

Михайловська О. В. Управління матеріально-технічним забезпеченням підприємств поліграфічної галузі в умовах невизначеності / Є. Ю. Сахно, Н. В. Ткаленко, О. В. Михайловська // Економічний простір: Збірник наукових праць. – №28/2. – Дніпропетровськ: НДАБА, 2009. – С.116 – 128.

УПРАВЛІННЯ МАТЕРІАЛЬНО – ТЕХНІЧНИМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯМ ПІДПРИЄМСТВ ПОЛІГРАФІЧНОЇ ГАЛУЗІ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Анотація. Стаття присвячена розгляду проблем управління матеріальними запасами підприємств поліграфічної галузі в умовах невизначеності. Досліджено сучасні особливості розвитку поліграфічної галузі. Проаналізовано методи організації матеріально – технічного забезпечення поліграфічних підприємств.

Ключові слова: економіка, ефективність, стратегія, поліграфія, запаси.

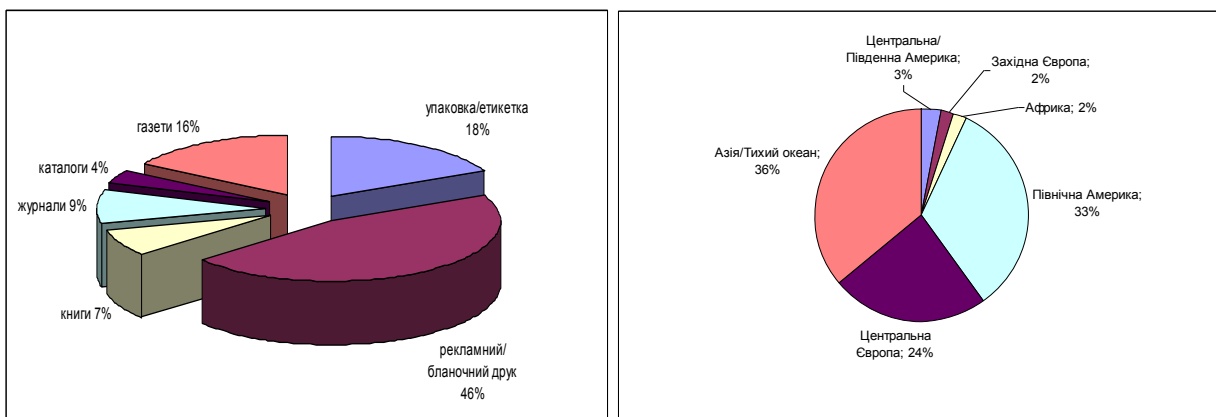
Постановка проблеми. Питання розвитку регіональної поліграфії неодноразово розглядалися на колегіях у Державному комітеті інформаційної політики, на круглих столах, організованих Асоціацією виробників поліграфічної продукції України. Щоб додати імпульс розвитку регіональної поліграфії, необхідно:

- створити сприятливі умови для інвестицій у місцеву поліграфію з метою інтенсифікації її розвитку;
- знайти шляхи фінансування технічного переоснащення друкарень, щоб забезпечити потреби інфраструктури регіонів;
- розробити комплекс нормативних актів, що регламентували б діяльність регіональних поліграфпідприємств, і удосконалити механізми приватизації й оподатковування малих друкарень.

Аналіз останніх досліджень. Поліграфічна промисловість є галуззю, в котрій працюють насамперед малі та середні підприємства. Розвиток поліграфії визначається такими загальноекономічними факторами, як, наприклад, зростання промисловості в цілому та попит споживачів на

конкретні товари. В різних країнах світу обсяг виробництва поліграфічної промисловості складає від 1 до 12% від об'єму продукції обробляючої промисловості. В індустріальних країнах цей показник перебуває в межах 0,5 - 4% внутрішнього валового продукту. В той час ця доля на ринку розвинених країн може знаходитись на рівні 20%.

В 2006 році 430 тис. поліграфічних підприємств всього світу мали орієнтовно товарообіг в діапазоні від 430 до 460 млрд. дол. Розподіл за окремими виробничими сегментами та регіонами загального об'єму друкарського виробництва зображено на рисунку 1.



а)

б)

а) розподіл світового об'єму ринку за видами продукції, за виключенням ринку «Малий офіс – Домашній офіс»;

б) Розподілення об'єму ринку за окремими регіонами.

Рисунок 1 – Розподілення об'єму ринку поліграфічної продукції

Найбільшу частку друкарської промисловості становить рекламний друк, майже половина всього ринку поліграфії. Розподіл поліграфічного ринку за регіонами яскраво відображає тенденції розвитку світового господарства, а саме глобалізацію економіки і світовий розподіл праці.

