Управління запасами

Оптимальний розмір запасів

Для отримання більшого прибутку необхідно звести змінні витрати до мінімуму. Тут ви розглянете проблему мінімізації змінних витрат за допомогою управління запасами.

Нехай на протязі місяця ви продаєте *q* одиниць продукції , котру ви закупаєтє *n* разів по *Q* одиниць в партії. При цьому витрати на зберігання однієї штуки на місяць становлять , а вартість заказа партії дорівнює *f* .

Тоді сумарні витрати підтримки запасів дорівнюють:

(1.66)

Змінні витрати (*VC*)=витрати на зберіганняштук на протязі місяця + Вартість заказа nартій . У формулі (1.66) стоїть вартість зберігання штук на протязі місяця, так як по ходу продаж , кількість зберігаємого товару буде поступово зменьшуватись до 0 ,після чого буде закупатися нова партія (мал(1.24)).

Знайдемо мінімум змінних витрат ***VC*** .

***Теорема 1.7. Об оптимальному розмірі закупаємої партії:***

Нехай в одиницю часу ,наприклад ,місяць, Ви закупаєте *q* одиниць продукції, котру ви закупаєтє *n* разів по *Q* одиниць в партії. При цьому витрати на зберігання однієї штуки на місяць становлять , а вартість заказа партії дорівнює *f* .

Тоді оптимальна кількість заказів визначається за формулою:

(1.67)

Оптимальний розмір закупаємої партії визначається формулою:

(1.68)

Оптимальні змінні витрати підтримки запасів визначаються формулою:

(1.69)

**Доведення теореми (1.7):**

Для цього візьмемо похідну по Q та прирівняємо її до 0:

або

Формула (1.68) дає оптимальний розмір закупаємої партії ,при цьому кількість закупок буде визначатися за формулою:

або

,

а оптимальне змінні витрати підтримки запасів визначаються за формулою:

або

Теорема доказана.

Так, якщо на протязі місяця Вам треба 1000 штук,q=1000,вартість заказа партії 10$ , При цьому витрати на зберігання однієї штуки на місяць становлять $1.5, формула (1.69) для визначення кількості штук дає:

формула (1,67)-кількість закупок на місяць:

формула (1,69)-мінімально можливі витрати на підтримку запасів:

в місяць

при наівному рішенні купити відразу 1000 одиниць Ви би мали:

порівняно з «наівним» рішенням ви зекономили

*$810-$179.85=$630.15*

Таким чином раціональне управління запасом дозволило зменшити витрати зберігання у

***Чисельний приклад 1,28***

Нехай у вас витрати зберігання дорівнюють $1.6/штука за місяць ,на місяць потрібно 1000 штук, вартість заказа партії $10. Вас цікавлять витрати на підтримку запасів в залежності від об’єму закупаємої партії

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Q*** | 10 | 20 | 40 | 80 | 112 | 160 | 320 | 480 | 540 | 820 | 100 |
| ***VC*** | 1 | 516 | 282 | 189 | 179 | 191 | 287 | 405 | 528 | 668 | 810 |

В першій строке розміщені різні значення об’єму закупаємої партії в другій витрати на збереження запасів.

Кількість зберегаємих на складі деталей показано на малюнку 1,25.

***Визначення 1,37*** Коефіцієнт економії *КЕ*

Коефіцієнт економії *КЕ* є відношення витрат початкового, нівного варіанта закупки відразу q одиниць товару до витрат оптимального варіанту.

***Визначення 1,38* Рівень оптимальних витрат РОВ**

Визначимо рівень оптимальних витрат РОВ як відношення витрат оптимального варіанта до витрат наівного варіанта .

Коефіцієнт економії *КЕ* показує в скільки раз ви знизили витрати , а рівень оптимальних витрат РОВ показує долю оптимальних витрат від витрат початкового варіанту.

***Теорема 1,8* Коефіцієнт економії таРівень оптимальних витрат**

При виконанні умов теореми 1,7 вірно:

(1,70)

,де (1,71)

(1,72)

**Доведення:**

Рівень оптимальних витрат визначається за формулою:

Замінивши на х отримаємо:

Теорему доведено.

