступний програмний модуль, який за допомогою ітеративної процедури робить розрахунок за- вантаження кожного ресурсу та впорядкування цих ресурсів за ступенем їх використання. Потім наступний програмний модуль здійснює пошук критичних ресурсів у виробничій програмі. Далі один з модулів ОПТ за допомогою деякого алгоритму оптимізує використання критичних ресурсів у виробничій системі. Після закінчення цієї операції програма ранжує використання некритичних ресурсів. На цьому закінчується перша ітерація. Після пошуку та виправлення помилок процес повторюється. У результаті машинного розрахунку друкуються машинограми «Графік виробництва»,

«Потреба в сировині і матеріалах», «Стан складського запасу» та інші.

Ефект системи ОПТ полягає у збільшенні виходу готової продукції, зниженні виробничих і транспортних витрат, зменшенні обсягів неза- вершеного виробництва, скороченні виробничого циклу, зниженні потреби в складських і виробничих площах, підвищенні ритмічності відвантаження виготовленої продукції замовнику.

* 1. **Мікрологістична концепція «худе виробництво»**

У останні роки на багатьох західних фірмах під час організації ви- робництва і в оперативному менеджменті набула поширення логістична ***концепція «худе виробництво» (lean production,* LP).** Ця концепція, власне кажучи, є розвитком концепції «точно у термін» і містить такі елементи, як система KANBAN і «планування потреб/ресурсів». Сутність внутрішньовиробничої логістичної концепції «худе виробництво» виражається у творчому поєднанні таких основних компонентів:

* + високої якості;
	+ невеликого розміру виробничих партій;
	+ низького рівня запасів;
	+ висококваліфікованого персоналу;
	+ гнучких виробничих технологій.

Концепція «худе виробництво» отримала свою назву, тому що потре- бує значно менше ресурсів, ніж масове виробництво (менше запасів, часу на виробництво одиниці продукції), спричиняє менші втрати через брак і т.д. Таким чином, ця концепція поєднує в собі переваги масового (великі обсяги виробництва — низька собівартість) і дрібносерійного виробництва (розмаїтість продукції та гнучкість). Основні цілі концепції «худе виробництво» у плані логістики:

* + високі стандарти якості продукції;
	+ низькі виробничі витрати;
	+ швидке реагування на зміну споживчого попиту;
	+ малий час переналагодження устаткування.

Ключовими елементами реалізації логістичних цілей в оперативному менеджменті під час використання цієї концепції є:

* + зменшення підготовчо-заключного часу;
	+ невеликий розмір партій виробленої продукції;
	+ мала тривалість виробничого періоду;
	+ контроль якості всіх процесів;
	+ загальне продуктивне забезпечення (підтримка);
	+ партнерство з надійними постачальниками;
	+ еластичні потокові процеси;
	+ «тягнуча» інформаційна система.

Зупинимося більш детально на деяких ключових елементах.

Велику увагу в концепції «худе виробництво» приділяють загальній виробничій підтримці для того, щоб забезпечити стан безперервної готов- ності технологічного устаткування, практично виключити можливість його відмови, поліпшити якість його технічного обслуговування і ремонту. Поряд із загальним контролем якості ефективна підтримка дозволяє до мінімуму скоротити запаси незавершеного виробництва (буферні запаси) між виробничо-технологічними ділянками. Велику роль у реалізації цих завдань відіграє підготовка персоналу середньої та нижчої ланки виробничого і логістичного менеджменту, який повинен:

* + знати вихідні специфікації та вимоги підвідомчих виробничо- логістичних процесів і процедур;
	+ бути в змозі вимірювати результати роботи і контролювати логістичні операції;
	+ бути добре підготовленим і забезпеченим необхідними інструкціями;
	+ добре розуміти кінцеву мету управління.

Застосування в системі «худе виробництво» елементів систем KANBAN і «планування потреб/ресурсів» дозволяє істотно знизити рівень запасів і працювати практично з мінімальними страховими запасами без складування матеріальних ресурсів, чому сприяє співробітництво з надійними постачальниками.

Партнерство з надійними постачальниками матеріальних ресурсів характеризується такими основними твердженнями:

* + постачальник — це партнер, а не конкурент;
	+ продавець і покупець матеріальних ресурсів координують свої дії для успіху на ринку;
	+ продавець повинен сертифікувати свою продукцію згідно із світовими стандартами якості;
	+ покупець не повинен перевіряти якість вихідних матеріальних ресурсів;
	+ продавець повинен прагнути зменшити ціни на свою продукцію за умови стабільних тривалих взаємин з покупцем;
	+ продавець повинен кооперуватися з покупцем під час внесення змін у характеристики матеріальних ресурсів або розробки нових продуктів;
	+ продавець повинен інтегрувати свої логістичні операції з ло- гістичною стратегією покупця матеріальних ресурсів.

