

ОЦІНКА НАДІЙНОСТІ ВИРОБНИЧИХ ПЛАНІВ МАШИНОБУДІВНИХ ПІДПРИЄМСТВ ЗА УМОВ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ЛОГІСТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ

Досліджено основні властивості, які визначають стабільність плану. Удосконалено систему розроблення виробничих планів машинобудівних підприємств для забезпечення певного рівня доходу. Запропоновано модель оцінювання надійності плану за умов невизначеності логістичних параметрів.

Ключові слова: економіко-математична модель, надійність, виробничий план, невизначеність, логістичні параметри.

Ю.А. Харченко, к.т.н., доцент
Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПЛАНОВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

Исследованы основные свойства, которые определяют стабильность плана. Усовершенствована система разработки производственных планов машиностроительных предприятий для обеспечения определенного уровня дохода. Предложена модель оценки надежности плана в условиях неопределенности логистических параметров.

Ключевые слова: экономико-математическая модель, надежность, производственный план, неопределенность, логистические параметры.

Y. Kharchenko, PhD, Associate Professor
Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University

THE ASSESSMENT OF THE RELIABILITY OF PRODUCTION PLANS ON MECHANICAL ENGINEERING COMPANIES UNDER CONDITIONS OF UNCERTAINTY LOGISTIC PARAMETERS

Basic properties that determine the stability of plan were investigated. The system of development of production plans of engineering companies for provides a certain level of income has been improved. The model of evaluation the reliability of plan under conditions of uncertainty logistic parameters was proposed.

Keywords: economic-mathematical model, reliability, production plan, uncertainty, logistic parameters.

Вступ. Динамічність ринкового середовища й збільшення рівня невизначеності у світовій економічній системі та в Україні зокрема потребують більш ретельного підходу суб'єктів господарювання до розроблення виробничих планів на майбутні періоди. Однією з найважливіших характеристик плану є його ефективність. Але для оцінки якості плану показників ефективності недостатньо, тому що фактичні умови реалізації можуть суттєво відрізнятись від запланованих. Тому виникає проблема стабільності показників ефективності (дохід, прибуток, витрати тощо). Отже, планування є складною системою, яку потрібно дослідити, щоб потім знаходити оптимальні рішення.

Під час розроблення виробничого плану є певні можливості маневрування окремими об'єктами чи способами й варіації підсистем та елементів. Таким чином, вибір певного варіанта плану визначає можливості системи до реагування й пристосування до змін у зовнішньому середовищі, тобто стабілізацію вихідних характеристик ефективності.

Основними характеристиками виробничого плану, які визначають його стабільність, є еластичність і надійність. Одним із напрямів управління цими характеристиками є економіко-математичне моделювання, що дає можливість змінювати окремі керуючі параметри для стабілізації системи шляхом економічного маневрування. Отже, необхідно вдосконалити систему планування, щоб збільшити надійність виробничих планів за умов невизначеності логістичних параметрів.

Огляд останніх джерел досліджень і публікацій. Приклади застосування економіко-математичних моделей у галузі машинобудування досліджені авторами у роботі [1]. Математичні методи прийняття економічних рішень на основі системного аналізу, математичного моделювання та оптимізації діяльності суб'єктів наведені в праці [2]. Основні принципи моделювання, їх застосування для розв'язування задач управління в середовищі Microsoft Excel викладені в роботі [3]. Мілов О.В. та Полякова О.Ю. виконали аналіз якісних характеристик плану, а також дослідили системи управління економічними об'єктами [4].

Автори публікацій [5, 6] розробили формалізовані методи тактичного та стратегічного планування, а також моделі планування ризиків з метою зростання ефективності діяльності машинобудівних підприємств. У науковій праці [7] запропоновано метод моделювання економічної стабільності підприємства, а в роботі [8] – методіку оцінювання надійності логістичних систем машинобудівних підприємств з метою побудови в перспективі адаптивної моделі управління.

Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми. Актуальність подальших досліджень визначається необхідністю оцінювання надійності виробничих планів з урахуванням невизначеності логістичних параметрів з метою стабілізації вихідних характеристик ефективності.

Постановка завдання. Завдання полягає в удосконаленні системи планування машинобудівних підприємств шляхом розроблення моделі оцінювання надійності виробничого плану для стабілізації вихідних характеристик ефективності за умов невизначеності логістичних параметрів.

Основний матеріал і результати. Склад і структура системи визначають можливості маневрування при розробленні виробничих планів. Еластичність характеризує рівень досягнення запланованих показників ефективності при зміні умов реалізації, а надійність – імовірність виконання визначених показників ефективності. Отже, необхідно виокремити й дослідити системні фактори, що впливають на можливості економічного маневрування.

Розроблений план є результатом пізнання властивостей і закономірностей розвитку економічної виробничої системи, а оптимальний виробничий план є

цілеспрямованим вибором значень керованих параметрів та характеристик системи з множини можливих значень. Під час реалізації виробничих планів можуть змінюватися зовнішні або (та) внутрішні умови. Це потребує перебудови й пристосування планів до нових умов. Можливості реагування на зміни визначаються певним набором функціональних і структурних характеристик системи, які є керованими. При виборі варіанта виробничого плану для забезпечення його стабільності можна маневрувати способами функціонування та інтенсивностями використання способів.

При плануванні економічної системи в умовах невизначеності необхідно виконати комплексний оптимальний вибір значень параметрів і характеристик плану, які забезпечать задану надійність. Комплексний підхід базується на оптимізаційній моделі планування

$$\begin{aligned} f(x) &\rightarrow \text{opt}; \\ g_k(x) &\geq P_k, k \in K; \\ u_i(x) &\leq S_i, i \in I, \end{aligned} \quad (1)$$

де P_k – потреба в k -ій продукції, $k \in K$;

S_i – планова поставка i -го ресурсу, $i \in I$;

$x = (x_i)$ – вектор технологічних параметрів плану, наприклад інтенсивність використання технологічних способів;

$f(x)$ – цільова функція системи, що відображає виробничі витрати і яку потрібно мінімізувати.

Одним із проявів невизначеності є невизначеність (статистична) щодо поставок необхідних матеріальних ресурсів (сировина і комплектуючі), які використовуються при виробництві заданої номенклатури продукції.

Нехай побудований виробничий план x^0 орієнтований на певні умови його реалізації та допустимий відносно обмежень (1), тоді він визначає властивості маневрування та інерційності економічної системи. Отже, x^0 є параметром функції еластичності системи

$$\Delta P = \varphi(\Delta S, x^0), \quad (2)$$

де ΔS – вектор недопоставки ресурсів;

ΔP – вектор недовипуску продукції, який відповідає ΔS .

Існують різні способи визначення властивості еластичності плану, один із них базується на оцінюванні ступеня впливу забезпеченості одним (кількома) ресурсами на обсяги випуску продукції. Зв'язок між зменшенням забезпеченості ресурсами та недовипуском продукції записується так:

$$F\left(\frac{\Delta S_i}{S_i}, \frac{\Delta P_k}{P_k}\right) = 0, \quad (3)$$

де $\frac{\Delta S_i}{S_i}$ – відносна недопоставка i -го ресурсу;

$\frac{\Delta P_k}{P_k}$ – відносний недовипуск k -ї продукції.

У кожній точці функції (3) еластичність виробничого плану визначається відношенням

$$e_{ik} = \left(\frac{\Delta S_i}{S_i} \right) / \left(\frac{\Delta P_k}{P_k} \right). \quad (4)$$

Існування властивості еластичності залежить від інерційності плану. Наявність правил економічного маневрування та інерційність дають можливість управляти еластичністю виробничих планів. Недостатня забезпеченість окремим видом матеріальних ресурсів найбільш негативно впливає на кінцевий результат виконання плану, тому актуальним завданням є визначення меж допустимого управління матеріальними потоками за умов невизначеності логістичних параметрів.