Високе щорічне споживання друкарської продукції на душу населення характерне для Північної Америки: воно приблизно в 6 разів вище загальносвітового показника, що становить 58 дол. (рисунок 2).

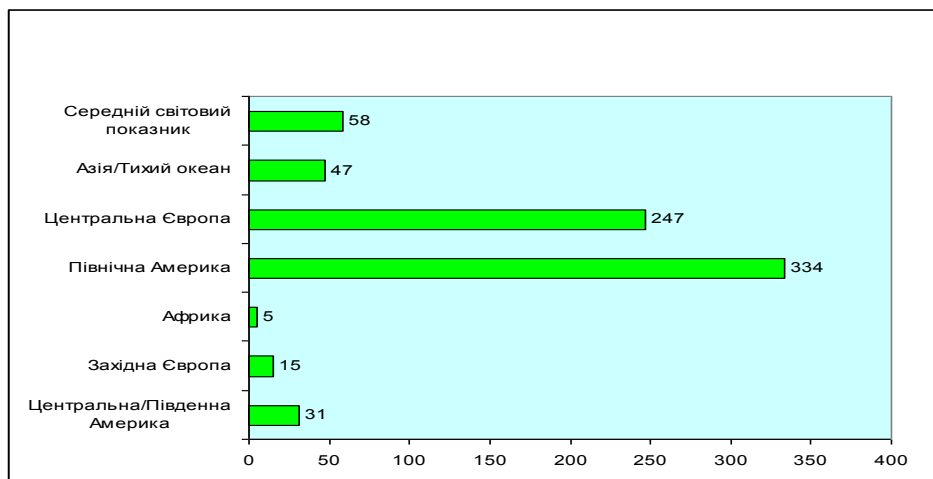


Рисунок 2 – Річне споживання поліграфічної продукції на душу населення, \$/особа

Спостерігається щорічне зростання потреби в продукції даної галузі. За останніми експертними оцінками, прогнозується загальна тенденція зростання внутрішнього валового продукту на 3,4% річних. Майже такими темпами очікується зростання об'ємів випуску друкованої продукції (2,5 - 3%).

Вцілому світова поліграфічна промисловість характеризується відбувшимися за останні роки суттєвими структурними та технологічними змінами, що призводять до суттєвого ускладнення управління.

Проаналізуємо зокрема ситуацію в Чернігівському регіоні. Обсяг реалізації продукції промисловості (робіт, послуг) Чернігівської області визначається за ціною продажу відвантаженої за межі підприємства готової продукції (виконаних робіт, послуг) без урахування непрямих податків (ПДВ, акцизного збору тощо). Дані щодо обсягів реалізації за видами промислової діяльності сформовано за функціональним принципом (за однорідними продуктами), та представлено на рисунку 3.

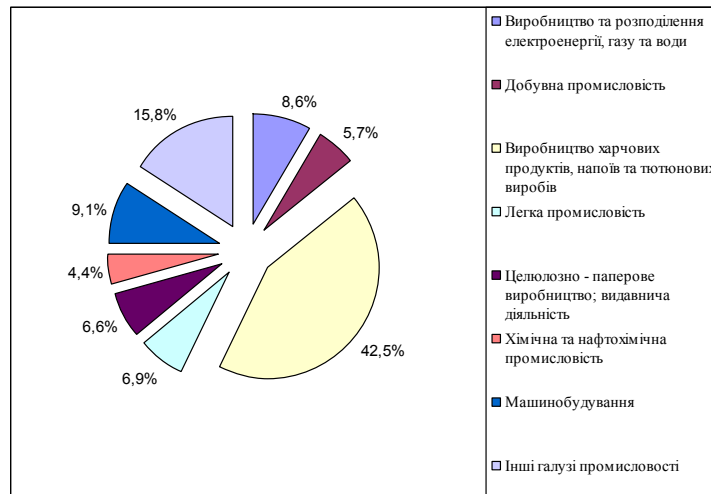


Рисунок 3 – Розподіл обсягу реалізованої продукції промисловості Чернігівської області за основними видами діяльності у 2007 р.

Протягом 2007 року розподіл обсягу реалізованої продукції видавництва до загального обсягу розподілу продукції промисловості Чернігівської області становить 6,6%.

Індекс обсягу продукції обчислюється на підставі даних підприємств про вартість продукції (робіт, послуг) у порівнянних цінах (таблиця 1).

