

Вибір базових даних для оптимального керування запасами в економіко - організаційних системах з використанням імітаційного моделювання

У статті розкривається сутність оптимального керування запасами, виокремлюються об'єктивні фактори які зумовлюють потребу створення запасів і показуються передумови на користь зменшення запасів матеріальних ресурсів. Виділяються керовані і некеровані параметри розглядаються можливі стратегії керування запасами.

запас, керування, імітація, моделювання

Передумовою ритмічності виробничого процесу на підприємстві є своєчасне і повне забезпечення його необхідними технологічними трудовими, матеріальними та фінансовими ресурсами. Проте з огляду на специфіку споживання і можливостей поповнювання ресурсів необхідно створювати запаси [1, 109]. Запасом називають придатний для застосування, але тимчасово не використовуваний певний додатковий обсяг ресурсу. Такими ресурсами можуть бути людські ресурси, матеріали; машини та гроші. На промислових підприємствах задача матеріально-технічного постачання полягає насамперед у забезпеченні виробництва матеріальними ресурсами (сировиною, напівфабрикатами, комплектуючими деталями і виробами тощо), запаси яких містяться або на центральних складах підприємства, або на складах основних цехів. Тому далі під виробничими запасами розумітимемо запаси матеріальних ресурсів, хоча це й не істотно для складання та дослідження оптимізаційних задач аналітичними методами чи і засобами імітаційного моделювання.

Потреба створення запасів зумовлюється:

1. Розбіжністю ритмів постачання (або виробництва) і використання матеріальних ресурсів. Наприклад, навіть для ідеального випадку, коли споживання матеріалів безперервне, а постачання регулярне з фіксованим обсягом, то початковий запас (у момент прибуття поставки) дорівнює величині поставки, а далі, у міру споживання, зменшується до нуля.

2. Випадковими коливаннями попиту в проміжку часу між поставками, тривалості інтервалу часу між поставками, обсягів поставок. У цьому разі проблема забезпечення ритмічності виробничих процесів матиме імовірнісний характер, тобто надійність виробництва безпосередньо залежить від величини запасу.

3. Кон'юнктурні міркування, що враховують сезонність попиту та сезонність виробництва предметів споживання.

Таким чином, з погляду дії перелічених факторів — чим більший запас, тим краще. Водночас існують і серйозні передумови на користь зменшення запасів матеріальних ресурсів, а саме: плата за фізичне зберігання запасу, втрачений економічний виграш через зв'язування оборотних коштів у запасах, втрати в кількості і якості матеріальних ресурсів, включаючи моральний знос.

Таким чином, задача вибору необхідних запасів виробничих ресурсів має альтернативний характер, і розв'язувати її слід оптимізаційними методами. Оптимальне

керування запасами як науковий напрям належить до однієї із найбільш розроблених галузей теорії дослідження операцій [2, 76].

У задачі про запаси виокремлюють керовані і некеровані параметри. До керованих параметрів (змінних керування) належать обсяг на поставку замовленого ресурсу і момент часу подачі замовлення на поповнення запасу. Органи постачання, вибираючи певним чином обсяг і час замовлення (які утворюють так звану "точку замовлення"), можуть регулювати динаміку руху виробничого запасу на складах підприємства. Оптимальне керування запасами полягає у виборі таких обсягів і моментів на поповнення запасів, щоб сумарні витрати на організацію системи постачання набували мінімального значення. Некеровані параметри задачі керування запасами, які дають змогу розрізняти математичні моделі оптимізації рівнів запасу, утворюють такий перелік таких елементів: система постачання, попит на предмети постачання, система поповнення запасів, вартісні функції витрат, обмеження, котрі застосовуються до запасів, стратегії (політики) керування запасами.