Знайдемо похідну КЕ по х :

Таким чином КЕ мінімален та дорівнює одиниці при x=1, або в цьому нема нічого не звичайного :в цьому випадку розмір оптимальної партії дорівнює q та ви робите лише одну покупку, як в наівному варіанті.

**Чисельний приклад 1,29 Коефіцієнт економії**

Коефіцієнт економії та рівень оптимальних витрат залежать від коефіцієнта х,

Нас цікавлять значення коефіцієнта економії та рівня оптимальних витратв залежності від значення х ,розрахунки робимо за формулами (1,70) (1,71).

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **X** | 0,02 | 0,04 | 0,06 | 0,08 | 0,1 | 0,3 | 0,5 | 0,7 | 0,9 | 1 | 1,1 | 1,2 | 1,4 | 1,8 | 3 | 7 | 15 |
| **РОВ** | 0,28 | 0,38 | 0,46 | 0,52 | 0,57 | 0,84 | 0,94 | 0,98 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,99 | 0,96 | 0,87 | 0,66 | 0,48 |
| **КЕ** | 3,61 | 2,6 | 2,16 | 1,91 | 1,74 | 1,19 | 1,06 | 1,02 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1,01 | 1,04 | 1,15 | 1,51 | 2,07 |

В першій строчці знаходиться параметр х ,розрахований по формулі(1,72),в другій та третій коефіцієнти РОВ та КЕ ,розраховані по формулі (1.70)та(1.71)

Оптимальний розмір готівки

Нехай тепер Вам на місяць треба готівки в розмірі М. Інші вільні кошти ви тримаєте в банку або в цінних паперах, наприклад облігаціях, приносящих r% на місяць(в одиничний проміжок часу).Кожного разу при знятті коштів з банківського депозиту або при продажу облігацій Ви платите фіксовану суму за проведення операцій в розмірі f наприклад комісійні за продаж облігацій Вам треба визначити оптимальний режим взяття готівки.

Ця задача аналогічна попередній задачі визначення оптимального розміра запасів. Розгляньте її більш детально. Якщо ви будете знімати кошти партіями розміром m , то в середньому у Вас на руках будеготівки: m в момент зняття грошей та 0 перед зняттям. Тому ви не до отримаєте відсотки розмірі . В тій же час ( період) Ви будете брати гріши раз, виплачуючи за це комісійні в розмірі .Тому сумарні витрати  **VC** зберігання готівки будуть: (1,73)

Вас цікавить мінімізація цих витрат .Для цього візьмемо похідну по m та прирівняємо її до 0 :

(1,74)

Ви бачите ,що формула(1,74) повністю співпадає з формулою (1.68).

Так, якщо на місяць вам потрібно $10 000,гроши ви тримаєте в банку на рахунку з 6% річних або 0,5%на місяць та витрати знаття грошей становлять $2, наприклад , комісійні за зняття грошей за допомогою пластикової картки ,та по формулі (1.74) Ви знаходите оптимальний розмір суми для зняття:

Ви бачите, що оптимальні суми зняття грошей становлять близько $2800

Якщо ж гроши лежать на депозиті під 12% річних або 1% річних ,то оптимальний розмір знімаємої суми становлять вже

Довжина черги та оптимальний розмір запасів

В попередньому розділі ви розглянули управління оборотним капіталом в умовах визначеності .Але ж якщо до вас приходять покупці випадковим чином та закупають випадкову кількість товару, то не маючи запасу, ви не завжди будете в змозі задовольнити бажання покупців ,що може привести чи до сплати неустойки за не можливість доставити партію товару , чи до втрати покупців. В тей же самий час мати дуже великий розмір запасу є невигідним з за заморожених в запасах коштів та з за плати за зберігання запасів.

Розгляньте цю ситуацію більш детально. Нехай до вас в одиницю часу з ймовірністю х приходить запит на одиничну партію товару ,та з ймовірністю y обслуговується запит на одиничну партію товару. Вас цікавить середня величина незадоволеного попиту, котрий у Вас накопиться з часом.

