

## ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ ПЛАНУВАННЯМ ВИРОБНИЦТВА ПО СЛАБКИХ СИГНАЛАХ

Дану статтю присвячено проблемам експрес-діагностики економічного середовища і методу управління плануванням виробництва за слабкими сигналами. Цим питанням не приділено уваги ні в теорії, ні в практиці. Це обумовлює актуальність розробки підходів до утворення антикризових систем управління організацією на основі виявлення та аналізу слабких сигналів із використанням сучасних інформаційних технологій.

This paper deals with problems express-diagnostic and economic environment and management, production planning on weak signals. These problems are not neglected either in theory or in practice. All this causes the importance of developing approaches to the creation of crisis management systems organization based on the identification and analysis of weak signals with the use of modern information technology.

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** У даний час зміни в зовнішньому і внутрішньому середовищі фірми можуть відбуватися дуже швидко. Як правило, до початку дії будь-якої загрози з боку зовнішнього середовища практично неможливо отримати вичерпну інформацію щодо можливих наслідків і напрямки дії даної загрози. Очікуючи отримання достатньої інформації для рішучих заходів у відповідь, компанія страждає від раптових змін, а отримавши неповну інформацію, компанія також не може зробити продуманих заходів з метою вирішення виниклої проблеми. Будь-яка система управління підприємством працює ефективно, якщо вона здатна активно і адекватно впливати на можливі зміни як з боку зовнішнього, так і внутрішнього середовища і приводити систему в стан сталого розвитку. Активне управління виникаючими змінами можна назвати випереджаючим. Такий підхід передбачає використання методів і засобів раннього фіксування насувається дисбалансу в організації на основі так званих «слабких сигналів».

**Аналіз досліджень і публікацій останніх років.** Слід відзначити досить велику увагу авторів та дослідників до питань аналізу зовнішнього середовища підприємства, виявлення домінуючих чинників, які визначають можливості та загрози, розробці окремих адаптаційних механізмів в умовах швидкоплинних зовнішнього оточення. Питання оцінки та аналізу зовнішнього середовища підприємства розглядаються у працях Ансоффа [1, с.215-346], Е. А. Уткіна [2, с.225-239], В. С. Юкаєва [3, с.280-310], В. В. Глущенко [4, с.429-467], А. Гладстоуна [5, с.112-129], А. В. Велькова [6, с.222-284], З. Є. Шершневої, О. І. Ковтун, О. С. Віханського та ін. Також все більшої актуальності набувають економіко-математичні методи і моделі в прийнятті управлінських рішень.

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** Під «слабким сигналом», як відомо, розуміється саме та первинна інформація про ранні симптоми дисбалансу в організації, без урахування якої і без прийняття в зв'язку з цим оперативних запобіжних заходів, організація з найбільшою очевидністю буде йти до стану дестабілізації.

Управління по слабких сигналах являє собою стратегічний інструмент управління в умовах швидких змін у зовнішньому середовищі, коли фірма збільшує свою активність у міру отримання більш точної інформації про ринок. Виявлення слабких сигналів вимагає від спостерігача чуйності, високої винахідливості і кваліфікації.

Серед авторів, які використовують економіко-математичний апарат в економічних рішеннях, відзначимо Л.А. Базилевича, Д. В. Соколова, Л. К. Франєва [7, с.156-190] та ін. У той же час питанням використання математичного апарату в стратегічному управлінні та

прийнятті довгострокових стратегічних рішень приділено недостатньо уваги.

**Постановка завдання.** Метою даної статті є розробка економіко-математичної моделі керування плануванням виробництва по слабких сигналах з метою формування стратегічних виробничих програм, які будуть здатні адаптуватися до зовнішніх умов, що змінюються господарювання та об'єктивно відображати результати виробничої діяльності підприємства.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Слабкий сигнал – це ситуація, коли керівник або керівний персонал на рівні розрахунків прогнозів фіксують, що в процесі виробництва можливий збій (зменшення нормативного зачепила заготовки) або ж на ринку збуту з'являється інформація про підготовку до продажу більш конкурентоспроможної продукції або ж зменшення ємності ринку, але поки не відомі причини.