Що стосується системи постачання, то у теорії керування запасами під нею розуміють сукупність складів, між якими під час виконання операцій з постачанням виникають інформаційні та матеріальні потоки. Звичайно, що система постачання має свою систему управління, яка виконує відповідні для такого органу функції. Система постачання може будуватися за централізованим і децентралізованим принципами. У першому випадку склади мають ієрархічні рівні (до 5), причому лише склади найнижчого рівня обслуговують споживачів, а недостача предметів постачання на цих складах покривається за рахунок наявних запасів на складах вищих рівнів. У децентралізованих системах постачання всі склади безпосередньо обслуговують споживачів, а можливі недостачі на окремих складах ліквідуються за рахунок надлишків матеріалів на інших. У моделях керування запасами система постачання розглядається як один об'єкт, і саме для нього створюється єдина цільова функція. Стосовно промислових підприємств можна зауважити, що хоча в підпорядкуванні органів постачання перебувають кілька складів, проте специфіка їх функціонування дає змогу розглядати систему постачання як таку, що утворена одним складом, територіально розподіленим на кілька частин. Залежно від числа ресурсів, що зберігаються на складі, системи постачання поділяються на одно- та багатопродуктові. Щоб спростити дослідження моделей керування запасами, багатопродуктові системи постачання іноді вдається розчленувати за кожним ресурсом на однопродуктові і рішення щодо організації забезпечення виробництва кожним матеріалом приймати окремо.

Попит на предмети постачання визначається поточними потребами виробництва і може поділятися на такі групи: стаціонарний або нестаціонарний, детермінований або стохастичний, неперервно або дискретно розподілений, залежний від попиту на інші номенклатури або незалежний.

Поповнення запасів характеризується обсягом поставки і часом; затримки прибуття поставки щодо моменту подачі замовлення. За обсягом поставка може дорівнювати замовленій або бути випадковою величиною, параметри функції розподілу якої залежать в загальному випадку від замовлення. У реальних ситуаціях завжди відбувається затримка прибуття замовлених матеріалів. Проте залежно від впливу цієї затримки на організацію постачання нею можна знехтувати (миттєва поставка), вважати її фіксованою або випадковою величиною з відомим законом розподілу.

Витрати на організацію постачання складаються з трьох компонентів витрат на зберігання матеріалів на складі; витрат на організацію поставок; витрат на штрафи через нестачу (дефіцит) необхідних ресурсів. Сукупність усіх витрат у формалізованому вигляді використовується як цільова функція в моделях керування запасами. Розрахунок вартості зберігання. Вартість зберігання матеріальних ресурсів,

яка здебільшого зростає прямо пропорційно до вартості матеріалів, що становлять запас, і терміну їх зберігання, на відміну від інших витрат зумовлює необхідність скорочення запасів. Така необхідність є наслідком дії двох вартісних факторів: витрат через зв'язування обігових коштів у запасах і витрат, зумовлених фізичним зберіганням запасів.

Витрати першого типу, які мають деякою мірою абстрактний характер - і породжуються потенційно втраченою вигодою, що може бути отримана від обороту грошових засобів, ураховуються практично в усіх моделях керування запасами. Математично вони виражаються функцією, прямо пропорційною до середньої вартості запасу і терміну його існування. При випадковому попиті або випадкових поставках середній рівень запасу також є випадковою величиною. Тому в моделях оптимізації відповідні витрати через зв'язування обігових коштів подаються математичним сподіванням.

При розрахунках витрат другого типу необхідно враховувати шість складових витрат.

1. Плата за складське приміщення. Якщо підприємство змушене орендувати складські приміщення, то плата за них дорівнює відповідно ціні оренди. Плата за власні складські приміщення включає плату за основні фонди (вартість складу, помножена на відсоток нарахування), амортизаційні відрахування (вартість складу, поділена на строк служби), оплату комунальних послуг (опалення, освітлення, подача води тощо). Математично цей компонент витрат є прямо пропорційною функцією від величини запасу і часу його існування.

2. Витрати на облік та адміністративні витрати. Сюди включаються витрати на організацію складського обліку та конторські витрати, що пов'язані з обслуговуванням споживачів. Дані витрати математично являють собою нелінійну (східчасту, розривну) функцію від числа номенклатур матеріалів і величини запасу (інтенсивності споживання). У першому наближенні для більшості задач керування запасами витрати на облік і адміністративні витрати можна вважати постійними величинами.

3. Витрати на складські операції. До цих витрат входить вартість робочої сили, що виконує розвантаження, навантаження і переміщення матеріалів, які утворюють запас; плата за складську техніку; витрати на інвентаризацію, періодичний огляд, прибирання приміщення; витрати на регламентні роботи, що виконуються на складах з метою зберігання матеріалів. Для практичних цілей відповідний компонент цільової функції можна вважати або сталою величиною (якщо сумарні поставки дорівнюють сумарному споживанню, а змінювання запасів у широкому діапазоні не впливає на величину витрат), або прямо пропорційною до величини запасу і часу його існування.

