

УДК 681.326:681.5

МОДЕЛЬ ЕКОНОМІЧНОЇ МОТИВАЦІЇ В УПРАВЛІННІ РЕГІОНАЛЬНИМИ ОСВІТНИМИ МЕРЕЖАМИ

Т. В. Січко, к.т.н., доц.,
Вінницький національний аграрний університет

The article deals with the algorithms pripet motivating the subjects of management of regional educational network.

Статья посвящена вопросам рассмотрения алгоритмов экономической мотивации субъектов управления региональной образовательной сети.

Вступ. Регіональна освітня мережа розглядається як скінчена множина освітніх установ $OY_i, i = \overline{1, m}$, які обслуговують деяку територію (адміністративно-територіальне утворення), відособлену з погляду попиту і пропозиції на освітні послуги, випускників відповідних $OY_i, i = \overline{1, m}$ (університет, технікуми, коледжі, науково-дослідні господарства, інститут підвищення кваліфікації, тощо), а також з погляду реалізації методичних, наукових розробок та продукції власного виробництва.

Будемо розглядати дворівневу ієрархічну модель POM, яка використовує єдину технологію опису (значення організаційно-економічних показників підсумовується при переході на більш високий рівень ієрархії) усіх її елементів $OY_i, i = \overline{1, m}$.

Постановка задачі. У більшості робіт з теорії управління організаційними системами використовується припущення, що склад учасників системи, тобто набір керуючих органів – центрів – і керованих суб'єктів – агентів – фіксований. Якщо відомі витрати $v_i(y_i)$ i -ї ОУ на збільшення числа студентів $y_i, i \in N$ і якщо вважати, що приріст y_i малий у порівнянні з існуючим потоком студентів, то дане збільшення не приводить до росту постійних витрат. В цьому випадку функція витрат буде безперервною, зростаючою і опуклою.

Нехай функції витрат агентів (ОУ) мають вигляд: $v_i(y_i) = r_i g(y_i / r_i)$, де $g(\cdot)$ – зростаюча гладка опукла функція, така, що $g(0) = 0$. Позначимо $\xi(\cdot) = g^{-1}(\cdot)$.

Будемо розглядати чотири алгоритми економічної мотивації агентів, а саме: алгоритм відрахувань (податку з доходу), централізований алгоритм, алгоритм із нормативом рентабельності й алгоритм податку із прибутку [3].

Результати. Алгоритм відрахувань (податок на дохід). Якщо заданий дохід агента від одного додаткового студента – λ , і центр використовує норматив відрахувань від доходу агентів $\gamma \in [0; 1]$, тоді цільова функція i -го агента буде:

$$f_i(y_i) = (1 - \gamma)\lambda y_i - v_i(y_i), \quad i \in N$$

Величину нормативу відрахувань γ можна інтерпретувати як ставку податку на дохід (виручку). Природно, що кожний агент вибере ту дію, яка буде максимізувати його цільову функцію: $y_i(\gamma) = r_i \xi((1 - \gamma)\lambda)$, $i \in N$.

Цільова функція центра буде визначатись як сума відрахувань агентів: $\Phi(\gamma) = \gamma \lambda S \xi((1 - \gamma)\lambda)$, де $S = \sum_{i \in N} r_i$.

Якщо центр прагне максимізувати свою цільову функцію, то постає задача вибору нормативу відрахувань: $\Phi(\gamma) \rightarrow \max_{\gamma \in \mathbb{R}^1_+}$.

Якщо функції витрат агентів є функціями типу Кобба-Дугласа [4], тобто $v_i(y_i) = \frac{1}{a}(y_i)^a (r_i)^{1-a}$, $a \geq 1$, $i \in N$, то розв'язком цієї задачі буде визначення оптимального значення нормативу відрахувань $\gamma^*(a)$: $\gamma^*(a) = \frac{a-1}{a}$.

Аналізуючи формулу бачимо, що $\gamma^*(a)$ зростає з ростом показника ступеня a . При цьому оптимальне значення цільової функції центра дорівнює: $\Phi_\gamma = \frac{a-1}{a} \lambda S \xi(\lambda/a)$, а додатковий набір (сума дій агентів) буде $Y_\gamma = S \xi(\lambda/a) = S(\lambda/a)^{1/(a-1)}$. Виграш i -го агента при цьому дорівнює $f_{i\gamma} = \lambda r_i (1-1/a)(\lambda/a)^{1/(a-1)}/a$, а сума цільових функцій центра й всіх агентів дорівнює: $Z_\gamma = (a^2 - 1) \lambda S(\lambda/a)^{1/(a-1)}/a$.

