

Пістунов І. М.,
Цуркан І. І.

ФОРМУВАННЯ ПОРТФЕЛЮ ЗАМОВЛЕНЬ МАШИНОБУДІВНОГО ПІДПРИЄМСТВА З МЕТОЮ ЗМЕНШЕННЯ РИЗИКУ УПУЩЕНОЇ ВИГОДИ

Використання попередніх результатів роботи машинобудівного підприємства дозволило визначити рівень допустимого навантаження на кожен робочий день. За цими даними створена модель прогнозу прибутку та оптимізаційна модель найкращого вибору з існуючого переліку замовлень. Для вирішення такої задачі були використані методи кластеризації, побудови роздільних функцій та регресійний аналіз.

Ключові слова: машинобудівне підприємство, питома навантаження на робочий день, оптимізація вибору замовлень.

1. Вступ

Портфель замовлень машинобудівного підприємства складається з наперед невизначених об'єктів, для виготовлення яких потрібно постійно вести облік не тільки доходів за рахунок авансових надходжень та платежів по завершенню роботи. Слід враховувати й постійні затрати на придбання і складські затрати, що змінюються в протилежному напрямку.

Необхідно щомісячно чи щорічно розраховувати середній обсяг замовлень. Особливе значення має виділення частини дрібних замовлень, оскільки їх кількість може вплинути на неможливість виконувати замовлення більшого обсягу.

Окрему проблему складають випадки, коли на підприємство надходять замовлення одразу від декількох клієнтів, а потужності виробництва не дозволяють прийняти одразу всі замовлення. Але і в цих випадках достатньо складно визначити, які ж замовлення будуть більш вигідними, дадуть більший прибуток.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Огляд сучасних робіт з управління діяльністю машинобудівних підприємств показує, що автори [1–7] з дев'яностих років визначають проблеми виконання замовлень як процес, коли замовлення вже прийняте.

Так, в [1] значну увагу приділяється методам підбору матеріалів для виготовлення насосів, їх порівнянню та проблемам контролю з боку керівництва над їх виготовленням. Відсутнє рішення проблем з вибору замовлень при обмеженій потужності виробництва.

В роботах [2, 3] автори найбільшу увагу звертають на менеджмент виробництва, що не відповідає проблемі оптимального вибору замовлень.

В [5] говориться про те, що традиційні виробничі системи вже не в змозі задовольнити нові вимоги, присутні на глобальних ринках, що призводить до необхідності для автоматизованих виробництв з виробничих систем

високої продуктивності. Наводяться інноваційні методи і підходи, досягнення в галузі управління операціями, з особливим акцентом на теми, пов'язані з дизайном макету для виготовлення машин. Обговорюються проблеми розташування ресурсів, що використовуються в серійному виробництві і забезпечують технологічні, організаційні та соціальні аспекти виробничих систем.

Аналогічні проблеми розглядаються в роботах [6, 7]. Але нічого не говориться про проблеми вибору замовлень.

В роботах по інвестуванню [8, 9] проблеми машинобудівних підприємств бачаться авторами тільки як проблеми невчасного або неякісного виконання замовлень і ризиками, що виникають внаслідок цього. Але ризики недоотримання прибутку не розглядаються взагалі. Отже, проблема формування портфелю замовлень для машинобудівного підприємства з урахуванням обмежень по виробничим потужностям не розглядається. А вирішення такої задачі зменшить ризик недоотримання прибутку.

3. Об'єкт, ціль та задачі дослідження

Об'єктом дослідження є портфель замовлень машинобудівного підприємства.

Ціль дослідження — розробка методів формування портфелю замовлень таким чином, щоб ризик недоотримання прибутку був мінімальним.

Задачами дослідження є вивчення економічної структури замовлення на машинобудівному підприємстві, виділення серед економічних показників таких, що найбільше впливають на прибуток, створення універсального показника завантаженості підприємства, розробка економіко-математичної моделі оптимізації формування портфелю замовлень.

4. Початкові дані замовлень машинобудівного підприємства та використані програмні засоби

Були взяті дані за 2014 рік машинобудівного підприємства ТОВ «Дніпромашкомплект», що виготовляє

нестандартні металокопункції. Розмір вибірки – 100 замовлень. Чисельні значення фінансових показників бралися в одиницях гривень.