Потенційна ймовірність виконання запланованих показників називається надійністю виробничого плану. Якщо недовипуск продукції пов'язаний з недостатньою забезпеченістю матеріальними ресурсами, то надійність плану з випуску k -ї продукції можна визначити за формулою

$$H_k = 1 - \frac{\Delta \bar{S}^*}{S^* e_k}, \quad (5)$$

де $\Delta \bar{S}^*$ – математичне сподівання недопоставки окремого ресурсу S^* ;

e_k^* – середній у межах ΔS коефіцієнт еластичності для випуску k -ї продукції.

Використовуючи оцінку еластичності плану за певним видом ресурсу, можна визначити математичне сподівання недоотриманого доходу

$$\Delta \bar{P}_k = \sum_{h=0}^H q^h \Delta P_k^h, \quad (6)$$

де q^h – ймовірність недопоставки певної кількості окремого ресурсу;

ΔP_k^h – недоотриманий дохід від реалізації k -ї продукції, який відповідає недопоставці ресурсу обсягом ΔS_i^h .

Таким чином, оцінка надійності виробничого плану з випуску продукції залежить від усіх факторів, які впливають на еластичність, а також від імовірностей недопоставок певної кількості окремих видів матеріальних ресурсів, розподіл котрих у ситуації невизначеності невідомий.

Дослідження основних функціональних характеристик плану (маневреність, еластичність, надійність) показало, що вони суттєво залежать від структури і складових елементів плану. Увесь комплекс функціональних і структурних характеристик може бути використаний для побудови моделі оцінювання надійності виробничих планів з урахуванням невизначеності логістичних параметрів. Отримані оцінки використовуються для забезпечення оптимального планування обсягів виробництва заданої номенклатури продукції з урахуванням усієї множини способів функціонування й об'єктів з метою забезпечення стабілізації вихідних характеристик ефективності машинобудівного підприємства.

Апробацію запропонованої моделі було здійснено на одному з машинобудівних підприємств м. Полтави. Виробничий план на місяць одного з підрозділів підприємства передбачає випуску 4-х видів продукції з використанням 8-ми видів матеріальних ресурсів за заданими цінами на суму 3523,13 тис. грн (табл. 1).

Таблиця 1. Базовий виробничий план

Продукція	План виробництва, шт	Норми витрат ресурсів на виробництво одиниці продукції								Ціна одиниці, грн	Дохід, тис. грн
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8		
K1	7000	0,51	0,29	0,14	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	81,16	568,120
K2	2000	2,14	0,20	0,00	0,00	0,20	0,66	0,00	0,00	243,70	487,400
K3	6010	0,00	1,63	0,50	0,00	0,00	0,00	0,01	0,18	290,95	1748,610
K4	5000	0,00	0,50	0,00	0,01	0,00	0,00	0,05	0,14	143,80	719,000
Витрати за планом, кг		7849,00	14745,73	3986,85	65,01	402,23	1310,68	685,81	1775,00	ВСЬОГО	3523,130

На першому етапі базовий виробничий план потрібно дослідити на еластичність за одним із матеріальних ресурсів. Оптимальні плани, які забезпечать максимальний дохід, визначаються засобами Microsoft Excel за умов відсутності певного і-го ресурсу (крім C2) . Результати розрахунків наведені в таблиці 2.

Таблиця 2. Оптимальні плани за відсутності і-го ресурсу

Базовий план	№ плана	1	3	4	5	6	7	8
		Продукція	C1=0	C3=0	C4=0	C5=0	C6=0	C7=0
7000	K1			2	7000	7000		7000
2000	K2		2000	2000			2000	2000
6010	K3	7968		7968	6010	6010		
5000	K4	2558	5000		5000	5000		
3523,130	ДОХІД	2690,013	1206,400	2805,852	3035,730	3035,730	487,400	1055,520

Аналіз отриманих даних показав, що за відсутності ресурсів C1 чи C4, існує можливість маневрування обсягами виробництва окремих видів продукції. Для цих двох ресурсів виконано імітаційне моделювання, яке відображає можливість недопоставки певної кількості ресурсу. Потім за формулою (4) визначається коефіцієнт еластичності плану для заданих обсягів поставки матеріальних ресурсів, а також апроксимуючі функції та коефіцієнти детермінації.