Таблиця 1

Індекс обсягу продукції целюлозо – паперового виробництва та видавничої діяльності (до попереднього року відсотків)

	2001	2003	2004	2005	2006	2007
Целюлозно – паперового виробництво; видавнича діяльність	115,7	131,7	117,6	124,7	104,8	99,4
виробництво паперової маси, паперу, картону та виробів з них	116,0	132,4	117,7	125,9	104,4	99,1
видавнича діяльність	104,9	125,8	101,8	100,4	105,7	111,0
поліграфічна діяльність та пов'язані з нею послуги	111,6	97,8	120,5	97,4	143,2	106,6

Індекс до попереднього року визначається ланцюжковим методом через щомісячні індекси виробництва. Індекси обсягів продукції за тривалі

періоди обчислюються шляхом перемноження між собою індексів до попереднього року за необхідний період.

Невирішена частина проблеми. Відсутність методів управління матеріальними запасами на поліграфічних підприємствах в умовах невизначеності зовнішнього та внутрішнього середовища. Застосування нових технологій і нових видів техніки, а також освоєння нових видів випуску продукції, і застосування нових матеріалів у поліграфічному виробництві приводить до необхідності розробки нових норм витрат матеріальних ресурсів (методів управління матеріальними ресурсами).

Мета даної статті. Розробка умов оптимізації комплектації поліграфічних підприємств матеріальними запасами в умовах невизначеності за допомогою методів економіко – математичного моделювання, а саме теорії стратегічних ігор.

Основний матеріал досліджень.

Велика роль у поліпшенні використання матеріальних ресурсів поліграфічних підприємств належить системі матеріально-технічного забезпечення (МТЗ) виробництва.

Основною метою раціональної організації матеріально-технічного забезпечення виробництва є своєчасне задоволення потреб виробництва в матеріалах з максимально можливою економічною ефективністю. Вона збігається з метою постачальницької логістики. Для досягнення цієї мети необхідно вирішити цілий ряд завдань:

- виявити номенклатуру споживаних у виробництві матеріальних ресурсів;
- забезпечити точну відповідність між кількістю поставок і потребами в них;
- витримувати обґрунтовані строки закупівлі матеріалів і напівфабрикатів;
- дотримуватися вимог виробництва по якості матеріалів;

- забезпечувати своєчасну доставку матеріалів у виробничі підрозділи й на робочі місця (рішення цього завдання забезпечується за рахунок координації й інтеграції робіт з матеріально-технічного забезпечення виробництва, раціональної організації складського й транспортного господарств поліграфічного підприємства).

Для ефективного функціонування системи матеріально-технічного забезпечення виробництва як елемента логістичного ланцюга управління матеріальними потоками необхідне виконання таких функцій, як планування, організація, облік, контроль й аналіз. У таблиці 2 наведені функції й зміст робіт, виконуваних для їхньої реалізації в ході матеріально-технічного забезпечення виробництва на поліграфічних підприємствах.

Таблиця 2

Функції й зміст робіт з матеріально-технічного забезпечення виробництва на поліграфічному підприємстві

№	Функція	Зміст робіт
1	Планування	Визначення потреби всіх видів матеріальних ресурсів для виробництва продукції; Планування періодичності оновлення виробничих запасів; Розрахунок оптимальної величини виробничих запасів; Нормування витрати матеріалів; Встановлення оптимальних господарських зв'язків з постачальниками матеріалів; Розробка графіків поставки МР у виробничі підрозділи
2	Організація	Висновок господарських договорів з постачальниками й організація поставки МР на склади поліграфічного підприємства; Організація складування й зберігання матеріалів на підприємстві; Організація доставки МР у виробничі підрозділи
3	Облік, контроль і аналіз	Своєчасне заповнення лімітних карт, групових і разових вимог на постачання матеріалів зі складу; Контроль дотримання строків поставок матеріалів на підприємство; Контроль якості матеріальних ресурсів на момент доставки його на поліграфічне підприємство; Аналіз оптимальності вибору господарських зв'язків з постачальниками; Контроль й аналіз рівня виробничих запасів, виявлення наднормативних запасів; Аналіз виконання лімітів і норм витрати матеріалів

Проведення робіт з матеріально-технічного забезпечення виробництва на поліграфічних підприємствах умовно можна поділити на три етапи: 1 - організація поставок матеріалів на склади підприємства, 2 - управління виробничими запасами, 3 - організація матеріально-технічного забезпечення цехів, ділянок і робочих місць.

При організації робіт з матеріально-технічного забезпечення виробництва на першому етапі поліграфічні підприємства використовують дві форми постачання - пряму (транзитну) і складську.

Використання прямої форми постачання для поліграфічних підприємств із потребою матеріалу, менше транзитної норми, економічно не доцільне, тому що веде до погіршення оборотності оборотних коштів підприємства.

