

Кузьмічов А.І.

к.т.н., доцент, зав. кафедри вищої математики та ЕММ АМУ;

Кудрицька Ж.В.

к.е.н., доцент кафедри обліку і аудиту АМУ;

Шмирко Т.П.

Європейський університет;

Шмирко Я.В.

Вінницький національний технічний університет

УПРАВЛІНСЬКЕ РІШЕННЯ «ЗРОБИТИ ЧИ КУПИТИ»: ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ ТА РЕЛІЗАЦІЯ В EXCEL

Запропонована практично-орієнтована технологія табличного моделювання задачі прийняття оптимального рішення «зробити чи купити» на платформі доступного й ефективного операційного середовища – табличного процесора Excel.

Предложена практико-ориентированная технология табличного моделирования задачи принятия оптимального решения «сделать или купить» на платформе доступной и эффективной операционной среды - табличного процессора Excel.

Practical-oriented technology spreadsheet modeling of the optimal solution "the make or buy" problem with available and effective operating Excel environment is proposed.

Постановка проблеми. В управлінській діяльності існує не більше десятка фундаментальних рішень, одне з них – «зробити чи купити» (the make or buy, insourcing vs. outsourcing⁴), щоб мінімізувати загальні витрати, – присутнє будь-де й будь-коли, починаючи із щоденних побутових міркувань аж до прийняття рішень щодо щорічних бюджетів чи рішень стратегічного значення на довготривалу перспективу (типу визначення державної оборонної доктрини) [5].

На запит «Make or buy» Google повертає колосальну кількість відгуків – майже 2,6 млрд., що свідчить про надзвичайну актуальність цього рішення та технології його реалізації та впровадження.

У вітчизняній економіці рішення «зробити чи купити» стало можливим й актуальним при формуванні й функціонуванні відкритих й інтегрованих бізнес-відношень, коли в умовах жорсткої конкурентної боротьби й насиченого товарного та сервісного ринку виробник продукції чи послуг як гравець в інтелектуальній грі має визначати для себе

⁴ багато наших програмістів працюють в режимі інтернет-аутсорсинга, виконуючи замовлення крупних софтверних компаній з розробки чи модифікації модулів новітніх чи діючих програмних продуктів, добре обом сторонам за витратним підходом: компанії не відволікаються на здійснення неосновних функцій, концентруючись на кінцевій меті, не витрачаються на високі, у порівнянні, зарплати й допоміжні витрати працівникам; програмісти живуть і працюють вдома, не витрачаючись на поїздки, отримують пристойну зарплату, підвищують свою кваліфікацію, займаючись достойною роботою. Аналогічним чином здійснюються різноманітні інтернет-послуги: освіта, торгівля, комунікації тощо, де, скажімо, навчальному закладу краще виробляти й вдосконалювати основну (освітню) функцію власними зусиллями й ресурсами, а якісне програмне забезпечення краще закупити й оновлювати силами його розробників

оптимальні «ходи» у вигляді раціональних комбінацій двох дій – «що й скільки зробити» та «що й скільки купити» – на виклики активного (буває й агресивного) й надзвичайно динамічного оточуючого середовища. Бо саме у цьому середовищі визначається потенційний попит на продукцію виробника, який, у свою чергу, пропонує власні пропозиції, що базуються на: наявних активах, ресурсному забезпеченні, наявності оригінальних наукових чи експериментальних доробок (know-how), географічному положенні, властивостях ринку, політиці конкурентів, рівні технологічного розвитку, національних і культурних традиціях споживачів, й навіть на внутрішній соціально-економічній чи міжнародній політичній ситуації тощо.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Реакцією на такий виклик практики щодо рішення «зробити чи купити» є потужний розвиток інтегрованих наукових напрямів, де певна й досить чітко окреслена предметна область (скажімо, бухгалтерський облік чи фінанси підприємства) застосовує інструменти й технології суміжних дисциплін й новітніх технологій. Два яскравих приклади – новітні дисципліни «управлінський облік» та «фінансовий менеджмент», де кожна має різні корені, власну історію, науковий апарат, досвід практичного застосування й видимі перспективи, і де, зокрема, рішення «зробити чи купити» достойно представлено й зреалізовано економіко-математичними методами й комп'ютерними засобами [1, 2]. Додатково сформувалися спеціальні дисципліни типу «Методи і моделі прийняття рішень у бухобліку», де наголос робиться на технології модельного дослідження фінансово-облікових процесів із застосуванням засобів, які мають заслужену славу на шляху розв'язання широкого спектру оптимізаційних задач операційного менеджменту [6].