Централізований алгоритм. Централізований алгоритм використовує наступну схему: центр "забирає" собі весь дохід від діяльності агентів, а потім компенсує їм витрати від обраних ними дій y_i у випадку виконання планових завдань x_i ($y_i = x_i$ – тобто застосовується компенсаторна система стимулювання). При цьому цільова функція центра дорівнює: $\Phi(x) = \lambda \sum_{i \in N} x_i - \sum_{i \in N} v_i(x_i)$. Розв'язуючи задачу $\Phi(x) \rightarrow \max_{x_i \geq 0}$, центр знаходить оптимальне значення планів: $x_i = r_i \xi(\lambda)$, $i \in N$.

Оптимальне значення цільової функції центра при функціях затрат агентів типу Кобба-Дугласа дорівнює: $\Phi_x = \lambda^{a/(a-1)} S(1-1/a)$, а додатковий набір (сума дій агентів) буде: $Y_x = S \xi(\lambda) = S \lambda^{1/(a-1)}$.

Якщо центр у точності компенсує витрати i -го агента, то його виграш тотожно дорівнює нулю, а сума цільових функцій всіх учасників системи (центра й всіх агентів) буде: $Z_x = \Phi_x$.

Порівняємо отримані значення:

$$\begin{aligned} -\Phi_x / \Phi_\gamma &= a^{a-1} \geq 1 \text{ і убуває з ростом } a; \\ -Y_x / Y_\gamma &= a^{a-1} \geq 1 \text{ і убуває з ростом } a; \\ -Z_x / Z_\gamma &= a^{a-1} / (a+1) \geq 1 \text{ і убуває з ростом } a. \end{aligned}$$

Отже, справедливе наступне твердження.

Твердження 1. З точки зору регіонального університетського комплексу в цілому централізований алгоритм економічної мотивації агентів (освітніх установ) вигідніший, ніж алгоритм відрахувань, оскільки він забезпечує більший додатковий набір і більше значення сумарної корисності всіх елементів системи.

Але оскільки при використанні централізованого алгоритму весь дохід від діяльності вилучає центр, а прибуток агентів дорівнює нулю, то така схема взаємодії агента з центром (ОУ з РОМ) може не влаштовувати ОУ. Тому пропонується розглянути узагальнення централізованого алгоритму, а саме алгоритм із нормативом рентабельності [1]. Суть даного алгоритму полягає в наступному: у випадку виконання агентом планових завдань винагорода центру не тільки компенсує його витрати, але й залишає в розпорядженні агента корисність,

пропорційну його витратам. Коефіцієнт цієї пропорційності називається нормативом рентабельності. Централізованому алгоритму відповідає нульове значення нормативу рентабельності.

Алгоритм із нормативом рентабельності. Цільова функція центра у випадку використання нормативу рентабельності $\rho \geq 0$ дорівнює: $\Phi_\rho(x) = \lambda \sum_{i \in N} x_i - (1 + \rho) \sum_{i \in N} v_i(x_i)$.

Розв'язуючи задачу $\Phi(x) \rightarrow \max_{x_i \geq 0}$, центр знаходить оптимальне значення планів: $x_{ip} = r_i \xi(\lambda / (1 + \rho))$, $i \in N$.

Якщо функції витрат агентів є функціями типу Кобба-Дугласа, то оптимальне значення цільової функції центра дорівнює: $\Phi_\rho = \lambda (\lambda / (1 + \rho))^{1/(a-1)} S(1 - 1/a)$. Додатковий набір (сума дій агентів) дорівнює: $Y_\rho = S \xi(\lambda / (1 + \rho)) = S (\lambda / (1 + \rho))^{1/(a-1)}$. Виграш i -го агента буде: $f_{ip} = \rho r_i (\lambda / (1 + \rho))^{a/(a-1)} / a$, а сума цільових функцій всіх учасників системи Z_ρ (центра й всіх агентів) дорівнює: $Z_\rho = \lambda S (\lambda / (1 + \rho))^{1/(a-1)} (a - 1 / (1 + \rho)) / a$.