При складській формі постачання матеріальні ресурси від підприємства-виробника надходять спочатку на склади фірм-посередників, у яких поліграфічні підприємства закупають потрібну їм кількість матеріалу. Складська форма постачання широко використовується поліграфічними підприємствами. Ця форма постачання дозволяє найбільш раціонально витратити оборотні кошти підприємства, не створювати надлишки матеріалів на складах й у виробничих підрозділах підприємства, тим самим сприяючи поліпшенню використання матеріальних ресурсів і підвищенню прибутковості підприємства.

При складській формі постачання мають місце опосередковані господарські зв'язки між підприємствами-виробниками матеріальних ресурсів і підприємствами-споживачами, які припускають наявність хоча б одного посередника. Фірми-посередники провадять оптові закупівлі на підприємствах-виробниках матеріальних ресурсів, наприклад на паперових комбінатах, лакофарбових заводах, використовуючи транзитну форму поставок ресурсів на власні склади. Поява посередника в ланцюжку виробник-споживач, природно, веде до додаткових витрат на покриття витрат діяльності посередницьких організацій. Однак потреба в непрямих,

опосередкованих зв'язках обґрунтовується неможливістю встановлення прямих зв'язків між виробником і споживачем матеріальних ресурсів при малих обсягах їхнього використання в процесі виробництва.

Ефективність застосування складської форми постачання значною мірою залежить від оптимальності вибору постачальника (посередника) і від частоти закупівель.

Організація управління виробничими запасами

Другий етап матеріально-технічного забезпечення виробництва здійснюється у внутрішньому середовищі поліграфічного підприємства й спрямовується на оптимізацію рівня виробничих запасів.

На цьому етапі МТО виконуються наступні види робіт:

- визначення необхідної й достатньої потреби в кожному виді матеріальних ресурсів на планований період часу;
- встановлення технічно обґрунтованих норм витрати матеріалів;
- оптимізація виробничих запасів, контроль за їхнім раціональним використанням;
- підготовка матеріальних ресурсів до виробничого процесу;
- забезпечення кількісного і якісного зберігання виробничих запасів;
- розробка заходів щодо зниження норм витрат матеріалів.

Під виробничими запасами розуміється сукупність матеріальних ресурсів, що надійшли на склад підприємства, але не залучених у виробничий процес.

Запаси відносяться до числа об'єктів, що вимагають більших капіталовкладень, і тому являють собою один з факторів, що визначає ефективність організації виробництва на підприємстві. Створення виробничих запасів на підприємствах спрямовано на забезпечення гнучкого функціонування виробництва за рахунок деякої надмірності обмежених ресурсів системи матеріально-технічного забезпечення.

Кількість матеріальних ресурсів, що перебувають у стадії виробничих запасів, повинна бути необхідна по номенклатурі й достатня по кількості і якості для забезпечення безперервності процесу виробництва на поліграфічному підприємстві. Недостатня кількість виробничих запасів може привести до перебоїв у роботі, простоям устаткування. Разом з тим необгрунтовано завищена величина виробничих запасів приводить до неефективного використання оборотних коштів підприємства. У зв'язку із цим постає завдання оптимізації величини виробничих запасів, що у традиційній постановці зважується на поліграфічних підприємствах за допомогою їхнього нормування.

Нормування виробничих запасів - це процес встановлення по кожному виду матеріального ресурсу обгрунтованої їхньої мінімальної кількості, необхідної для забезпечення ритмічної роботи поліграфічного підприємства.

Нормативи виробничих запасів встановлюються в календарних днях, у натуральному й вартісному вираженні.

Норматив виробничих запасів у календарних днях складається із двох нормативів:

1. Норматив поточного або оборотного запасу ($E_{\text{пот}}$) у календарних днях відповідає періоду часу між двома поставками на склад і містить у собі:

- час на транспортування матеріального ресурсу від постачальника до поліграфічного підприємства;
- час приймання, розвантаження й складування МР;
- час зберігання матеріалу на складі;
- час підготовки матеріалу до виробничого процесу. Цей час враховується лише для тих видів матеріальних ресурсів, для яких така підготовка передбачена стандартами й технічними умовами. Наприклад, час акліматизації паперу або час порізки на аркуші рольового паперу й т.п.

2. Норматив страхового або резервного запасу ($H_{\text{рез}}$) встановлюється досвідченим шляхом і враховує нерівномірність поставок матеріалів.