У сфері організації виробництва та сервісу рішення «зробити чи купити» приймають на стадії формування нової справи на будь-якому рівні, чим вищим є рівень, тим ефективнішим є кінцевий результат, це: проектування нових виробів чи послуг, розміщення потужностей, створення комунікацій тощо, це ланцюговий й багатоетапний процес прийняття рішення, бо рішення «зробити чи купити» приймається й на наступних ланках дерева рішень [7].

Ясно, що формування й наступна реалізація рішення «зробити чи купити» має здійснюватися на платформі оптимізаційних економіко-математичних моделей та комп'ютерної реалізації відповідних моделей й врахуванням серйозних розмірів реальних задач, складних функціональних залежностей між величинами моделей й необхідності оперативного отримання результатів моделювання для формування управлінського рішення. Це – предмет цієї роботи.

Мета статті. Метою цього дослідження є демонстрація універсальної й ефективною інформаційної технології табличного моделювання в Excel (spreadsheet modeling) практичних задач прийняття

зважених й обґрунтованих управлінських рішень на конкретному прикладі – рішенні «зробити чи купити».

Виклад основного матеріалу. З [5] відомо, що процес моделювання складається із 4-ох основних етапів:

- *постановка задачі*, це перший й найважливіший етап, що забезпечує правильний розв'язок управлінської задачі, рекомендується участь осіб, що мають приймати рішення на основі модельних досліджень;
- *побудова моделі*, це: визначення цілі, початкових даних, шуканих невідомих, їх типів, зв'язків між ними та граничних значень, кінцевий результат, який буде використаний для формування рішення;
- *перевірка на достовірність* – відповідність моделі реальному процесу, корисність результату для прийняття рішення, для цього можна провести модельне дослідження на даних попереднього часового періоду;
- *застосування й оновлення моделі*, вважається, що модель якісно відповідає реальному процесу, коли вона «працює»: прийнята в експлуатацію, зрозуміла керівництвом й корисна для компанії, важливо, що вона допускає її вдосконалення й модифікацію для врахування нових умов зовнішнього оточення, це: поява нових споживачів чи постачальників, використання нових виробничих технологій, зміни цінової політики тощо.

Таким чином, в ході дослідження необхідно підготувати до прийняття відповідне управлінське рішення на прикладі розв'язання оптимізаційної задачі «зробити чи купити» за допомогою обчислювального інструменту, яким є спеціальна програма-надбудова *Поиск решения* (Excel Solver) у складі популярного табличного процесора Excel – лідер серед інструментальних засобів оптимізаційного та імітаційного моделювання у світовій бізнес-освіті й застосовується у навчальному процесі багатьох ВНЗ України, зокрема, в АМУ [3, 4].

Дослідне підприємство має запаси m ($m = 4$) видів ресурсів, які використовуються для виготовлення замовлених n ($n = 8$) видів продукції (виробів). Якщо ресурсів у підприємства достатньо для задоволення замовлення, що на практиці малоймовірно, воно власними зусиллями виконує усю роботу, якщо ж ні, тоді певні вироби змушено купувати у сторонніх k ($k = 3$) постачальників за відповідними цінами, кінцева мета – мінімізувати загальні витрати коштів на задоволення замовлення, які складаються з двох частин: внутрішні (на виготовлення) та зовнішні (на купівлю).

Маємо наступні задані параметри:

для підприємства:

- замовлення на виготовлення готової продукції;
- запаси ресурсів;
- норми питомих витрат ресурсів на виготовлення одиниці готової продукції;

▪ питомі витрати коштів на виготовлення одиниці готової продукції;

для k партнерів:

- вартість (ціна) одного виробу;
- пропозиція (квота).

Маємо наступні початкові дані:

Зробити (для підприємства)

- замовлення (S);
- матриця питомих витрат ресурсів R (розміром 4×8);
- запаси ресурсів (Z);
- питомі витрати коштів (C).

Купити (для 3-х партнерів)

- вартість (матриця V розміром 3×8);
- пропозиції (матриця P розміром 3×8).

За допомогою математичної моделі необхідно здійснити наступні кроки:

I. Знайти вектор «зробити» $X = (x_1, \dots, x_8)$, де x_j – кількість виготовленої продукції j -го типу, $j = \overline{1,8}$ та

матрицю «купити» $Y = \begin{pmatrix} y_{11} & \dots & y_{18} \\ \dots & y_{ij} & \dots \\ y_{31} & \dots & y_{38} \end{pmatrix}$, де y_{ij} – кількість купленої у i -го

постачальника ($i = \overline{1,3}$) продукції j -го типу, щоб

II. ЦФ: знайти загальні витрати грошових коштів за умови їх мінімізації

$$G = CX + VY = \sum_{j=1}^8 c_j x_j + \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^8 v_{ij} y_{ij} \rightarrow \min$$

III. Врахувати існуючі обмеження:

- по запасам ресурсів: $\sum_{j=1}^8 r_{ij} x_j \leq z_i, i = \overline{1,3}$ (використано \leq запас)
- по замовленнях: $x_j + \sum_{i=1}^3 y_{ij} = s_j, j = \overline{1,8}$ (зробили + купили = замовлено)
- по пропозиціях партнерів: $y_{ij} \leq p_{ij}$ (купівля \leq квота) та граничних умов: усі x_j та $y_{ij} \geq 0$.

