

## МОДЕЛЬ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЧОЮ ПОТУЖНІСТЮ АВІАБУДІВНОГО ПІДПРИЄМСТВА

*У науковій статті запропонована оптимізаційна модель управління виробничою потужністю авіабудівного підприємства, яка дозволяє керівництву, враховуючи обмеження та взаємозв'язки, приймати рішення щодо оптимального управління виробничою потужністю. Ключові слова: потужність, авіабудівне підприємство.*

*В научной статье предложена оптимизационная модель управления производственной мощностью авиастроительного предприятия, которая позволит руководству, учитывая ограничения и взаимосвязи, принимать решения оптимального управления производственной мощностью. Ключевые слова: мощность, авиастроительное предприятие.*

*The article proposed optimization model of production capacity owned Aircraft Company, which allows authorities, given the constraints and relationships, decide on the optimal control of production capacity. Keywords: power, aircraft building enterprise.*

**Постановка проблеми.** Аналіз показників використання виробничої потужності авіабудівних підприємств України свідчить, що існують недоліки в практиці планування та управління виробничою потужністю, які викликані об'єктивними та суб'єктивними причинами. Підприємства володіють і резервами виробничих потужностей, в більшому чи меншому ступені, тому в статті запропонована оптимізаційна модель управління виробничою потужністю.

**Аналіз останніх досліджень публікацій.** Методологічним фундаментом здійснення дослідження даної тематики стали праці українських та зарубіжних науковців різних напрямів. Дослідженню актуальних соціально-економічних проблем формування і функціонування виробничих потужностей, методам їх визначення, ресурсному забезпеченню і ефективності використання присвячено роботи О.М. Азарян, О.І. Амоші, В.Г. Герасимчук, Ю.А. Єгупов, А.В. Матвійчук, К. Меллерович, Я.Б. Кваші, Й.М. Петрович, Л.Д. Ревудський, В.Н. Самочкін, Х.-Д. Хауштайн, М.П. Хохлов, П.О. Шаповалова, І.Б. Швець, О.О. Шубін та інші. Розвиток авіаційної промисловості досліджувалися такими галузевими експертами, як В.О. Богуслав, Д.С. Ківа, Г.І. Коротнев, С.М. Подреза, О.В. Следнев та іншими.

**Формування цілей статті.** Актуальність наукового дослідження пов'язана із необхідністю створення та впровадження оптимальної моделі управління виробничою потужністю авіабудівного підприємства. Даному питанню сьогодні не приділяється достатня увага, і воно не відображене у науково-дослідних напрацюваннях. Необхідність вирішення цих питань обумовила вибір теми даного дослідження.

**Вклад основного матеріалу дослідження.** Оптимізаційна модель управління виробничою потужністю авіабудівного підприємства, дозволяє удосконалити виробничі процеси, збільшити значення якісних та кількісних показників діяльності підприємства та як результат досягти повного використання

виробничих можливостей з врахуванням світових тенденцій розвитку ринку авіабудування.

Розглянемо основні складові виробничої потужності, використовуючи однорідні сукупності елементів виробничого процесу та на основі цього побудуємо варіаційні ряди розподілу за кількісними ознаками.

Блок 1. Визначення вхідних елементів моделі оптимального управління виробничою потужністю авіабудівного підприємства:

1. Сукупність виробничих підрозділів:

1, 2, 3, ...,  $J$ ;  $\bar{J}$  - множина виробничих підрозділів.

2. Сукупність готової продукції:

1, 2, 3, ...,  $M$ ;  $\bar{M}$  - множина номерів готової продукції.

3. Сукупність номенклатури виробів:

1, 2, 3, ...,  $l$ ;  $\bar{l}$  - множина номерів номенклатури виробів.

4. Сукупність номенклатури виробів, що виробляється певним видом обладнання в підрозділі:

1, 2, 3, ...,  $K_j$ ;  $\bar{K}_j$  - множина номерів номенклатури виробів.

