

**Симонов Д. І.**  
*молодший науковий співробітник,  
Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова  
Національної академії наук України*

**Горбачук В. М.**  
*старший науковий співробітник,  
доктор фізико-математичних наук,  
Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова  
Національної академії наук України*

DOI: <https://doi.org/10.36059/978-966-397-254-1-40>

## **ПРОГНОЗУВАННЯ ПОПИТУ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ПРИ ПЛАНУВАННІ ЛАНЦЮГІВ ПОСТАЧАННЯ ПІД ЧАС ЗАПУСКУ СТАРТАПУ**

Стартап (start-up) – компанія, яка лише починає працювати [1]. Грунтуючись на формальному визначенні, можна зробити припущення, що планування всіх процесів нової компанії засноване на бенчмаркінг і припущеннях, пов'язаних з високим ступенем невизначеності, а завдання прийняття рішень в умовах невизначеності стосовно різних моделей систем логістики можуть істотно відрізнятися один від одного. Зокрема, це може бути обумовлено специфікою факторів, випадковий вплив яких потрібно враховувати [2].

Управління ланцюгами постачання, засноване на прогнозуванні попиту, має стати основою планування підприємства, що прагне максимізувати дохід. Залежно від виду ринку товару може відрізнятися структура ланцюга постачання. Наприклад, для товарів категорії FMCG ланцюг постачання від виробника до кінцевого споживача може проходити через дистриб'юторів, оптових торговців та роздрібні магазини, що значно підвищує складність прогнозування попиту через складність комунікацій та розбіжності власних інтересів у кожній ланки ланцюга постачання, які контролюють різні особи, що приймають рішення [3].

Через нестійкість ринку збуту можливі коливання споживчого попиту. Навіть незначні зміни попиту можуть призвести до серйозних змін у замовленнях, розміщених вгору по ланцюгу постачання. Важливим чинником, що впливає на обсяг продажів, є наявність товарів-субститутів. Зміна характеристик одного товару можуть вплинути на обсяги продажу іншого, а обмежена доступність інформації щодо переваг

споживачів, майбутнього структурного розподілу продажів за видами товарів та планів конкурентів ускладнює процес прогнозування для нових учасників ринку.

Зробимо припущення, що всі ланки ланцюга постачання мають одну мету – максимізувати обсяг продажів продукту, виробленого компанією-стартапом. Таким чином, «загальна» цільова функція матиме такий вигляд:

$$F(P_r) = \sum_{i=1}^n P_s * Q_s - TC \rightarrow \max \quad (1)$$

при обмеженнях:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n Q_{Si} \leq Q_D; \\ \sum_{i=1}^n P_{Si} \leq P_D; \\ \sum_{i=1}^n TC_i \leq TR \end{cases}$$

де  $P_r$  – прибуток;  $P_{Si}$  – ціна пропозиції;  $P_D$  – ціна попиту (ціна, яку згоден платити споживач);  $Q_{Si}$  – об'єм пропозиції з урахуванням товарів-субститутів;  $Q_D$  – об'єм попиту;  $TC_i$  – загальні витрати (собівартість);  $TR$  – сукупний дохід.

Споживач зацікавлений в задоволенні власних потреб, та мінімізації витрат на їх придбання. Тобто з цільова функція з позиції споживача буде мати наступний вигляд, за умови виконання обмежень зі сторони виробника (постачальника):

$$F(P_r) = \sum_{i=1}^n P_s * Q_s - TC \rightarrow \min. \quad (2)$$

Виробництво товарів має безліч факторів, які впливають на собівартість та, відповідно, прибуток виробника. На прибуток також впливає співвідношення попиту та пропозиції, доступність сировини, складність ланцюгів постачання та інші фактори. Відповідно, кожний виробник має власне бачення на те, який товар бажано виробляти, звідси і формується об'єм пропозиції з урахуванням товарів-субститутів  $Q_{Si}$ .