4. Витрати від псування матеріалів, що утворюють запаси. Збитки через псування продукції (наприклад, сільськогосподарської) зумовлені як зменшенням її кількості, так і зниженням її споживчих властивостей. Збитки, зумовлені природними причинами зменшення запасу (наприклад, випаровуванням), прямо пропорційні до величини запасу і часу його існування. Витрати через погіршення споживчих властивостей матеріальних цінностей визначаються або відсотком відбраковування, або зниженням ціни одиниці продукції за одиницю часу. У будь-якому з цих випадків витрати являють собою лінійну функцію величини запасу і часу його існування.

5. Витрати через утворення надмірних запасів. При випадковому попиті або поставках, а також у результаті дії інших виробничих причин на складах можуть утворюватися запаси непотрібних матеріалів, так звані неліквіди. Витрати через це визначаються величиною збитку, який дорівнює початковій вартості даної кількості матеріалу за відкиданням суми, що її можна дістати від реалізації невикористаних цінностей. Математично цей компонент витрат виражається лінійною функцією від залишку запасу на кінець періоду планування.

6. Витрати через моральний знос. Збитки, зумовлені моральним зносом матеріалів, що утворюють запас, математично виражаються функцією, яка дорівнює величині залишку запасу на кінець періоду планування, помноженого на різницю між початковою ціною одиниці продукції і її значенням після зниження ціни.

Отже, витрати на зберігання як функція від величини запасу в загальному випадку мають три складові: постійну величину, величину, пропорційну до середньої величини запасу і часу його існування, величину, пропорційну до залишку матеріалу, що утворює запас, на кінець періоду планування [1, 112].

Першу складову немає потреби враховувати при дослідженні оптимальної стратегії керування запасами, а з двох інших до цільової функції доцільно включити домінуючу за абсолютним значенням витрат, якщо вони не еквівалентні.

При розрахунку вартості поставок у функції витрат на організацію поповнення запасів необхідно враховувати лише ті затрати, які безпосередньо залежать від обраної стратегії керування запасами. У загальному випадку вартість поставки може включати постійний компонент; компонент, пропорційний до обсягу поставки; компонент, пропорційний до кількості замовлених номенклатур. Можливі випадки складнішої залежності вартості поставки від обсягу поставки та числа замовлених матеріалів — нелінійної. При розрахунку витрат на поставки слід брати до уваги конторські і поштові витрати, транспортні витрати, витрати виробництва, витрати, пов'язані з варіацією закупівельних цін. Конторські (виписування й оформлення нарядів) та поштові витрати не залежать від обсягу поставок і в однопродуктових моделях керування запасами вважаються сталими. У багатопродуктових моделях ці витрати утворюють складову витрат, пропорційну до числа замовлених номенклатур. Транспортні витрати залежно від обраного способу доставки можуть бути сталими або можуть залежати від обсягу поставки. Перший випадок реалізується тоді, коли поставка пов'язана з організацією спеціального рейсу транспортного засобу (літака, автомобіля, залізничного контейнера), вантажопідйомність якого використовується не повністю. У вартість доставки включаються пов'язані з організацією даного рейсу витрати. Іноді постійна складова транспортних витрат може являти собою функцію цілого аргументу (наприклад, кількості вагонів, необхідних для реалізації поставки). При цьому сумарні витрати являють собою розривну функцію обсягу поставки. В усіх інших випадках транспортні витрати пропорційні до обсягу поставки. Коефіцієнт пропорційності визначається діючими на даному типі транспорту тарифами.

Витрати виробництва, які включаються до вартості поставки, виникають тоді, коли виконання замовлень пов'язане з організацією виробничого циклу виготовлення партії замовленої продукції, що спричинюється до зупинки і переналагодження технологічних ліній. Іноді ціна одиниці замовлюваних матеріалів залежить від обсягу поставки, оскільки таким чином організація-постачальник стимулює якомога більші за обсягом замовлення, установлюючи диференційовано закупівельну ціну. У моделях керування запасами необхідно враховувати цей фактор, вважаючи його організаційним. При визначенні величини штрафу під дефіцитом розуміють ті потреби в матеріальних ресурсах, які не можуть бути задоволені в потрібний момент часу, тобто йдеться про відсутність у цей момент необхідних матеріалів, що означає порушення матеріального забезпечення виробництва. В умовах, коли спостерігається стохастичність потреб і поставок, поява дефіциту, як правило, не виключається. Цілковите виключення подібної ситуації означало б створення великих, економічно не обґрунтованих запасів.