Загальний норматив виробничого запасу по кожному виду матеріального ресурсу в днях визначається за формулою:

$$H_{\text{дн}} = H_{\text{пот}} + H_{\text{рез}}, \quad (1)$$

Норматив виробничих запасів у натуральному вираженні ($H_{\text{нат}}$) по кожному виду матеріальних ресурсів забезпечує безперебійність виробничого процесу на поліграфічному підприємстві й визначається добутком середньодобової витрати матеріалу ($Q_{\text{доб}}$) на загальний норматив виробничого запасу цього виду ресурсу в днях ($H_{\text{дн}}$):

$$H_{\text{нат}} = Q_{\text{сут}} * H_{\text{дн}}, \quad (2)$$

У процесі виробництва відбувається споживання матеріальних ресурсів, і величина виробничих запасів із часом змінюється. Максимального значення, рівного нормативу ($H_{\text{нат}}$), вона досягає в момент чергової поставки матеріалу на склад поліграфічного підприємства, а мінімального - напередодні наступної поставки.

Норматив оборотних коштів поліграфічного підприємства визначається по середній величині виробничих запасів у вартісному вираженні й обчислюється за формулою:

$$H_{\text{ок}} = \sum 0,5 * C_i * Q_{\text{доб}} * (H_{\text{дні}} + H_{\text{рез}}) = \sum C_i * Q_{\text{сут}} * (0,5 * H_{\text{пот}} + H_{\text{рез}}), \quad (3)$$

де C_i - ціна одиниці виміру i -го виду матеріального ресурсу; $Q_{\text{доб}}$ - середньодобова потреба i -го виду матеріального ресурсу; $H_{\text{дні}}$, $H_{\text{пот}}$, $H_{\text{рез}}$ - відповідно загальні, поточні й резервний нормативи виробничих запасів i -го виду матеріального ресурсу в календарних днях.

Середньодобова потреба в i -м виді матеріального ресурсу визначається виходячи із середньодобової виробничої програми у відповідних облікових одиницях і норми витрати i -го виду матеріального ресурсу на цю облікову одиницю.

Норми витрати матеріалів разом з нормативами виробничих запасів у календарних днях становлять нормативну базу управління виробничими запасами поліграфічних підприємств.

Нормування повинне бути спрямоване на ефективне використання матеріалів. Норми повинні бути прогресивними й технічно обґрунтованими. Це означає, що вони повинні відображати передовий досвід працівників поліграфічних підприємств, що забезпечують ощадливу витрату матеріалів, і встановлюватися розрахунково-аналітичним методом. Завищення норм витрат матеріалів приводить до утворення наднормативних виробничих запасів й, як наслідок цього, до погіршення використання оборотних коштів підприємства. З іншого боку, необґрунтоване заниження норм витрат матеріальних ресурсів може привести до погіршення якості випуску продукції, та як наслідок, до втрати її конкурентоздатності.

Норми витрат матеріальних ресурсів можна класифікувати за наступними ознаками:

- за призначенням - основні і допоміжні матеріали технологічного призначення; допоміжного й обслуговуючого виробництва; капітального будівництва; палива й енергії;
- за ступенем застосування - загальнопромислові, загальногалузеві; місцеві;
- за ступенем деталізації або агрегування - специфіковані й групові;
- за періодом дії - довгострокові й тимчасові.

У галузі розроблені норми витрат матеріалів на поліграфічних підприємствах. Ці норми охоплюють матеріальні ресурси, використовувані в основному, допоміжному виробництві й сфері обслуговування, і носять характер загальногалузевих, специфікованих, довгострокових.

Норми витрат поліграфічних матеріалів встановлені розраховуючи на різні облікові одиниці продукції, одну машинозміну, одиницю площі, одиницю устаткування.

У галузевих нормах враховується «корисна» складова витрат матеріалів, що встановлена найчастіше розрахунково-аналітичним або дослідним методом, і «паразитна» складова, обчислена за допомогою звітно-

статистичного методу, яка заснована на аналізі статистичних даних. Склад норми витрат матеріалу може бути представлений формулою:

$$q_n = q_{\text{осн}} + q_{\text{від}}, \quad (4)$$

де q_n - норма витрат матеріалу на облікову одиницю; $q_{\text{осн}}$ - норматив корисних, мінімально необхідних витрат матеріалів на облікову одиницю; $q_{\text{від}}$ - норматив відходів, що може містити в собі норматив відходів на технічні потреби виробництва й нормативи різного роду втрат.

При стабільних організаційно-технічних умовах виробництва норми витрат матеріалів тривалий час можуть не переглядатися. При вдосконаленні техніки й технології поліграфічного виробництва спостерігається тенденція до зниження норм за рахунок зменшення величини її «паразитних» складових. Тому чим більше складових нормативів, що враховують різного роду відходи в складі норми, тим легше її переглядати або корегувати її значення.