***Теорема 1.9 Середня довжина черги***

Нехай довжина черги може приймати цілі невід’ємні числа :0,1,2,.... При цьому равна 0 довжина черги означає відсутність черги. Нехай до вас в одиницю часу з ймовірністю х приходить запит на одиничну партію товару ,та з ймовірністю y обслуговується запит на одиничну партію товару, з ймовірністю 1-х-у довжина черги залишається не змінною.

Тоді середня довжина черги визначається за формулою

(1,75)

***Доведення:***

Нехай *r(i)* визначає ймовірність того, що Ви маєте незадоволений попит в І партій Тоді ймовірність того, що в наступний момент часу з’явиться новий клієнт та середня величина незадоволеного попиту стане І+1 з ймовірністю xr(I):

(1,76)

де ймовірність переходу з стану з величиною незадоволеного попиту І до стану з величиною незадоволеного попиту І+1.

З ймовірністю у Вам підвезуть одиничну партію товару та середня величина незадоволеного попиту стане І-1 з ймовірністю :

(1,77)

З ймовірністю 1-х-у нічого не трапиться :ні з’явиться новий клієнт, ні підвезуть

нову партію Тому ймовірність того що довжина черги залишиться рівною І дорівнює :

(1,78)

Якщо в даний момент часу ви не маєте незадоволеного попиту (ймовірність відсутності незадоволеного попиту дорівнює r(0) , то можливі дві ситуації: з’явлення нового покупця з ймовірністю х ,та відсутність змін з ймовірністю (1-х):

(1,79)(1,80)

З за малості х у (цього можна добитися зменшуючи величину часового проміжку до 0 )Ви нехтуєте можливістю того, що одночасно трапиться декілька подій , наприклад одночасно прийдуть декілька покупців. Ви шукаєте середню величину, тобто стаціонарний стан системи (1,76-1,80) В цьому випадку рівняння ви можете написати:

(1,81)(1,82)

Рівняння (1.81)(1.82) мають розв’язок:

В більш компактному вигляді:

Тепер вам залишилось отримати чисельні значення для ймовірності r(I),І0. Для цього випишемо рівняння нормування: ймовірністю 1 система буде мати задовільнений попит чи яку небуть величину незадоволеного попиту . Математично ця умова запишеться у вигляді:

або

Маючи вираз для суми геометричної прогресії:

Ви отримаєте :

Найдемо середню довжину черги :

Тепер вам залишилось підрахувати ряд :

Таким чином ми отримали:

Теорему доведено.

Чисельний приклад 1,30 Довжина черги.

Вас цікавить довжина черги в залежності від відношення х/у- ймовірності отримання нового замовлення до ймовірності обслуговування присутнього замовлення в одиницю часу.

Довжина черги:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| X/Y | 0 | 0,05 | 0,1 | 0,15 | 0,2 | 0,25 | 0,3 | 0,35 | 0,4 | 0,45 | 0,5 | 0,55 | 0,6 | 0,65 | 0,7 | 0,75 | 0,8 | 0,85 | 0,9 | 0,95 |
| \_ I | 0 | 0,05 | 0,11 | 0,18 | 0,25 | 0,33 | 0,43 | 0,54 | 0,67 | 0,82 | 1 | 1,22 | 1,5 | 1,86 | 2,33 | 3 | 4 | 5,67 | 9 | 19 |

В першій строчці розташовані різні відношення х/у ,в другій Відповідні очікувані довжини черги І розраховані за формулою (1,75) Ви бачите що для мінімальної довжини черги ймовірність(швидкість) обслуговування клієнта повинна перевищувати ймовірність(швидкість) приходу клієнтів. Так на приклад для середньої довжини черги в 2 особи таке перебільшення повинно складати 33%

***Теорема 1,10 Оптимальна величина запасу***

Нехай неустойка за незадовільненя попиту дорівнює М, вартість зберігання однієї одиниці товару є , ймовірність приходу клієнта в одиницю часу є х, ймовірність задоволення клієнта в одиницю часу є у.