Слабкі сигнали – це індикатори, які підштовхують нас до прийняття будь-яких рішень. Поява слабого сигналу – це початок наших дій:

- спостереження.
- визначення відносної сили або слабкості сигналу. Сигнал посилюється – джерела небезпеки стають зрозумілі, до перших двох дій додаються ще два: зниження зовнішньої стратегічної вразливості та підвищення внутрішньої гнучкості.
- далі сигнал стає сильним, масштаби небезпеки набувають конкретних обрисів – додаткові дії.
- розробка підготовчих планів і заходів та їх реалізація. Шляхи вирішення проблеми визначаються, результати намічених контрзаходів передбачувані.
- плани практичних заходів та їх реалізація.

Збільшення сили сигналу – причина можливих змін на ринку (поява нових технологій, нових потреб або цінностей у споживачів тощо) стає очевидною, але самі зміни ще не відбулися, явища ще немає, а величина сигналу вже значно перевищує «шумовий поріг».

Сприйняття сигналу – явище вже є, конкретна небезпека для бізнесу встановлена; величина сигналу достатня, щоб розвіяти останні сумніви в майбутні зміни, що передбачає необхідність переходу на більш високі рівні обізнаності, коли з'явиться можливість прорахувати величину необхідних капіталовкладень і можливих доходів при адекватній реакції фірми на нові зміни на ринку.

У міру збільшення сили сигналів особливо важливими видаються такі послідовні кроки:

- аналіз діяльності виробництва та оцінки технічного рівня виробництва та конкурентоспроможності продукції, можливості збою поставок і зміна цін на сировину та енергоносії;
- активізація збору інформації про ринок і аналізу такої інформації при першій появі слабких сигналів;
- підготовка фірми до дій у разі підтвердження інформації про нові можливості / небезпеки на ринку при збільшенні сили сигналів;
- енергійні практичні дії з використання реальних і вже очевидних всім змін у ринковій ситуації в обгін конкурентів, які через те, що для них нові ринкові зміни стали повною несподіванкою, стоять у нерішучості «на старті».

Наведений вище алгоритм управління по слабких сигналах, мабуть, єдино прийнятний підхід до оперативного реагування на зміни зовнішнього і внутрішнього середовища, що обумовлюють застосування тих чи інших стратегій у галузі організаційного, економічного, соціального управління підприємством.

На підставі аналізу різних наукових джерел може бути запропонована методика управління і планування по слабких сигналах підтримкою певного рівня запасів матеріалів і комплектуючих на складі фірми в плановий період.

Нехай встановлені нормативні запаси комплектів кожного виду і обраний плановий інтервал. Функцію, яка визначає результат роботи підрозділу в кінці планового інтервалу, запишемо у вигляді:

$$f(x,y) = \sum_{i=1}^n T_i [x_i - a_i(x_i - y_i) - b_i(x_i - d_i)] - V \quad (1)$$

Тут прийняті такі позначення:

$n$  – кількість різних видів заготовок;

$d_i$  – нормативний план зі здачі комплектів  $i$ -го виду протягом планового інтервалу

$$d = (d_1, \dots, d_n);$$

$x_i$  – число комплектів  $i$ -го виду, випущених підрозділом за плановий інтервал

$$x = (x_1, \dots, x_n);$$

$y_i$  – прийнятий план випуску комплектів  $i$ -го виду протягом планового інтервалу

$$y = (y_1, \dots, y_n);$$

$T_i$  – вартість, створювана в підрозділі при виготовленні одного комплекту 1-го виду;

$a_i, b_i$  – позитивні числа;

$V$  – загальна сума заробітної плати, виплаченої працівникам підрозділу за плановий інтервал.

Слід пояснити сенс деяких з введених величин. Нехай  $u_i$  – кількість зданих комплектів  $i$ -го виду на початок планового інтервалу;  $w_i$  – число зданих комплектів  $i$ -го виду на кінець планового інтервалу;  $p_i$  – заплановане число комплектів  $i$ -го виду на кінець планового інтервалу;  $V_i$  – нормативна величина запасу комплектів  $i$ -го виду. Число  $d_i$  визначається з умов, щоб було забезпечено встановлення завдання щодо випуску  $i$ -ої заготівлі і запас комплектів  $i$ -го виду, рівний нормативному. За даних позначень  $d_i = p_i - u_i$ ,  $x_i = w_i - u_i$ .

У першу чергу слід довести, що функція (1) задовольняє основні вимоги до методики визначення результатів виробничої діяльності. При заданому  $X$  максимум функції досягається при  $Y = X$ . Іншими словами, при відомому фактичному випуску результат буде тим кращий, чим ближче раніше прийнятий план до фактичного випуску. Найкращий результат може бути отриманий, якщо передбачається точне виконання прийнятого плану, тобто  $X = Y$ . За умови  $X = Y$  максимум функції досягається при  $y = d$ . Це означає, що стимулюється прийняття нормативного, заздалегідь розрахованого плану.