Кінцевою метою такого партнерства є встановлення тривалих зв'язків з обмеженою кількістю надійних постачальників кожного виду матеріальних ресурсів. У концепції «худого виробництва» постачальники розглядаються як частина власної організації виробничої, маркетингової та логістичної діяльності, яка забезпечує досягнення місії компанії. Такий підхід до постачальників, що практично не вимагає вхідного контролю матеріальних ресурсів, робить їх справжніми партнерами у бізнесі і сприяє інтегруванню постачання в логістичну стратегію фірми. Постачальники матеріальних ресурсів повинні задовольняти такі основні очікування фірми-виробника готової продукції:

* + доставка матеріальних ресурсів повинна здійснюватися відповідно до технології JIT;
	+ матеріальні ресурси повинні відповідати усім вимогам стандартів якості;
	+ вхідний контроль матеріальних ресурсів потрібно виключити;
	+ ціни на матеріальні ресурси повинні бути якомога нижчими з розрахунку тривалих господарських зв'язків у сфері постачань, але ціни не повинні превалювати над якістю матеріальних ресурсів і доставки їх споживачу;
	+ продавці матеріальних ресурсів повинні попередньо узгодити зі споживачем проблеми і труднощі, які виникають у їх ділових стосунках;
	+ продавці повинні супроводжувати постачання матеріальних ресурсів документацією (сертифікатами), яка підтверджує контроль якості їх виготовлення, або документацією з організації такого контролю у фірми- виробника;
	+ продавці повинні допомагати покупцю в проведенні експертиз або адаптації технологій до нових модифікацій матеріальних ресурсів;
	+ матеріальні ресурси повинні супроводжуватися відповідними вхідними і вихідними специфікаціями.

Велике значення для реалізації концепції «худе виробництво» у внутрішньовиробничій логістичній системі має загальний контроль якості на всіх рівнях виробничого циклу. Як правило, більшість західних фірм використовують під час контролю якості своєї продукції концепцію загального управління якістю і серію стандартів ISO-9000. У процесах виготовлення продукції та управління потоками матеріальних ресурсів у системі «худе виробництво» зазвичай виділяють п'ять складових, які ми позначимо відповідними символами:

□— трансформація (матеріальні ресурси перетворюються в готову продукцію);

— інспекції (контроль на кожному етапі виробничого циклу);

 — транспортування (матеріальних ресурсів, запасів незавершеного виробництва і готової продукції);

△- складування (матеріальних ресурсів, запасів незавершеного ви-

робництва і готової продукції);

🌕- затримки (у виробничому циклі).

Логістичне управління цими компонентами потрібно спрямувати на реалізацію цілей систем «худого виробництва». У цьому аспекті необхідними елементами є трансформація і транспортування; інспекції якості потрібно проводити якомога рідше (відповідно до концепції загального управління якістю), а елементи «складування» і «затримки» — взагалі виключити. Іншими словами, *необхідно усунути зайві операції,* що є девізом концепції

«худого виробництва».

# Приклад

Розглянемо на умовному прикладі, як можна трансформувати ви- робничий процес із звичайного (який часто зустрічається на практиці) у процес, що відповідає LP-потоку (рис. 5.5).



*Рис. 5.5. Трансформація виробничого процесу в системі «худого*

*виробництва» (LP)*

Ще одним елементом систем «худого виробництва» є *принцип*

*«тягнучих» систем,* частково розглянутий нами вище. Щодо даної концепції

цей принцип означає: відсутність складів, тільки мінімальні запаси на полицях, всі запаси — на робочих місцях, тобто варто використовувати тільки ті компоненти, які необхідні для задоволення замовлення споживача. У подібних системах зменшення запасів на складанні, викликане ринковим попитом, продукує автоматичну диспетчеризацію замовлень для виробничих ділянок. Це, в свою чергу, активізує ланцюг замовлень зворотного зв'язку від внутрішніх постачальників, і в остаточному підсумку замовлення доходить до зовнішнього постачальника.

Розглянуті приклади основних мікрологістичних концепцій і систем, які використовуються у виробництві, звичайно, не вичерпують всього їх різноманіття, а тільки висвітлюють деякі з найбільш розповсюджених.