Тоді оптимальний розмір запасу L визначається за формулою:

(1,83)

**Доведення:**

Ймовірність r(I>L) того, що величина незадоволеного попиту буде більша за L розраховується за формулою:

тому середня величина запасу для задоволення усіх покупців повинна дорівнювати або

Якщо при не можливості задовольнити попит , ви платите неустойку в розмірі М, то для визначення оптимальної величини запасу L, Ви розв’язуєте задачу:

(1,84)

Де - вартість зберігання 1 одиниці товару.

Задача(1.84) розв’язується аналітично, але її можна розв’язати чисельно або графічно. Оптимальна величина резервного запасу L задовольняє умові:

або

Теорему доведено

Так при витратах зберігання $1.6/штука,=0,25,М=$100 ви отримаєте значення оптимального резервного запасу

або 3-4 штуки. Якщо неустойка зросте до $1000 то оптимальний запас збільшится до 5 штук. Якщо ж =0,8 то оптимальні величини резервного запасу будуть вже 6,7 та 17 штук відповідно для штрафу $100 та $1000.

Чисельний приклад1,31 Оптимальна величина резервного запасу прирізних відношеннях витрати зберігання однієї одиниці до величини неустойки та відношення ймовірності приходу клієнта до ймовірності обслуговування клієнта.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x/y \ Ck/M | ,00001 | 0,0001 | ,001 | 0,01 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 |
| 0,1 | 5,36 | 4,36 | 3,36 | 2,36 | 1,36 | 1,06 | 0,89 | 0,76 | 0,66 | 0,58 | 0,52 | 0,46 | 0,41 |
| 0,2 | 7,45 | 6,02 | 4,59 | 3,16 | 1,73 | 1,30 | 1,04 | 0,87 | 0,73 | 0,61 | 0,52 | 0,43 | 0,36 |
| 0,3 | 9,72 | 7,80 | 5,89 | 3,98 | 2,07 | 1,49 | 1,15 | 0,92 | 0,73 | 0,58 | 0,45 | 0,34 | 0,24 |
| 0,4 | 12,47 | 9,96 | 7,44 | 4,93 | 2,42 | 1,66 | 1,22 | 0,90 | 0,66 | 0,46 | 0,29 | 0,15 | 0,02 |

В першій строчці розташовані різні відношення ,в першому стовпці в таблиці оптимальна величина резервного запасу розраховується по формулі (1.83)

1.7 Питання ціноутворення

1.7.1 Еластичність то формування оптимальної ціни

Нехай р- ціна продажу, с- собівартість продукції, q- об’єм продажу в штуках, n- прибуток, R -виручка.

тоді:

(1,85)(1,86)

тому задача збільшення виручки є составна задачі збільшення прибутку.об’єм продаж (в штуках) залежить від ціни продаж.

***Визначення 1,39 Еластичність***

Еластичністю об’єму продаж q в штуках до продажній ціни р зветься відсоткове відношення об’єму продаж при зміні ціни продажу на 1%:

(1,87)

Еластичність показує на скількі відсотків змінюється q при зміні p на1%

***Теорема 1.11 Оптимальність цени по об’єму продаж***

Необхідною та достатньою умовою оптимальності ціни по об’єму продаж є

(1,88)

Доведення:

Знайдемо умову максимальності виручки,виходячи з умови:

або

(1,89)

где похідна об’єму продаж по ціні

Звідси отримаємо умову оптимальності ціни р виходячи з об’му продаж:

В противному випадку , зменшуючи ціну при <-1та збільшуючи цену при >-1ви збільшуєте об’єм продаж.

Теорему доведено.

Виникає питання вимірювання еластичночті. На практиці воно розв’язується наступним чином : Устанавлюючи розпродажзі зкидкоюна10-20% встановлюючи трохи різні ціни на практично однакові товари, ви відразу можете визначити еластичність.