5. Множина номерів комплектуючих виробів, що виробляється в підрозділі  $j$ :

$$\bar{I} = (I_1, I_2, I_3, \dots, I_j), I_j \subset \bar{l}. \quad (1)$$

Блок 2. Визначення обмежень виробничих можливостей авіабудівного підприємства:

$$\sum_{i \in I_j} T_{ij}^{(k)} * x_{ij} \leq \Phi_j^{(k)}, \quad (2)$$

$T_{ij}^{(k)}$  - витрати часу роботи обладнання групи  $k$  підрозділу  $j$  на виробництво одиниці продукції виробу  $i$ ;

$x_{ij}$  - річний обсяг випуску продукції виробів  $i$  підрозділом  $j$ ;

$\Phi_j^{(k)}$  - річний фонд часу роботи обладнання групи  $k$  підрозділом  $j$ .

Блок 3. Визначення обмежень за кількістю працівників задіяних на випуск визначеного виробу в спеціалізованому підрозділі підприємства:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sigma_{ij}}, \quad (3)$$

$r_{ij}$  - кількість працівників задіяних на випуск виробу  $i$  підрозділом  $j$ ;

$\sigma_{ij}$  - продуктивність праці з випуск виробу  $i$  підрозділом  $j$ .

Блок 4. Визначення взаємозв'язку між випуском комплектуючих виробів і випуском кінцевої продукції:

$$\sum_{j=1}^J (x_{ij} + W_{ij}) = \sum l_{im} * y_m (1 + \delta_m), \quad (4)$$

$y_m$  - річний випуск кінцевої продукції виду  $m$ ;

$W_{ij}$  - запас комплектуючих виробів  $i$  в підрозділі  $j$  на початок часового періоду, для якого будується або залишається незмінною;

$l_{im}$  - число виробів  $i$ , що входять в кінцеву продукцію (коефіцієнт комплектації);

$\delta_m$  - норматив перехідного запасу продукції виду  $m$  на наступний часовий період (у відносних одиницях).

Блок 5. Виділення складової з множини елементів виробничої сукупності, що здатна оперативнo адаптуватися до змін організаційно-технічних умов, пов'язаних із переходом на виготовлення додаткової чи іншої продукції або її модифікації.

$\overline{M}_1$  - продукція, що виробляється за державним замовленням. Обсяг виготовленої продукції та відповідна до обсягу виробничої потужності є сталою величиною. Варіювати виробничою потужністю авіабудівного підприємства, що закріплена за даним обсягом виготовлення продукції за державним замовленням, неможливо.

$\overline{M}_2$  - продукція, що виробляється за довгостроковими стабільними контрактами та договорами. Обсяг виготовленої продукції та відповідна до обсягу виробничої потужності є визначеною величиною, яка встановлена згідно з замовленнями на виготовлення продукції за довгостроковими контрактами та договорами.

Обсяг виробництва продукції, що виробляється за державним замовленням має менший ступінь ризику, ніж обсяг продукції, що закріплені в довгострокових контрактах та договорах.

$\overline{M}_3$  - продукція, що виробляється тимчасово за рахунок неповного використання виробничої потужності за державним замовленням та за довгостроковими стабільними контрактами та договорами. Дана складова здатна оперативнo адаптуватися до змін організаційно-технічних умов, пов'язаних із переходом на виготовлення додаткової чи іншої продукції або її модифікації, тому саме в даній складовій можна гнучко управляти виробничою потужністю авіабудівного підприємства.

Блок 6. Визначення взаємозв'язку елементів виробничої сукупності та їх складових:

$\overline{M}_1 = \{M_1, \dots, M_1\}$  - складові елементи продукції, що виробляється за державним замовленням;

$\overline{M}_2 = \{M_1 + 1, M_1 + 2, \dots, M_2\}$  - складові елементи продукції, що виробляється за довгостроковими стабільними контрактами та договорами.

$\bar{M}_3 = \{M_2 + 1, M_2 + 2, \dots, M_3\}$  - складові елементи продукції, що виробляється тимчасово за рахунок неповного використання виробничої потужності за державним замовленням та за довгостроковими стабільними контрактами та договорами.

Визначмо взаємозв'язок структурних елементів виробничої сукупності. По перше, структурні елементи виробничої сукупності не можуть бути взаємозамінними і повинні реалізовуватися паралельно під визначенні проекти  $\bigcap_{t \neq p} M_t, M_p = \emptyset$ . Так, складові номенклатури виробів за держзамовленням або за

довгостроковими стабільними контрактами та договорами не повинні використовуватися для виготовлення продукції, що виробляється тимчасово за рахунок неповного використання виробничої потужності. А також не можна використовувати номенклатуру виробів за держзамовленням для виробництва готової продукції за довгостроковими стабільними контрактами та договорами.