Аналіз даних про виконані підприємством замовлення проводився методами математичної статистики [10] із застосуванням окремих функцій електронних таблиць Microsoft Excel, таких як НОРМРАСП, ХИ2РАСП, СТЬЮДРАСП, СРЗНАЧ, СТАНДОТКЛОН, НОРМСТОБР, СУММПРОИЗВ, КОРЕЛ та підпрограми РЕГРЕСІЯ й ПОШУК РІШЕННЯ.

Кластерний аналіз даних виконувався у програмі для статистичного спостереження STATISTICA 12. Для визначення міри відстаней використовувалися метрики Евкліда, Чебишева, кварталів Махаланобіса [11].

Для побудови критерію завантаженості підприємства використовувався підхід для визначення ризику в електронній комерції [12].

5. Побудова моделі формування оптимального портфелю замовлень

Кореляційний аналіз впливу економічних факторів на прибуток показав, що найбільш впливовими є наступні (з у казанням їх умовних позначень): x_1 – номер клієнта; x_2 – термін виготовлення замовлення; x_3 – вартість матеріалів; x_4 – основна частина заробітної платні; x_5 – загальновиробничі витрати; x_6 – витрати на утримання та експлуатацію обладнання; x_7 – адміністративні витрати; x_8 – витрати на збут.

Наступним етапом було розбиття всіх замовлень на групи (кластери).

Було обрано мінімальну та максимальну кількість кластерів 4 та 8 відповідно.

Система запропонувала 6 кластерів як оптимальний варіант, отже діапазон для кількості кластерів було обрано правильно. Помилка кластеризації становить 12,4 % для метрики відстаней Чебишева. Для кластеризації такого типу розмір помилки менше 20 % являється прийнятним. Інші метрики відстаней давали більшу помилку. Результат розбиття наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Перелік замовлень кожного кластеру

Номер кластеру	Номер замовлення
1	1; 2; 3
2	7; 15; 17; 20
3	32; 33; 34; 35; 36; 37; 38; 39; 40; 41; 42; 43; 44; 45; 46; 47; 48; 49; 50; 51; 52; 53; 54; 55; 56; 57; 58; 59; 60; 61; 62; 63; 81
4	64; 65; 66; 67; 68; 82; 83; 84; 85; 86; 87; 88; 89; 90; 91; 92; 93; 94; 95; 96; 97; 98; 99; 100
5	4; 5; 8; 9; 10; 11; 12; 13; 14; 16; 18; 19; 21; 22; 23; 24; 25; 26; 27; 28; 29; 30; 31; 69; 70; 71; 72; 73; 74; 75; 76; 77; 78; 79; 80
6	6

Отримані розділені на кластери та впорядковані дані було застосовано для створення роздільних функцій.

Для побудови лінійних роздільних функцій використовувався наступний алгоритм:

1) створювався стовбець додаткової змінної, яка була названа функцією розділення кластерів (Y^*);

2) при розрахунках лінійної регресії для i -ого кластеру значенням Y^* було присвоєно число 1000 тільки для даних цього кластеру;

3) для інших кластерів $Y^* = 0$;

4) після цього будувалися лінійні регресійні залежності Y^* від вхідних факторів;

5) повторюємо попередню процедуру для всіх кластерів, отримуючи таким чином 5 залежностей. Для шостого кластеру залежність не будувалася, оскільки в нього попало тільки одне замовлення;

6) перевірка якості розділення кластерів для цих функцій виконується за таблицею розрахованих значень Y^* . Якщо для відповідного кластеру значення Y^* перевищує значення Y^* для інших кластерів, то функція є прийнятною (табл. 2).

Таблиця 2

Підтвердження прийнятності лінійної роздільної функції для кожного кластеру

Номер кластеру	Номер замовлення	Y^* для кластеру № 1	Y^* для кластеру № 2	Y^* для кластеру № 3	Y^* для кластеру № 4	Y^* для кластеру № 5
1	3	890,3954	-53,2401	282,8866	-147,406	-10,8396
2	20	139,4859	880,2594	68,96827	34,76883	-106,417
3	58	180,68	165,833	506,0179	444,4269	-277,389
4	90	60,85858	70,00354	308,1937	745,0481	-321,149
5	19	-132,905	49,78457	329,6397	-126,913	864,6362

Такий вигляд мають рівняння лінійних роздільних функцій для кожного кластеру. Для скорочення об'ємів формул, подано тільки 3–4 значущих цифри коефіцієнтів.