Надалі опишемо комп'ютерну реалізацію математичної моделі.

Початкові дані

Складова «зробити»:

Замовлення	12	5	8	45	20	10	4	2	Запас
Ресурс -1	0,1	1,2	2,1	0,3	0,6	1,1	5,1	2,8	80
Ресурс -2	2,9	3,9	3,4	5	3,7	5,5	9,5	12,2	120
Ресурс -3	3,3	2,3	8,9	10,2	5,4	8,4	9,1	0,02	75
Ресурс -4	0,9	0,2	1,2	1,5	2,4	6,2	3,2	3,9	25
Витрати	23	14	78	24	60	40	10	25	

Складова «купити»:

Варт-1	21	18	80	30	64	50	12	28
Варт-2	25	16	79	35	70	48	14	24
Варт-3	29	20	100	40	78	49	19	29
Проп-1	1	4	3	5	10	3	1	6
Проп-2	5	2	2	10	50	5	2	1
Проп-3	10	2	8	50	100	20	8	5

Пр. розв'язанні отримуємо результат:

Зробити:

План (X)	0	5,0	0	3,79	0	2,95	0	0	
Витрати	0,0	70,0	0,0	91,0	0,0	118,1	0,0	0,0	279,17
Н-варт.	4,2	0,0	4,2	0,0	0,2	0,0	4,5	3,4	

Купити:

План (Y)									
Пост-1	12	0	0	41,21	20,00	0	4,0	0	2816,20
Пост-2	0	0	8,0	0	0	7,05	0	2,0	1018,25
Пост-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Всього куп.	12	0	8	41,2	20	7,05	4	2	3834,44
Н-вартості									
Пост-1	0,0	2,7	1,0	0,0	0,0	2,0	0,0	4,0	
Пост-2	4,0	0,7	0,0	5,0	6,0	0,0	2,0	0,0	
Пост-3	8,0	4,7	21,0	10,0	14,0	1,0	7,0	5,0	
Разом:	12	5	8	45	20	10	4	2	4113,61
Т-ціна (замовл.)	21,0	15,3	79,0	30,0	64,0	48,0	12,0	24,0	

Проведемо аналіз отриманого результату

При прямій задачі знайдено два плани: випуску (X) та купівлі (Y), відповідні витрати: 279,17 та 3834,44, їх сума: 4113,61 гр. од. (ЦФ).

Замовлення задовольняється:

1 замовлення – підприємством (2-ге, 5 од.),

5 замовлень – купівлею (1-ше, 12 од., 3-тє, 8 од., 5-те, 20 од., 7-ме, 4 од., 8-ме, 2 од.) та

2 замовлення – спільно (4-те, 3,8 + 41,2 од., 6-те, 2,95 + 7,05 од.)

Також визначено витрати ресурсів та їх залишки, ясно, що виробнича програма обмежується дефіцитом 3-го та 4-го ресурсів – збільшення їх запасів приведе до зменшення загальних витрат.

Запас	Витрачено	Залишки
80	10,4	69,6
120	54,7	65,3
75	75,0	0,0
25	25,0	0,0

При двоїстій задачі:

Нормовані вартості стосуються шуканих невідомих (X, Y), це додатні числа, що вказують на збільшення загальних витрат (ЦФ) з-за змушеного відхилення від оптимального плану щодо випуску чи купівлі одиниці продукту.

Так, вимушене виготовлення⁵ одиниці 1-го чи 3-го продукту збільшить ЦФ на 4,2 гр. од., а вимушена купівля 1-го продукту у 3-го постачальника приведене до збільшення ЦФ на 8 гр. од., а 3-го – на 21 гр. од.

Запас	Витрачено	Залишки	Т-ціна	Доп. зб.
80	10,4	69,6	0	1E+30
120	54,7	65,3	0	1E+30
75	75,0	0,0	-0,50	99,7
25	25,0	0,0	-0,62	22,9

Тіньові ціни вказують оцінюють ресурсні обмеження та замовлення.