Розрахунок пріоритетів альтернатив програм виробництва можливо виконати за допомогою методу парних порівнянь, що полягає в перетворенні переваг, що містяться в матриці альтернатив, в скалярні

оцінки [4]. Таким чином отримуємо нормалізований показник альтернатив виробництва товарів в діапазоні:

$$\omega_i = \{ \omega_i : \omega_i \in [0,1]; \sum \omega_i = 1 \}, \quad (3)$$

$$\omega_i = \frac{a_i}{\sum_{i=1}^n a_i}, \quad (4)$$

де  $a_i$  – певна альтернатива виробництва товару/продукту.

Цю задачу можливо перетворити в багатокритеріальну, та вирішувати за допомогою методів математичного програмування. Але загальна система планування ланцюга постачання стартапу передбачає виконання додаткових процедур, що обумовлено високим ступенем невизначеності на ранніх етапах функціонування компанії на новому ринку. Серед необхідних процедур можливо визначити:

1. Визначити множину імовірнісних подій  $S$  та явищ, що можуть вплинути на цільову функцію (досягнення бажаного результату). Елементи множини подій повинні мати вигляд цілісної (закінченої) групи альтернативних варіантів розв'язку подій. Передбачається, що одночасне виникнення двох, або більше, альтернативних подій не можливо, але обов'язковий наступ однієї з альтернатив.

$$S = \{ S_j : \forall (j) S_j \cap S_{j+1} = \emptyset; j = \overline{1, n} \}. \quad (5)$$

2. Визначити множину альтернатив реагування на події  $S$ .

$$R = \{ R_i : R_{S_1}, R_{S_2}, \dots, R_{S_m}; \forall (i) R_{S_i} = \emptyset; i = \overline{1, m} \}. \quad (6)$$

3. Визначити очікуване значення цільової функції  $F_{ij}(P_r)$  залежно від факторів п.1 та п.2, та побудувати матрицю  $A$ :

$$A = \begin{matrix} & S_1 & S_2 & \dots & S_n \\ R_{S_1} & F_{11}(P_r) & F_{12}(P_r) & \dots & F_{1n}(P_r) \\ R_{S_2} & F_{21}(P_r) & F_{22}(P_r) & \dots & F_{2n}(P_r) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ R_{S_m} & F_{m1}(P_r) & F_{m2}(P_r) & \dots & F_{mn}(P_r) \end{matrix} . \quad (7)$$

4. Обрати найкращі альтернативи з усіх можливих варіантів.

Після розрахунку матриці альтернатив, та обрання декількох «найкращих», виробнику необхідно спланувати розподіл продуктового портфелю з урахуванням власних уподобань (розрахунок пріоритетів), та очікувань/уподобань споживачів.

Серед інструментів підвищення якості планування можливо рекомендувати додати в процес аналізу потреб та уподобань споживачів

інструменти поведінкової економіки (авт. Richard Thaler) та розрахунок функції корисності (John von Neumann, Oskar Morgenstern). Використання додаткової інформації позитивно впливає на якість прогнозної моделі та сприяє підвищенню якості планування і зменшенню ризику в управлінні ланцюгами постачання.

### **Література:**

1. Oxford Learner's Dictionaries (2022) Definition of start-up noun from the Oxford Advanced Learner's Dictionary. Available at: [https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/start-up\\_1](https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/start-up_1) (accessed: 02/08/2022).

2. Горбачук В. М., Дунаєвський М. С., Морозов О. О. Характеристики рівноваг ланцюгів постачання. *Математичне та комп'ютерне моделювання. Серія: Технічні науки*. 2019. № 19. С. 31–37.

3. Симонов Д. І., Симонов Є. Д. Планування та управління ланцюгами постачання. *Прикладні системи та технології в інформаційному суспільстві* : зб. тез доповідей і наук. повідомл. учасників IV Міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 30 вересня 2020 р.) / за заг. ред. В. Л. Плєскач, В. Л. Міронова. Київ : Київський нац. ун-т імені Тараса Шевченка, 2020. С. 194–200.

4. Микони С. В. Теория принятия управленческих решений : Учебное пособие. СПб. : Издательство «Лань», 2015. 448 с.