$$Y_1^* = -149,56 - 7,09x_1 + 8,56x_2 - 0,001077x_3 - 0,0678x_4 + 0,035x_5 + 0,029x_6 + 0,1074x_7 - 0,313x_8, \quad (1)$$

$$Y_2^* = 95,523 - 1,137x_1 - 4,696x_2 + 0,00252x_3 + 0,0484x_4 + 0,0394x_5 + 0,094x_6 + 0,00888x_7 - 0,2997x_8, \quad (2)$$

$$Y_3^* = -47,52 + 23,9x_1 + 7,869x_2 - 0,000563x_3 - 0,05689x_4 + 0,2112x_5 - 0,2197x_6 + 0,0844x_7 - 0,08234x_8, \quad (3)$$

$$Y_4^* = -348,6 + 77,97x_1 - 0,713x_2 + 0,0004503x_3 + 0,02874x_4 - 0,1732x_5 + 0,2762x_6 - 0,1238x_7 - 0,003074x_8, \quad (4)$$

$$Y_5^* = 143,9 - 94,9x_1 - 10,24x_2 - 0,0012593x_3 - 0,0796x_4 - 0,1225x_5 - 0,1637x_6 - 0,07752x_7 + 0,672x_8. \quad (5)$$

Для кожного кластера окремо побудована лінійна регресійна залежність 8 змінних факторів, зазначених вище, від прибутку, який було позначено як Y . Отримані п'ять регресійних моделей є прийнятними, оскільки показник якості апроксимації R^2 для кожної з них близький до одиниці, а стандартна помилка є порівняно малою. Таким чином, отримано функції залежності прибутку для кожного кластеру.

Для побудови показника питомого денного навантаження підприємства використано ті самі статистично значимі показники впливу на прибуток. Цей показник було визначено згідно факту, що підприємство працювало весь аналізований рік, в якому було 251 робочий день, без простоїв, з повним навантаженням:

$$Dlse = \frac{1}{251} \sum_{j=3}^{100} \frac{\sum_{i=1}^6 x_{ij}}{x_{2j}} \quad (6)$$

За розрахунками на 2014 рік цей показник становив:

$$Dlse_{2014} = 2956,17 \text{ грн./день.}$$

Тоді задачу оптимального формування портфелю замовлень машинобудівного підприємства можна поставити наступним чином. Забезпечити максимальний прибуток при виконання нових замовлень при умові, що денне навантаження не буде перевищувати розраховане за 2014 рік.

В цих вимогах економіко-математична модель матиме вигляд (7). В ній подано наступні умовні позначення, з урахування тих, що вже були подані: Z_l – допоміжний масив, що приймає значення 0 (якщо замовлення не приймається) або 1 (якщо замовлення приймається), $(1 \leq l \leq K_Z)$, K_Z – кількість замовлень, $Dlse_0$ – поточне питоме навантаження на підприємство за старими замовленнями, Ov_l – рівень перевищення інфляції поточного року над інфляцією 2014 року.

$$\left. \begin{aligned} \text{Прибуток} &= \sum_{l=1}^{K_Z} Z_l Y_l \rightarrow \max, \\ \text{При обмеженнях:} \\ Y_l &= Y_1 = -1950,1 + x_1 + x_2 + 0,08056x_3 + 0,7651x_4 + \\ &+ x_5 + x_6 + x_7 + x_8, \text{ якщо } Y_1^* \gg Y_2^* \& Y_3^* \& Y_4^* \& Y_5^*, \\ Y_l &= Y_2 = -1359,9 + x_1 + x_2 - 0,0689x_3 + 1,089x_4 + \\ &+ x_5 + x_6 + 3,11x_7 + x_8, \text{ якщо } Y_2^* \gg Y_1^* \& Y_3^* \& Y_4^* \& Y_5^*, \\ Y_l &= Y_3 = 955,99 - 42,94x_1 - 20,364x_2 + 0,0704x_3 + \\ &+ 0,3722x_4 + 1,695x_5 - 7,887x_6 + 1,9124x_7 + 1,0518x_8, \\ &\text{якщо } Y_3^* \gg Y_2^* \& Y_1^* \& Y_4^* \& Y_5^*, \\ Y_l &= Y_4 = -157,937 + 34,48x_1 - 16,898x_2 - 0,014864x_3 - \\ &- 0,4024x_4 + 1,6952x_5 + 0,8123x_6 + 2,903x_7 + 1,912x_8, \\ &\text{якщо } Y_4^* \gg Y_2^* \& Y_3^* \& Y_1^* \& Y_5^*, \\ Y_l &= Y_5 = 564,9 - 15,173x_1 - 25,74x_2 + 0,0802x_3 + \\ &+ 0,4141x_4 + 1,922x_5 - 2,3403x_6 + 1,3535x_7 - 1,5054x_8, \\ &\text{якщо } Y_5^* \gg Y_2^* \& Y_3^* \& Y_4^* \& Y_1^*, \\ \sum_{l=1}^{K_Z} \sum_{j=3}^6 \frac{x_{lj}}{x_{2j}} &\leq Dlse_{2014} - Dlse_0 Ov_l, Z_l \in [0,1]. \end{aligned} \right\} (7)$$

В цій моделі параметр Y_l розраховується за результатами апроксимації прибутку в залежності від того, до якого кластеру потребує нове замовлення.