Для ресурсів це від'ємні числа, що вказують на зменшення значення ЦФ при збільшенні запасу на 1 (-0,5 та -0,62), структура плану залишиться незмінною, якщо запаси збільшити на 99,7 та 22,9 од. відповідно.

Т-ціна	Доп. зб.
0,00	1E+30
0,00	1E+30
-0,86	0,18
-0,13	7,36

Збільшивши запас 4-го ресурсу на 23 од. ($25 + 23 = 48$) зменшимо значення ЦФ на приблизно $-0,62 * 23 \approx 14$ гр. од. (4099,51 гр. од.), будуть отримані нові оцінки ресурсних запасів, де «цінність» 4-го ресурсу зменшується (замість 0,62 буде 0,13). Якщо тепер збільшити цей запас ще на 8 од. й довести його до 56 од, буде отримано новий план з ЦФ $\approx 4098,6$ гр. од., де 4-ий ресурс вже недефіцитний, а «цінність» 3-го ресурсу та величина допустимого збільшення – на рівні 1.

Наступні збільшення запасів приведуть до зміни структури ресурсного забезпечення, їх оцінок та планів X та Y , отже, шанс до зменшення ЦФ за рахунок збільшення запасів ресурсів залишається.

Для замовлення – це додатні числа, що вказують на збільшення загальних витрат при збільшенні замовлення на 1. Найбільш витратним виявилось 3-тє замовлення (79 гр. од.):

Разом:	12	5	8	45	20	10	4	2	4113,61	ЦФ
Т-ціна (замовл.)	21,0	15,3	79,0	30,0	64,0	48,0	12,0	24,0		

Здійснюємо модифікацію моделі для врахування зовнішніх умов.

Умова 1.

Предмети замовлення неподільні, дії: увести обмеження на дві групи невідомих – цілого типу, результат (пряма задача).

⁵ це – вольове рішення про спеціальне замовлення (special order decision), коли необхідно здійснити разовий випуск чи купівлю продукції за ціною, нижчою за звичайну ціну чи собівартість, наприклад, для реалізації соціальної програми чи за умови нерозповсюдження секретної інформації

План X

у цілих числах:

План (X)	0	2	0	4	0	3	0	0
----------	---	---	---	---	---	---	---	---

у дійсних числах:

План (X)	0	5,0	0	3,79	0	2,95	0	0
----------	---	-----	---	------	---	------	---	---

З порівняння двох планів ще раз можна впевнитися щодо хибності округлення результату у дійсних числах.

План Y у цілих числах:

План (Y)								
Пост-1	12	0	0	41	20	0	4	0
Пост-2	0	3	8	0	0	7	0	2
Пост-3	0	0	0	0	0	0	0	0

ЦФ = 4118 гр. од.

Умова 2.

Прийнято рішення – якщо купувати, то лише у 2-го постачальника, дії: у рядку Разом змінити формулу суми на: План (X) + План (Y), пост-2, результат:

План (X)	0	0	0	2,7	8,7	0	0	0	
Витрати	0,0	0,0	0,0	65,9	522,0	0,0	0,0	0,0	587,91
Н-варт.	4,2	0,0	4,2	0,0	0,2	0,0	4,5	3,4	
План (Y)									
Пост-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Пост-2	12,0	5,0	8,0	42,3	11,3	10	4	2	3865,87
Пост-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
Всього куп.	12	5	8	42,3	11,3	10	4	2	3865,87
Разом:	12	5	8	45	20	10	4	2	4453,78

Висновки. Використання даної технології, яка базується на активному застосуванні розвинуеного апарату математичної оптимізації – моделей математичного програмування та обчислювальних методів оптимізації, дозволить приймати ефективні управлінські рішення та запроваджувати їх у виробничий процес з очікуваними найоптимальнішими результатами за певних заданих умов.

Використані джерела інформації:

1. Ванхорн Дж., Вахович Дж. Основы финансового менеджмента, 12-е изд.: Пер. с англ. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2008. – 1232 с.
2. Голов С.Ф. Управлінський облік. Підручник. – 2-ге вид. – К.: Лібра, 2004. – 704 с.
3. Кузьмичов А.І. Економіко-математичне моделювання в управлінні: Практикум в Excel. – К.: АМУ, 2011. – 129 с.
4. Кузьмичов А.І. та ін. Математичне програмування в Excel. – К.: ЄУ, 2005. – 320 с.
5. Мескон М. и др. Основы менеджмента: Пер. с англ. – М.: Дело, 2004. – 720 с.
6. Чейз Р. и др. Производственный и операционный менеджмент, 8-е изд.: Пер. с англ. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2004. – 704 с.
7. Шапиро Дж. Моделирование цепи поставок: Пер. с англ. – СПб.: Питер, 2006. – 720 с.