У загальному випадку функція витрат на штрафи може мати складний аналітичний опис і включати такі компоненти: пропорційні до величини нестачі та часу її існування; пропорційні до значення нестачі на кінець періоду планування; постійні при ненульовій нестачі. У реальних системах постачання одна з перелічених складових витрат є відносною домінуючою, дозволяє тільки її включити до цільової функції. У

задачах керування запасами стикаємося з різного роду обмеженнями, котрі необхідно урахувати при складанні математичних або імітаційних моделей. Обмеження можуть бути на максимальний обсяг (масу чи вартість) величини поточного запасу, середню вартість запасу, число поставок у заданому проміжку часу, максимальний обсяг (масу чи вартість) окремої поставки тощо.

Для ефективного виконання завдань по керуванню запасами треба визначитись з стратегією керування запасами, що є сукупністю правил, за допомогою яких визначають моменти часу і обсяги замовлень на поповнення запасів.

Найбільшого поширення набули так звані найпростіші стратегії управління запасами: періодичні і з критичними рівнями.

Нехай y , h , H — запас ресурсу відповідно поточний, нижній (пороговий) і верхній (граничний); T — період планування; q — обсяг (партія) замовлення.

У періодичних стратегіях замовлення формуються в кожному періоді T . До них належать: стратегія постійного рівня (T , H), згідно з якою через кожний проміжок часу T запас поповнюється до граничного значення H ; обсяг замовлення — змінна величина $q = H - y$; і стратегія фіксованої поставки (T , q), згідно з якою через інтервал часу T видається замовлення розміром q .

У стратегіях з критичними рівнями постійно стежать за рівнем поточного запасу, і тільки-но він опускається нижче порогового рівня, видається замовлення на поповнення запасу. До цих стратегій можна віднести: стратегія фіксованого розміру замовлення (h, q), сутність якої полягає в тому, що якщо $y < h$, замовити q , якщо $y > h$, нічого не замовляти; і стратегія двох рівнів (H, q), в якій якщо $y < h$, замовити $q = H - y$, а якщо $y > h$, нічого не замовляти.

Вибір стратегії керування запасами це відповідальний момент при складанні математичних або імітаційних моделей який має ґрунтуватися на ретельному аналізі системи постачання. Отже, розв'язання задачі керування запасами потрібно знаходити спочатку у просторі стратегій керування, а потім, згідно з обраною стратегією, - у просторі її параметрів.

Нині розглянуто і досліджено численні моделі керування запасами, які проте не вичерпують всієї множини можливих варіантів. Велика кількість математичних моделей керування запасами не дає змоги використовувати готові алгоритми рішень, але спонукає формулювати нові постановки задач керування запасами і розробляти для їх реалізації обчислювальні методи, зокрема засобами імітаційного моделювання.

За результатами дослідження можна зробити такі висновки:

1. Вибір стратегії керування запасами потрібно проводити перед вибором її параметрів.

2. Задача вибору необхідних запасів виробничих ресурсів має альтернативний характер, і розв'язувати її слід оптимізаційними методами.

Список літератури

1. Ситник В.Ф. Орленко Н.С. Імітаційне моделювання // Начальний посібник. - Київ КНЕУ, 1988.
2. Соломатин Н.А., Беляев Г.В., Петроченко В.Ф. Прошлякова Е.В. Имитационное моделирование в оперативном управлении производством. — Москва: Машиностроение. — Берлин: Техника, 1983.

В статті розкривається сутність оптимального управління запасами, виділяються об'єктивні фактори, що визначають потребу створення запасів і показуються передумови в користь зменшення запасів матеріальних ресурсів. Виділяються управляемі і неуправляемі параметри, розглядаються можливі стратегії управління запасами.

In clause the essence of optimum control of stocks is opened, the objective factors creations, determining need of stocks are allocated. The preconditions for the benefit of reduction of stocks of material resources are shown. The controlled and unguided parameters are allocated, the possible strategy of storekeeping are considered.