По друге, структурні елементи виробничої сукупності складають множину всієї продукції, яка виготовляється на авіабудівному підприємстві  $\bar{M} = \bigcup_{t=1}^3 M_t$ .

По третє, аналізуючи взаємозв'язок елементів, необхідно встановити можливість виготовлення продукції на авіабудівному підприємстві, яка тимчасово випускається за рахунок неповного використання виробничої потужності за державним замовленням та за довгостроковими стабільними контрактами та договорами. Відповідно визначимо, чи є можливість випуску додаткової продукції  $y_m$  - продукція з множини  $\bar{M}_1 \left( m \in [M_1], m \in N \right)$  повинна відповідати умовам

$$y_m \geq y_{m, \text{пл}}, \quad \text{аналогічно} \quad y_n \geq y_{n, \text{контр}}, \quad y_n \in \bar{M}_2, \\ \left( n \in [M_1 + 1, \dots, M_2], n \in N \right).$$

Блок 7. Визначмо вектор продукція, яка може виробляється тимчасово за рахунок неповного використання виробничої потужності за державним замовленням та за довгостроковими стабільними контрактами та договорами:

$$\exists \left( y_{M_2+1}, y_{M_2+2}, y_{M_3} \right) \neq \vec{0}, \quad (5)$$

Відповідно, проаналізувавши можливості випуску додаткової продукції, можливі два варіанти, які надаються для розгляду керівництва авіабудівного підприємства, враховуючи виробничі можливості, і приймається рішення щодо доцільності виробництва продукції, що виробляється тимчасово за рахунок неповного використання виробничої потужності за державним замовленням та за довгостроковими стабільними контрактами та договорами:

Блок 8. Перша ситуація,  $\bar{Y}_{\left( M_2+1, \dots, M_3 \right)}$  - недопустимий план, тобто  $\exists$  величин  $x_{i,j}$ , що задовольняють умови обмежень за кількістю працівників задіяних на випуск визначеного виробу в спеціалізованому підрозділі підприємства (блок 3) та взаємозв'язку між випуском комплектуючих виробів і випуском кінцевої

продукції (блок 4), тоді необхідно зменшувати розмірність  $\bar{Y}_{(M_2+1, \dots, M_3)}$ , тобто зменшувати множину елементів випуску продукції.

Блок 9. Друга ситуація  $\bar{Y}_{(M_2+1, \dots, M_3)}$  є допустимий план, тоді існує нескінченна кількість розміщення контрактів (короткострокових) і при усьому певна доля виробничих потужностей може бути незадіяною. Відповідно для поліпшення діяльності авіабудівного підприємства, досягнення фінансової стабільності, збільшення обсягу виробництва, диверсифікації виробничого процесу, забезпечення гнучкості виробництва, зменшення рівня витрат та собівартості продукції, враховуючи тенденції на світовому ринку літакобудування є доцільним використати вільні виробничі потужності, яка не використовується при виготовленні продукції за держзамовленням та за стабільними довгостроковими контрактами та договорами.

Блок 10. Обидві ситуації призводять до необхідності перегляду керівництвом авіабудівної компанії вільної номенклатури, для чого створюється система пропорцій або відношення елементів множини виготовлення продукції:

$$\begin{cases} y_{M_2+1} = \theta \bar{y}_{M_2+1} \\ y_{M_2+2} = \theta \bar{y}_{M_2+2} \\ y_{M_3} = \theta \bar{y}_{M_3} \end{cases} \quad (6)$$

$\theta$  - коефіцієнт пропорційності, який стає єдиним параметром.