Поліграфічні підприємства можуть самостійно проводити роботи з нормування МР і встановлювати місцеві норми витрат матеріалів.

Ефективне управління виробничими запасами на поліграфічних підприємствах у ринкових умовах поряд із традиційним нормативним методом припускає використання й сучасних систем.

Існують дві основні системи управління запасами. У першій з них оптимізується величина поставки, а в другій - величина інтервалу поставки. Інші системи управління виробничими запасами побудовані на використанні цих двох базових систем.

У системі з фіксованим розміром поставки матеріальні ресурси поповнюються за рахунок певного розміру конкретного виду ресурсу. Розмір поставки в цій системі визначається найчастіше яким-небудь організаційним міркуванням. Наприклад, зручністю транспортування або можливістю оптимального завантаження складських приміщень. У системі з фіксованим розміром поставки обсяг закупівлі повинен бути не тільки раціональним, але й оптимальним. Як критерій оптимальності тут найчастіше використовують

мінімум сукупних витрат на зберігання запасу матеріалів і транспортних витрат. Цей критерій враховує три фактори: використання складських приміщень, витрати на зберігання й транспортні витрати. Ці три фактори тісно взаємопов'язані між собою. Бажаючи заощадити на зберіганні запасів і зменшуючи їхню величину, доводиться збільшувати частоту поставок, а це викликає зростання витрат на поставку через транспортні витрати. Збільшення періоду поставок веде до економії витрат на транспортування, але при цьому приводить до втрат, пов'язаних зі змістом зайвих складських приміщень. Крім того, при максимальному завантаженні складських приміщень імовірний ризик появи неліквідних запасів.

У системі з фіксованим розміром поставок оптимальний розмір поставки розраховується за формулою Вільсона:

$$ОРП = \sqrt{\frac{2 * A * N}{Bo}}, \quad (5)$$

де ОРП - оптимальний розмір поставки; А - витрати на облікову одиницю запасу; N - потреба в ресурсі; Во - витрати на зберігання облікової одиниці матеріального ресурсу.

Система з гарантованим розміром поставки припускає розрахунок гарантійного (страхового), граничного й максимально бажаного рівня запасу.

Гарантійний запас спрямований на забезпечення потреби в цьому виді ресурсу на час (максимальне з можливих) передбачуваної затримки поставки. Заповнення страхового запасу проводиться в ході наступних поставок через використання граничного рівня запасів.

Граничний запас визначає рівень, при досягненні якого проводиться чергова поставка.

Величина максимального бажаного запасу в цій системі відповідає оптимальному завантаженню складських приміщень при забезпеченні мінімуму сукупних витрат.

Система з фіксованим розміром поставок використовується поліграфічними підприємствами при постачанні таких матеріальних

ресурсів, як, наприклад, фарба й пластини, а газетними поліграфічними підприємствами - при постачанні їх і папером.

Система з фіксованим інтервалом часу між поставками базується на визначенні оптимального інтервалу поставок (t). Розрахунок інтервалу часу між двома черговими поставками можна обчислити за формулою:

$$t = K / \frac{N_{\text{ppi}}}{OPЗ}, \quad (6)$$

де K - кількість робочих днів у році; $N_{\text{рік}}$ - потреба в ресурсі на рік; $OPЗ$ - оптимальний розмір запасу.

В розглянутій системі момент поставки заздалегідь визначений і не міняється ні за яких умов, а розмір поставки постійно перераховується. Його обчислення ґрунтується на прогнозованому рівні споживання до надходження матеріального ресурсу на склад підприємства.

Розрахунок розміру поставки в системі з фіксованим інтервалом часу між черговими поставками розраховується за формулою:

$$РП = МБЗ - ПЗ + ОС, \quad (7)$$

де $РП$ - розмір поставки, од.; $МБЗ$ - максимальний бажаний запас, од.; $ПЗ$ - поточний запас, од.; $ОС$ - очікуване споживання за час поставки, од.

У практиці роботи поліграфічних підприємств система з фіксованим інтервалом поставки може використатися для матеріальних ресурсів з обмеженим строком придатності, наприклад, для поставки на поліграфічне підприємство клею [3].

Вищенаведені підходи до управління виробничими запасами базуються на створенні певних запасів матеріалів, які забезпечують безперервний хід виробництва й покликані згладжувати, нівелювати помилки в організації й управлінні виробництвом.

В останні роки в західних країнах знайшла застосування кардинально нова система управління запасами «Точно в строк». Головна її відмінність від вищеописаних систем полягає в тому, що поставка матеріальних ресурсів провадиться безпосередньо на первинній стадії виробництва, а не на склад.