***Теорема 1,12 Оптимальність ціни по прибутку***

Прибуток до сплати податків та процентів по кредитах буде максимальним при =-1де

або

(1,90)

Доведення:

Прибуток n до сплати процентів та податків дорівнює

беремо похідну по р

або

(1,91)

Бачимо що формула (1.91) повністю співпадає з (1.89) з єдиною різніцею :в(1,91) стоїті відсотков зміна надбавки р-с ,а ні ціни як в (1,89). Тому умова оптимальності по прибутку є: =-1

тоді

Теорему доведено.

1.7.2 Просторова вартість

***Визначення 1,40 Просторові витрати***

Витрати неспівпадання місцезнаходження та характеристик товара з місцезнаходженням та очікуваннями покупця звуться просторовими витратами. Вони також можуть називатися просторовими витратами.

Просторова відстань входить в витрати продукції неявним та явним чином.Так в собівартість продукції включаються витрати на доставку як явна складова. Неявним складовими є час ,затрачений покупцем на пошук та покупку товару , час затрачуємий на адаптацію товарів до потреб споживачів.

*Чисельний приклад 1,32*

Так наприклад якщо вартість однієї години покупця дорівнює w($10)то стояння в черзі на протязі 15 хвилин е додаткові просторові витрати в розмірі $2,5 котру теряють покупець та продавець .Чистка картоплі на протязі тридцяти хвилин є додаткові просторові витрати $7.50.

Якщо фірма зможе знизити просторові витрати то вона приблизив товар до покупця зможе взяти собі частку суми. Можливою помилкою вважається неправильне оцінювання вартості часу покупця.

***Диференціювання ціни***

Встановив оптимальну ціну р ви берете тільки частину можливого попиту , відбрасуючи тих покупців які можуть заплатити більше собівартості але не здібних заплатити ціну р , також ви не добираєте від тих котрі готові заплатити більш ніж р.

Розв’язком цієї проблеми є цінова диференціація, наприклад, пропозиція товару в деяких варіантах: базовий , середній, подарунковий.

*Визначення1,41Диференціація ціни*

Заміна єдиної , однакової для всіх класів покупців ціни на систему цін різних для різних класів покупців зветься диференціацією цін.

При цьому виникає проблема щоб багаті не купували по цінам для бідних. Таки захист може будуватися як на пошуку захищених від підробки сигналів доходу так і бути автоматичною. Прикладом автоматичного захисту буде предоставлення купонів на скидки. Але ж купони можна знайти тільки витратив час h В цьому випадку вартість товару з купоном p(w,h) буде дорівнювати р-скидка+wh

(1,92)

w-вартість одиниці часу покупця

-скидка на пошук якої треба затратити h часу.

Умовою того що покупець не буде шукати купон на скидку та купить товар за ціну р є більша вартість часу затрачуємого на пошук.

Нехай (1,93)

Ми знаємо ціну котру покупець згоден заплатити за товар ,в залежності від рівня його прибутку. Тоді

(1,94)

При цих умовах покупець з прибутком більшим за w будуть купувати по ціні р без купона.

***1.7.4 Використання знижок для маркетингового аналізу покупців***

Виникає питання як та з якими витратами добувати інформацію о покупцях.

На заході для цього покупцю пропонується анкета для отримання дисконтної картки. Такі анкети пропонуються при відкритті рахунку в банку , заповненні гарантийного талону довгого користування.

Покупцю пропонують заповнити анкету за допомогою різних пільг:

Лотерея, розсилка купонів, пластиковою карткою. Також купони можуть бути вкладені в упаковку та зараховуватися або ж відразу при покупці ,або по прид’явленню виробнику, наприклад, поштою.

Виникє питання про достовірність отриманої інформації від покупця. Нема впевненості, що покупець буде чесно відповідати на всі питання. Тут можна примінити типічну для таких опитувань техніку. Поряд з прямими питаннями можна задавати косвені питання, наприклад, о стилі життя, марки машини, телевізора.

Більш того, класифікація по стилю трат, навіть при 100% достовірності інформації , є більш адекватною , так як вона ближче зв’язана з покупками, ніж рівень доходів. Сумісне використання прямих та косвених питань дозволяє найбільш чітко класифікувати покупців для виработки цінової та других політик.