Графіки еластичності виробничого плану за ресурсами C1 і C4 у процентному співвідношенні зображено на рисунках 1 та 2 разом з апроксимуючими функціями та коефіцієнтами детермінації. Полога форма цих залежностей на початку діапазону свідчить про сприятливу характеристику якості плану за еластичністю.

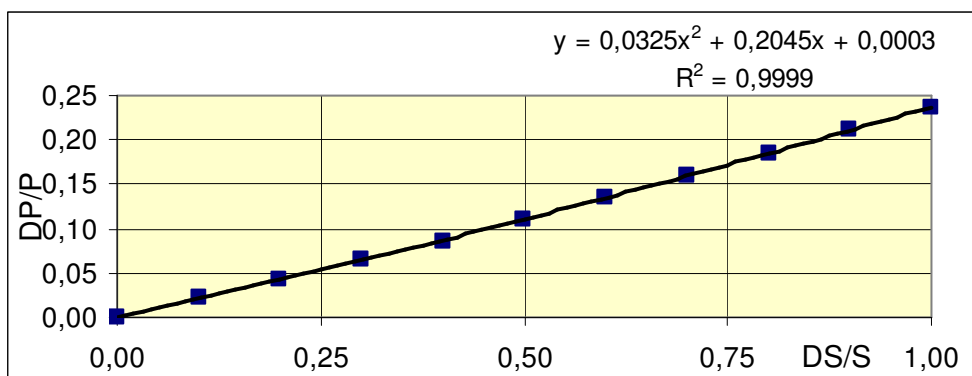


Рис. 1. Коефіцієнт ϵ_{ik} у процентному співвідношенні за ресурсом C1

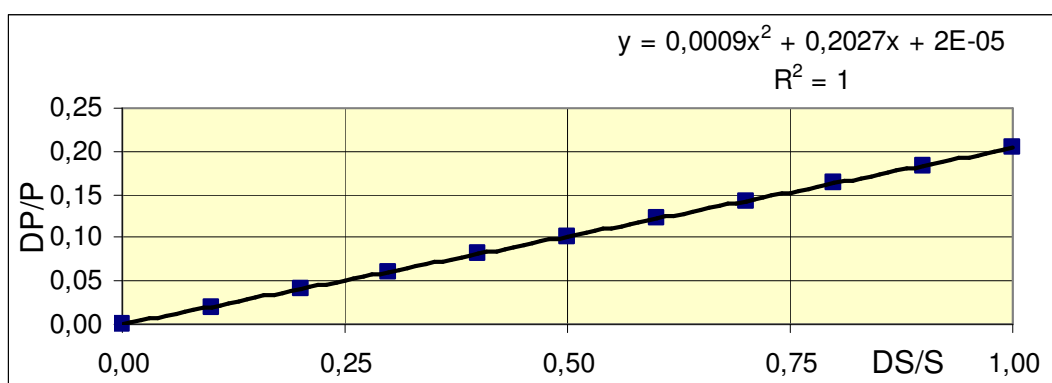


Рис. 2. Коефіцієнт e_{ik} у процентному співвідношенні за ресурсом С4

На другому етапі виконується оцінювання надійності виробничого плану. За умов невизначеності логістичних параметрів, коли невідомий розподіл імовірності недопоставок ресурсів, за відомими початковим і кінцевим значенням шляхом інтерполяції визначаються ймовірності для всіх можливих значень недопоставок ресурсу. Потім недоотриманий дохід визначається за апроксимуючими функціями графіків еластичності (рис. 1 і 2), а очікуваний недоотриманий дохід обчислюється як добуток імовірності недопоставки на недоотриманий дохід. Після знаходження математичного сподівання недоотриманого доходу за формулою (6) розраховується оцінка надійності виробничого плану як різниця одиниці та отриманого значення. Одержані результати наведені в таблицях 3 і 4.