Ідея системи «Точно в строк» базується на трьох передумовах. По-перше, передбачається готовність виробничих потужностей переробляти матеріали й напівфабрикати з боку майже «з коліс». Внаслідок цього обсяг виробничих запасів, характеризуємий як заморожені потужності, мінімізується. По-друге, в умовах мінімуму виробничих запасів необхідне забезпечення раціональної організації й управління виробництвом. По-третє, для оцінки ефективності організації виробничого процесу крім рівня витрат, варто враховувати й тривалість виробничого циклу виробів.

Ринкові умови господарювання пред'являють до поліграфічних підприємств вимоги великої гнучкості виробництва, що досягається, зокрема, завдяки застосуванню сучасних систем управління запасами.

Для вирішення задачі завоювання нових ринків підприємством при наявності визначених факторів, ефективність процесу оцінюється за мінімальним значенням імовірності виконання поставленої задачі, яке можливе при найгірших значеннях невизначених факторів. Умова оптимальності процесу (системи) в цьому випадку має вигляд:

$$W = \max(\min) [P(A/Z)], \quad (8)$$

де A – випадкова величина, яка міститься в досягненні поставленої мети; Z – невизначені фактори; $P(A/Z)$ – імовірність події A при умовах Z .

Такого виду задачі з успіхом вирішуються за допомогою використання теорії ігор, що дозволяє використовувати математичну базу для задач, які звичайно вирішувалися емпіричним шляхом, без використання будь-яких кількісних оцінок.

Для подальших досліджень використаємо теорію парних ігор двох сторін (гравців) A та B . Результати гри, вигравання або програвання, характеризується числом (ціною гри).

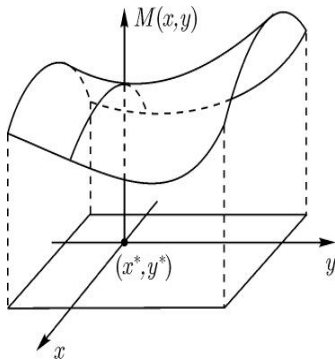
Розглянемо принцип (теорему) мінімаксу, котрий формально можна записати:

$$\max_a \left[\min_b V(a,b) \right] \leq \min_b \left[\max_a V(a,b) \right], \quad (9)$$

де a та b – відповідно характеристики дій гравців A та B ; $V(a, b)$ – функція втрат або платіжна функція.

В випадку, якщо має місце таке рівняння, як $\max_a [\min_b V(a, b)] = \min_b [\max_a V(a, b)]$, тоді відповідне значення функції $V(a, b)$

називається сідловою точкою гри, котра є точкою перетину оптимальних стратегій гравців A та B .



В цій точці мінімум максимуму втрат одного гравця співпадає з максимумом мінімуму втрат іншого. На рисунку 4 представлена поверхня, яка має сідловидну форму, де точка M – сідловидна точка гри.

Рисунок 4 – Геометрична інтерпретація теореми мінімаксу

Обмежимося розглядом кінцевої гри, тобто такої гри в якій гравці A та B мають тільки кінцеве число стратегій.

Гравець A має стратегії A_1, A_2, \dots, A_n .

Гравець B має стратегії B_1, B_2, \dots, B_m . Це гра $m \times n$,

вигравання гравця A при стратегіях A і B позначимо через a_{ij} [1].

Цю гру можна інтерпретувати як боротьбу двох підприємств за ринки. При цьому більш прибуткове підприємство має більшу інвестиційну привабливість.

Нехай одне з підприємств (гравець I) намагається за допомогою реалізації інноваційних проектів витіснити інше підприємство (гравець II), яке має два ринки збуту, з одного з цих ринків.

У формальному запису функція виграшу даної гра задається співвідношенням:

$$H(x, y) = \begin{cases} K_1 (x - y), & \text{якщо } x \geq y \text{ (} K_1 > 0 \text{);} \\ K_2 (y - x), & \text{якщо } x < y \text{ (} K_2 < 0 \text{),} \end{cases} \quad (10)$$

де x, y – суми засобів, що виділяються гравцями I та II на утримання ринків відповідно.

Загальна сума засобів, що виділяються гравцем I на цю мету, приймається на рівні 1. Стратегії гравця I складаються в розподілі цих засобів між двома ринками. Якщо на перший ринок направляється сума x , то на другий направляється сума $1-x$. При цьому гравець II для збереження ринків також має одиничну суму засобів, та його стратегія буде складатися у виділенні y на перший ринок та $1-y$ на другий.