6. Перевірка ефективності розробленої економіко-математичної моделі формування портфелю замовлень

Розроблена економіко-математична модель оптимізації портфелю замовлень відповідає одразу двом критеріям: максимізації прибутку, та мінімізації упущеної вигоди, оскільки забезпечує якнайщільніше заповнення кожного робочого дня.

Дуже зручним виявилось створення окремих кластерів, для яких визначалися залежності прибутку від собівартості продукції. Такий підхід забезпечив використання лінійних регресійних залежностей у варіанті кусочно лінійної апроксимації, що значно підвищує якість прогнозування прибутку.

Перевірка розробленої методики показана на прикладі (табл. 3), з якої видно, що із 14 замовлень, були відібрані тільки 5.

Таблиця 3

Результати розрахунку оптимального плану замовлень за (7)

Найменування замовника	ТОВ «MANGANESE»	ТОВ «Інкорпорація»	ТОВ «Інваріант»	ТОВ «ІКСМ ПРОТЕК»	ТОВ «Метком Інвест»	АТ (приватне) «ДЕМЗ»	ТОВ «СПЕЦВАТОН»	Трипільська ТЕС	УВ ТОВ та П «МАН»	ПАТ «ЗЕЗ»	ТОВ «ГРАНД ВІТАН»	ЛЛТ «Daniele»	ЛЛТ «Snamprogetti»	ТОВ «АЛЬТКОМ»
Z_l	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1

Простота алгоритму дозволила розробити програму на C++, яка виконує всі розрахунки автоматично, що дало збільшення загальноекономічної ефективності на підприємстві на 3 %.

7. Висновки

Розроблений критерій денного завантаження підприємства дозволив уніфікувати методику формування оптимального портфелю замовлень машинобудівного підприємства.

Використання кластеризації забезпечило отримання кусочно лінійної залежності прибутку від собівартості з високою якістю апроксимації.

Розроблена за алгоритмом програма автоматизує всі розрахунки, зменшує ймовірність помилок, прискорює процес прийняття рішень щодо вибору найвигідніших замовлень для підприємства.

Цю методику можна застосовувати і на підприємствах, які не мають виробництва, але здійснюють послуги, оскільки розроблений критерій Dsle можна вважати універсальним, бо він виражений в грошових одиницях і не включає в себе технологічні параметри виробництва.

Література

- Bloch, H. P. Practical Machinery Management for Process Plants [Text]. Volume 3: Machinery Component Maintenance and Repair / H. P. Bloch. – Elsevier BV, 2005. – P. 598. doi:10.1016/S1874-6942(05)80025-2
- Nevatia, R. Machine Perception [Text] / R. Nevatia. – Prentice-Hall, 1982. – 209 p.
- Litterman, B. Modern Investment Management: An Equilibrium Approach [Text]: Hardcover / Bob Litterman, Quantitative Resources Group. – Wiley, 2003. – 648 p.
- Noble, P. Process Plant Construction: A Handbook for Quality Management [Text] / P. Noble. – Wiley-Blackwell, 2009. – 228 p.