Для дослідження функції (1) при зміні різних пар слід зупинитися на питанні визначення чисел  $a_i$  і  $b_i$ . З цією метою введемо в розгляд функцію:

$$f_i(x_i, y_i) = T_i [x_i - a_i(x_i - y_i) - b_i(x_i - d_i)] \quad (2)$$

Коефіцієнти можна приблизно визначити виходячи з таких міркувань. Якщо кількість зданих комплектів  $i$ -го виду за умови виконання плану з випуску заготовок до кінця планового інтервалу не залишилося. Відсутність запасу ставить під загрозу подальше виконання плану випуску заготовок. Тому необхідно вимагати, щоб у даному випадку при будь-якому  $y_i$  виконувалася умова  $f_i(x_i, y_i) < 0$ , тобто:

$$\max [d_i - j_i - a_i(d_i - j_i - y_i) - b_i j_i] = d_i j_i - b_i j_i < 0 \quad (3)$$

$$\text{З останньої нерівності отримуємо: } b_i > d_i / j_i - 1 \quad (4)$$

Потрібно зазначити, що умова (4) при позитивних  $b_i$ , як правило, виконується,

оскільки тривалість планового інтервалу менше нормативного запасу, вираженого в днях. Умова (4) виявляється істотним при значному невиконанні плану випуску заготовок, коли  $d_i > j_i$ . Для визначення коефіцієнта  $d_i$  розглянемо ситуацію, коли  $y_i \neq d_i$ . Якщо при заданих  $y_i, d_i$  виконується нерівність  $y_i > d_i$ , то на відрізку  $[d_i, y_i]$  функція  $f_i(x_i, y_i)$  має монотонно зростати з ростом  $x_i$ . Остання вимога впливає з того, що невиконання прийнятого плану, навіть якщо він трохи перевищує величину  $d_i$ , небажано, оскільки на прийнятий план орієнтуються інші підрозділи фірм. Враховуючи, що на відрізку  $[d_i, y_i]$

$$f_i(x_i, y_i) = T_i [x_i + d_i x_i + b_i x_i + d_i y_i - b_i d_i] \quad (5)$$

Отримаємо  $d_i > b_i - 1$ . Звідси, що  $b_i > 1$ .

Якщо при заданих  $y_i, d_i$ , виконується нерівність  $y_i < d_i$ , то на відрізку  $[d_i, y_i]$  функція  $f_i(x_i, y_i)$  не повинна падати зі зростанням  $x_i$ . Дійсно, в цьому випадку перевиконання прийнятого плану не повинно зменшувати результат до тих пір, поки  $x_i \leq d_i$ . Неважко перевірити, що остання умова не суперечить жодному з раніше сформульованих вимог до функції  $f(x, y)$ . На відрізку  $[d_i, y_i]$ :

$$f_i(x_i, y_i) = T_i [x_i - d_i x_i + b_i x_i + d_i y_i - b_i d_i] \quad (6)$$

тому  $d_i \leq b_i + 1$ . Остання умова, поряд з умовою,  $b_i > 1$ , визначає співвідношення між коефіцієнтами  $d_i, b_i$ .

При великій величині нормативних запасів коефіцієнти можуть бути великими, наприклад,  $d_i = 0.5$ ;  $b_i = 1.2$ .

При невеликій величині нормативних запасів підвищується вимога до жорсткості управління. У цьому випадку коефіцієнти повинні бути досить великими. Для точного визначення коефіцієнтів необхідно проводити більш детальний економічний аналіз виробництва, який має визначити, якою мірою відхилення  $(x_i - y_i)$ ,  $(x_i - d_i)$  негативно позначаються на виробництві.

Для того, щоб переконатися у придатності функції  $f(x, y)$ , досліджуємо на конкретному прикладі функцію  $f_i(x_i, y_i)$  при зміні різних змінних. Нехай  $d_i = 10$ ;  $a_i = 0.5$ ;  $b_i = 1.2$ ;  $T_i = 1$ .