Таблиця 3. Надійність плану від недопоставки ресурсу С1

Обсяг недопоставки С1, кг	500,0	450,0	400,0	350,0	300,0	250,0	200,0	150,0	100,0	50,0	0,0	Сума
Імовірність недопоставки	0,000	0,001	0,003	0,006	0,008	0,011	0,014	0,016	0,019	0,022	0,900	1,000
Недоотриманий дохід	0,0135	0,0121	0,0108	0,0095	0,0082	0,0068	0,0055	0,0042	0,0029	0,0016	0,0003	
Очікуваний недоотриманий дохід	0	8E-06	4E-05	6E-05	7E-05	8E-05	8E-05	7E-05	6E-05	3E-05	3E-04	7E-04
Надійність плану	0,9993											

Таблиця 4. Надійність плану від недопоставки ресурсу С4

Обсяг недопоставки С4, кг	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0,0	Сума
Імовірність недопоставки	0,000	0,001	0,003	0,006	0,008	0,011	0,014	0,016	0,019	0,022	0,900	1,0
Недоотриманий дохід	0,0156	0,0141	0,0125	0,0109	0,0094	0,0078	0,0063	0,0047	0,0031	0,0016	0,0000	
Очікуваний недоотриманий дохід	0	9E-06	4E-05	6E-05	8E-05	9E-05	9E-05	8E-05	6E-05	3E-05	2E-05	6E-04
Надійність плану	0,9994											

Висновки. Отримані оцінки можуть бути використані для обґрунтування управлінського рішення щодо корегування обсягів виробництва заданої номенклатури продукції на майбутній короткотерміновий період. Запропонована економіко-математична модель надасть можливість удосконалити систему планування обсягів виробництва продукції машинобудівних підприємств для стабілізації вихідних характеристик ефективності (забезпечення певного рівня доходу) за умов невизначеності логістичних параметрів.

Таким чином, це створить умови для поліпшення якості управління, забезпечення стабільності фінансового стану та підвищить конкурентоспроможність машинобудівних підприємств при збільшенні рівня невизначеності динамічного ринкового середовища.

Література

1. *Экономико-математические методы и прикладные модели / В.В. Федосеев, А.Н. Гармаш, Д.М. Даитбегов и др. – М.: ЮНИТИ, 1999. – 391 с.*
2. *Кігель В.Р. Математичні методи ринкової економіки / В.Р. Кігель. – К.: Кондор, 2003. – 158 с.*
3. *Мур Д. Экономическое моделирование в Microsoft Excel / Д. Мур, Л. Уэдерфорд. – 6-е изд.; пер. с англ. – М.: Вильямс, 2004. – 1024 с.*
4. *Полякова О.Ю. Моделирование системных характеристик экономики / О.Ю. Полякова, А.В. Милов. – Х.: ИНЖЭК, 2004. – 296 с.*
5. *Янковий О.Г. Вдосконалення планування на підприємстві за допомогою математико-статистичних методів прогнозування / О.Г. Янковий, О.Л. Гура // Актуальні проблеми економіки. – 2009. – № 1. – С. 229 – 238.*
6. *Подольчак Н.Ю. Планування економічних ризиків машинобудівних підприємств / Н.Ю. Подольчак, О.Р. Беднарська // Актуальні проблеми економіки. – 2011. – № 8. – С. 219 – 229.*
7. *Вартанян В.М. Моделювання економічної стійкості підприємства машинобудівного комплексу / В.М. Вартанян, Д.С. Ревенко, В.О. Либа // Актуальні проблеми економіки. – 2014. – № 6. – С. 437 – 443.*
8. *Кулик Ю.М. Методика оцінки надійності логістичних систем машинобудівних підприємств / Ю.М. Кулик // Економіка та управління підприємствами машинобудівної галузі: проблеми теорії та практики. – 2014. – №1. – С. 93 – 102.*

Надійшла до редакції 9.12.2014

© Ю.А. Харченко