5. Bluemke, A. How to Invest in Structured Products: A Guide for Investors and Asset Managers [Text] / A. Bluemke. — Wiley, 2010. — 384 p.
6. Oakey, J. E. Power Plant Life Management and Performance Improvement [Text] / J. E. Oakey. — Woodhead Publishing Limited, 2011. — 684 p. doi:10.1533/9780857093806
7. Modrak, V. Operations Management Research and Cellular Manufacturing Systems: Innovative Methods and Approaches [Text] / V. Modrak, R. S. Pandian. — IGI Global Snippet, 2011. — 456 p. doi:10.4018/978-1-61350-047-7
8. Cooke, B. Management of Construction Projects [Text] / B. Cooke. — John Wiley & Sons, 2015. — 294 p.
9. Bodie, Z. Investments [Text] / Z. Bodie, A. Kane, A. J. Marcus. — McGraw-Hill, 2014. — 1080 p.
10. Пістунов, І. М. Кластерний аналіз в економіці [Електронний ресурс]: навч. посіб. / І. М. Пістунов, О. П. Антонюк, І. Ю. Турчанинова. — Д.: Національний гірничий університет, 2008. — 84 с. — Режим доступу: \www/URL: http://pistunovi.narod.ru/Ka.rar
11. Пістунов, І. М. Економічна кібернетика [Електронний ресурс]: навч. посіб. / І. М. Пістунов. — 2-ге вид., випр. й доп. — Д.: НГУ, 2014. — 215 с. — Режим доступу: \www/URL: http://pistunovi.narod.ru/E_K.pdf
12. Пістунов, І. М. Безпека електронної комерції [Електронний ресурс]: навч. посіб. / І. М. Пістунов, Є. В. Кочура. — Д.: НГУ, 2014. — 125 с. — Режим доступу: \www/URL: http://pistunovi.narod.ru/6_E_K.pdf

**ФОРМИРОВАНИЕ ПОРТФЕЛЯ ЗАКАЗОВ
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ С ЦЕЛЬЮ
УМЕНЬШЕНИЯ РИСКА УПУЩЕННОЙ ВЫГОДЫ**

Использование предварительных результатов работы машиностроительного предприятия позволило определить уровень

допустимой нагрузки на каждый рабочий день. По этим данным создана модель прогноза прибыли и оптимизационная модель лучшего выбора из существующего перечня заказов. Для решения такой задачи были использованы методы кластеризации, построения разделительных функций и регрессионный анализ.

Ключевые слова: машиностроительное предприятие, удельная нагрузка на рабочий день, оптимизация выбора заказов.

Пістунов Ігор Миколайович, доктор технічних наук, професор, кафедра економічної кібернетики, Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», Дніпропетровськ, Україна, e-mail: pistunovi@gmail.com.

Цуркан Інга Ігорівна, кафедра економічної кібернетики, Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», Дніпропетровськ, Україна, e-mail: qwert09@ukr.net.

Пістунов Игорь Николаевич, доктор технических наук, профессор, кафедра экономической кибернетики, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», Днепрпетровск, Украина.

Цуркан Инга Игоревна, кафедра экономической кибернетики, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», Днепрпетровск, Украина.

Pistunov Ihor, State Higher Educational Institution «National Mining University», Dnipropetrovsk, Ukraine, e-mail: pistunovi@gmail.com.

Tsurkan Inha, State Higher Educational Institution «National Mining University», Dnipropetrovsk, Ukraine, e-mail: qwert09@ukr.net

УДК 330.1.001.5:517.521
DOI: 10.15587/2312-8372.2015.47493

Газуда Л. М.

АНАЛІЗ НАУКОВИХ ПІДХОДІВ ДО ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕОРІЙ КОНВЕРГЕНЦІЇ

У статті здійснено аналіз та узагальнено науково-теоретичні підходи до дослідження теорій конвергенції. Окреслено доцільність актуалізації процесу поступового зближення територіальних економічних систем, що мають диференційні особливості розвитку. Обґрунтовано необхідність розроблення перспективної концепції розвитку сільських прикордонних територій, реалізація якої сприятиме забезпеченню збалансованого розвитку на основі врахування соціально-економічних, природних та екологічних особливостей території.

Ключові слова: науково-теоретичні підходи, теорії конвергенції, територіальні економічні системи, сільські прикордонні території.

1. Вступ

У сучасних умовах функціонування економіки, що супроводжуються поглибленням трансформаційних та ринкових реформ актуалізуються питання забезпечення інтеграційних та конвергенційних процесів різних територіальних економічних систем як передумови забезпечення національної безпеки та стійкого економічного зростання країни в цілому. Лише інтеграційний та конвергенційний розвиток територіальних економічних систем, в тому числі і сільських прикордонних територій зможе забезпечити ефективне використання потенціалу відмічених територій (природно-ресурсного, науково-технічного, трудового, виробничого та ін.), переваг

спеціалізації територій, і в підсумку — сприятиме їх соціально-економічному зростанню. Нині спостерігається імперативний характер територіальних, природних, географічних, трудових та інших чинників розвитку сільських прикордонних територій, що вказує на значну внутрішню асиметрію їх виникнення та наслідків впливу на економіку територій в цілому.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Комплексним дослідженням неокласичних теорій конвергентного розвитку присвячені наукові праці А. Сміта [1], Д. Рікардо [2], Е. Хекшера [3], Б. Оліна [4],