Функція  $f_i(x_i, y_i)$  дорівнює  $[x_i - 0.5(x_i - y_i) - 1.2(x_i - 10)]$ . Функція  $f_i(x_i, 10)$  швидко росте зі зростанням  $x_i$ , при  $x_i < 10$  та зменшується, але повільніше, зі зростанням  $x_i$  при  $x_i > 10$ . Функція  $f_i(x_i, 8)$  швидко росте при  $x_i < 8$ , повільно зростає при  $8 < x_i < 10$  та убуває при  $x_i > 10$ . Функція  $f_i(x_i, 12)$  швидко росте при  $x_i < 10$ , більш повільніше зростає при  $10 < x_i < 12$  та убуває при  $x_i > 12$ .

Наприкінці, при умовах  $x_i = y_i$  функція  $f_i(x_i, y_i)$  росте при  $y_i < 10$  та убуває при  $y_i > 10$ , досягаючи максимуму при  $y_i = 10$ .

Проведений аналіз показує, що функція (1) задовольняє всі основні вимоги до методу доведення планових завдань і визначення результатів роботи. Пропонована методика стимулює комплексний випуск заготовок. Оскільки результат залежить від числа виготовлених комплектів, то виявляється не вигідним виготовлення окремого виду заготовок,

зданих на склад в достатній кількості. Крім того, якщо відсутня можливість укомплектування повної номенклатури заготовок, то основною метою організації виробництва в цеху заготовок є укомплектування максимальної номенклатури заготовок у необхідному обсязі.

На початку планового періоду годиться  $X = Y$ , тому що тільки в цьому випадку можна розраховувати на високий результат. Тому при плануванні функції  $f(x,y)$  є локальною цільовою функцією, максимум якої може бути досягнутий при виконанні умови  $y = d$  і при мінімальному значенні  $V$ . У кінці планового періоду функція  $f(x,y)$  визначить результат виробничої діяльності, який дорівнює вартості всієї виробленої продукції в цеху за вирахуванням виплаченої загальної суми заробітної плати та витрат (у вартісному вираженні), які обумовлені невідповідністю прийнятих планів та фактичного виконання, а також невідповідністю фактичного виконання і найбільш бажаного плану.

Втрати через невідповідність прийнятих планів та фактичного випуску можуть бути викликані наступними обставинами. Оскільки планування полягає в тому, щоб забезпечити в подальшому узгоджену роботу всіх ланок виробництва, то відхилення фактичного випуску від заздалегідь прийнятих планів, на які орієнтуються всі підрозділи підприємства, створюють деякі диспропорції, затримки в процесах виробництва і негативно позначаються на ефективності виробництва, вимагають додаткових витрат. Невідповідність величин  $x_i, d_i$  також призводить до додаткових витрат. При  $x_i < d_i$  фактичний зацепив стає менше нормативного, що може призвести (при значних відхиленнях) до порушень нормального перебігу виробничих процесів, до постійних простоїв і невиконання плану випуску. При  $x_i > d_i$  утворюються наднормативні запаси, які потребують додаткових витрат на зберігання.

**Висновки і перспективи подальших розробок.** Таким чином, використання передбачуваної економіко-математичної моделі дозволяє здійснювати зміну планів виробничої діяльності підприємства по слабких сигналах (нормативні залишки на складі) і в цілому об'єктивно оцінювати результати виробничої діяльності. Це підвищить ефективність управлінських рішень в умовах невизначеності і швидкої змінності зовнішнього середовища підприємства, знизить вірогідність і силу впливу загроз у діяльності суб'єкта господарювання.

### Література

1. Ансофф И. Стратегическое управление / И. Ансофф, Л. К. Франева [пер. с англ. Ф. П. Тарасенко]. – М.: Экономика, 1989. – 519 с.
2. Стратегическое планирование / [под ред. Э. А. Уткина]. – М.: Прогресс, 2008. – 328 с.
3. Юкаев В. С. Управленческое решение / В. С. Юкаев, И. К. Дашков. – М.: Экономика, 1999. – 340 с.
4. Глущенко В. В. Менеджмент: системные основы / В. В. Глущенко. – М.: Прогресс, 2008. – 560 с.
5. Гладстоун А. Управленческое консультирование / А. Гладстоун. – М.: Интерэкспорт, 2002. – 218 с.
6. Вельков А. В. Стратегическое управление корпоративными инновациями / А. В. Вельков. – СПб.: Питер, 1998. – 340 с.
7. Базилевич Л. А. Модели и методы рационализации и проектирования организационных структур управления / Л. А. Базилевич, Д. В. Соколов, Л. К. Франева – Л.: ЛФЭИ, 1991. – 300 с.