Будемо вважати, що гравець I, досягнувши переваги на одному з ринків, одержує вигреш (замовлення на проект) рівний збитку своїх засобів, який береться з коефіцієнтом, що характеризує важливість ринку (K_1 для першого ринку та K_2 для другого ринку).

Графік залежності $H(x_0, y)$ від y являє собою пару прямолінійних відрізків у випадку, якщо $x_0=0$ або $x_0=1$, один з цих відрізків стягується в точки.

У графіку функції $\max \{k_1(1-y), k_2y\}$ перший член під знаком максимуму з ростом y зменшується, а другий збільшується. Тому при малих значеннях y максимум може бути досягнений на першому члені, а при більших y – на другому. Таким чином мінімальне значення це максимум приймає при такому y^* , для якого:

$$k_1(1-y^*) = k_2y^*, \quad (11)$$

Звідси ми маємо:

$$\max_x H(x, y) = \max_{x \geq y} \{ \max_x k_1(x-y), \max_{x \leq y} k_2(x-y) \} = \max \{ k_1(1-y), k_2y \}, \quad (12)$$

Тому

$$v = \min_y \max_x H(x, y) = \min_y \max \{ k_1(1-y), k_2y \}, \quad (13)$$

$$\text{при } y^* = \frac{k_1}{k_1 + k_2}, \quad (14)$$

Таким чином, знайдене y^* є єдиною оптимальною стратегією гравця II. Ми бачимо, що оптимальна стратегія гравця II складається з розподілу

існуючих засобів між ринками і при тому пропорційно важливості ринків. В загальному випадку виграш є випадковою величиною, значення a_{ij} можна записати в платіжну матрицю або матрицю ефективності.

Використовуючи методологію дослідження операцій, назвемо міру виграшу a_{ij} показники ефективності W_{ij} варіанту стратегії A_i в умовах B_j . В матриці ефективності замість варіанту рішення записують варіант стратегії та замінюють W_{ij} на a_{ij} . Вирішити гру $m \times n$ означає винайти для кожного гравця таку стратегію, щоб його середній виграш за більшу кількість ігор був найбільшим [2].

Результати дослідження. Складемо матрицю ефективності поліграфічного підприємства.

Підприємство А купує паперову продукцію для виготовлення етикетки, потреба в якій залежить від попиту В. Потреба в паперовій продукції може скласти 5 т. при зниженому попиті; 8 т. при нормальному попиті; 10 т. при підвищеному попиті. Ціна паперової продукції складає 8522 грн/т. при зниженому попиті, 9278 грн/т при нормальному попиті, 10320 грн/т при підвищеному попиті.

Яку стратегію вибрати підприємству А, а саме закупити 5, 8 або 10 т. паперової продукції.

Складемо матрицю витрат та обчислимо дев'ять можливих варіантів стратегій гравців. Та зведемо в таблицю.

З таблиці видно, що мінімум строк складає -94210, -88816 та -85220 тис.грн, а максимумами стовпців – 42610, -68176 та – 85220 тис.грн. та максимальний мінімум строк (по стовпцям) співпадає з мінімальним максимумом стовпців за строками. Вони рівні a_{33} . Таким чином оптимальним рішенням є придбання 10 т. паперової продукції за ціною 8522 грн/т

Матриця витрат гравців

Запас паперової продукції для виготовлення етикетки	Попит		
	V ₁ (низький)	V ₂ (нормальний)	V ₃ (високий)
A ₁ =5	a ₁₁ = - 42610	a ₁₂ = - 70444	a ₁₃ = - 94210
A ₂ =8	a ₂₁ = - 68176	a ₂₂ = - 68176	a ₂₃ = - 88816
A ₃ =10	a ₃₁ = - 85220	a ₃₂ = - 85220	a ₃₃ = - 85220

Висновки та подальше направлення. Виконані дослідження дозволяють зробити висновок про ефективність застосування теорії стратегічних ігор при управлінні матеріально – технічним забезпеченням підприємств поліграфічної галузі в умовах невизначеності. Приклад ілюструє широкі можливість розробки умов оптимізації комплектації поліграфічних підприємств матеріальними запасами за допомогою методів економіко – математичного моделювання.

Література

1. Тищенко Н.М. Введение в проектирование сложных систем автоматизи. – М.: «Энергия», 1976.- 304 с.
2. Воробьев Н.И. Теория игр. Лекция для экономистов кибернетиков. – Л.: Из-во Ленинград. ун.-та, 1974 – 160 с.
3. Организация полиграфического производства: Учебное пособие/ Под ред. Г.В. Мироновой - М.: Издательство МГУП, 2002. - 352 с.