Блок 11. Таким чином, взаємозв'язок між випуском комплектуючих виробів і випуском кінцевої продукції набуває вигляду:

$$\sum_{j=1}^J (x_{ij} + W_{ij}) = \sum_{m=1}^{M_1} l_{im} (1 + \delta_m) + \sum_{m=1}^{M_2} l_{im} (1 + \delta_m) + \sum_{m=1}^{M_3} l_{im} (1 + \delta_m) \quad (7)$$

Взаємозв'язок між випуском комплектуючих виробів і випуском кінцевої продукції за держзамовленням та довгостроковими контрактами та договорами набуває вигляду:

$$\sum_{m=1}^{M_1} l_{im} (1 + \delta_m) + \sum_{m=1}^{M_2} l_{im} (1 + \delta_m) \quad (8)$$

А взаємозв'язок між випуском комплектуючих виробів і випуском кінцевої продукції, що виробляється тимчасово за рахунок неповного використання виробничої потужності за державним замовленням та за довгостроковими стабільними контрактами та договорами має вигляд:

$$\sum_{m=1}^{M_3} l_{im} (1 + \delta_m) \cdot \quad (9)$$

Нехай,  $W_i = \sum_{j=1}^J W_{ij}$  - сумарний запас виробу і на підприємстві на початок часового періоду, тоді:

$$H_i = \sum_{m=1}^{M_1} l_{im} * y_m (1 + \delta_m) + \sum_{m=M_1+1}^{M_2} l_{im} * y_m (1 + \delta_m) - \text{сумарний обсяг виробу } i,$$

необхідний для виробництва кінцевої продукції, що виробляється за державним замовленням та за довгостроковими стабільними контрактами та договорами.

$$\alpha_i = \sum_{m=M_2+1}^{M_3} l_{im} * y_m (1 + \delta_m) - i\text{-та компонента продукції, що виробляється}$$

тимчасово за рахунок неповного використання виробничої потужності за державним замовленням та за довгостроковими стабільними контрактами та договорами враховуючи співвідношення випуску комплектуючих виробів.

Відповідно:

$$\sum_{j=1}^J (x_{ij} + W_{ij}) = \alpha_i \theta + H_i \quad i = \overline{1, I} - \text{система з } I \text{ рівнянь або}$$

$$V_i = W_i - H_i, \quad (10)$$

$$b_{ij}^{(k)} = \frac{T_{ij}^{(k)}}{\Phi_{jk}^{(k)}}, \quad (11)$$

Блок 12. Згідно наведених формул та визначень побудуємо оптимізаційну модель управління виробничою потужністю, що може бути задіяна у виробничому процесі, враховуючи обмеження щодо річного обсягу випуску виробів в підрозділі, річного фонду часу роботи обладнання групи в підрозділі, витрат часу роботи обладнання групи підрозділу на виробництво одиниці виробу, продуктивність праці, кількість працівників, задіяних на випуск виробу в підрозділі та взаємозв'язок між випуском комплектуючих виробів і випуском кінцевої продукції за державним замовленням, за стабільними довгостроковими контрактами й договорами та продукції, яка виробляється тимчасово за рахунок неповного використання виробничої потужності.

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{\substack{i \in I_j \\ k \in k_j}} b_{ij}^{(k)} * x_{ij} \leq 1, j = \overline{1, J}; \\ x_{ij} \begin{cases} \geq 0, i \in I_j, j = \overline{1, J} \\ = 0, i \notin I_j, j = \overline{1, J} \end{cases}; \\ \alpha_i \theta - \sum_{j=1}^J x_{ij} = V_i, i \in \overline{I}; \\ \theta \geq 0. \end{array} \right. \quad (12)$$

Дана оптимізаційна модель дозволить керівництву авіабудівного підприємства, враховуючи обмеження та взаємозв'язки, приймати рішення щодо оптимального управління виробничою потужністю.

### **Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок.**

Дана оптимізаційна модель дозволить керівництву авіабудівного підприємства, враховуючи обмеження щодо річного обсягу випуску виробів в підрозділі, річного фонду часу роботи обладнання групи в підрозділі, витрат часу роботи обладнання групи підрозділу на виробництво одиниці виробу, продуктивність

праці, кількість працівників, задіяних на випуск виробу в підрозділі та взаємозв'язок між випуском комплектуючих виробів і випуском кінцевої продукції за держзамовленням, за стабільними довгостроковими контрактами й договорами та продукції, яка виробляється тимчасово за рахунок неповного використання виробничої потужності, приймати рішення щодо оптимального управління виробничою потужністю.