Слід врахувати, що при нульовому нормативі рентабельності всі вирази для даного алгоритму переходять у відповідні вирази для централізованого алгоритму. Проведемо порівняння отриманих значень:

$$\begin{aligned} -\Phi_x / \Phi_\rho &= (1 + \rho)^{\frac{1}{a-1}} \geq 1 \text{ і зростає з ростом } \rho; \\ -Y_x / Y_\rho &= (1 + \rho)^{\frac{1}{a-1}} \geq 1 \text{ і зростає з ростом } \rho; \\ -Z_x / Z_\rho &= \frac{(1 - \frac{1}{a})(1 + \rho)^{\frac{1}{a-1}}}{1 - \frac{1}{(1 + \rho)a}} \geq 1 \text{ і зростає з ростом } \rho. \end{aligned}$$

Максимум суми цільових функцій всіх учасників системи Z_ρ (центра й агентів) досягається при нормативі рентабельності в умовах повної централізації, тобто $\rho = 0$.

Проведемо порівняння алгоритму із нормативом рентабельності з алгоритмом відрахувань:

$$\begin{aligned} -\Phi_\gamma / \Phi_\rho &= \left(\frac{1 + \rho}{a}\right)^{\frac{1}{a-1}} \text{ і зростає з ростом } \rho; \\ -Y_\gamma / Y_\rho &= \left(\frac{1 + \rho}{a}\right)^{\frac{1}{a-1}} \text{ і зростає з ростом } \rho; \\ -Z_\gamma / Z_\rho &= \frac{(a^2 - 1)}{a^2 - \frac{a}{(1 + \rho)}} \left(\frac{1 + \rho}{a}\right)^{\frac{1}{a-1}} \text{ і зростає з ростом } \rho. \end{aligned}$$

Твердження 2. Якщо агенти мають функції витрат типу Кобба-Дугласа, то алгоритм із нормативом рентабельності $\rho = a - 1$ тотожний алгоритму відрахувань, оскільки при $\rho = a - 1$ всі показники алгоритму з нормативом рентабельності збігаються з відповідними показниками алгоритму відрахувань, тобто виконується

$$y_i(\gamma) = x_{ip}, \quad i \in N, \quad \Phi_\gamma = \Phi_\rho, \quad Y_\gamma = Y_\rho, \quad f_{i\gamma} = f_{ip}, \quad i \in N, \quad Z_\gamma = Z_\rho.$$

Алгоритм податку на прибуток. Якщо цільову функцію агента (різниця між доходами і витратами) інтерпретувати в якості його прибутку, то при ставці податку $\beta \in [0; 1]$ на цей прибуток цільова функція i -го агента прийме вид: $f_{i\beta}(y_i) = (1 - \beta) [y_i - v_i(y_i)]$, $i \in N$, а цільова функція центру при цьому буде: $\Phi_\beta(y) = \beta \left[\sum_{i \in N} y_i - \sum_{i \in N} v_i(y_i) \right]$.

Дії, обрані агентами при використанні податку із прибутку, збігаються з діями, обраними ними при централізованій схемі, а отже: $y_{i\beta} = r_i \xi(\lambda)$, $i \in N$.

Оптимальне значення цільової функції центра при функціях витрат агентів типу Кобба-Дугласа дорівнює: $\Phi_\beta = \beta \lambda^{a/(a-1)} S(1 - 1/a)$.

Додатковий набір (сума дій агентів) дорівнює: $Y_\beta = S \xi(\lambda) = S \lambda^{1/(a-1)}$. Виграш i -го агента буде: $f_{i\beta}(y_i) = (1 - \beta) \lambda^{a/(a-1)} r_i (1 - 1/a)$, а сума цільових функцій всіх учасників системи (центра й всіх агентів) дорівнює: $Z_\beta = \lambda^{a/(a-1)} S(1 - 1/a)$.

Порівняємо отримані значення:

$$\begin{aligned} - \Phi_x / \Phi_\beta &= 1 / \beta \geq 1 \text{ і зростає з ростом } \beta; \\ - Y_x / Y_\beta &= 1; \\ - Z_x / Z_\beta &= 1. \end{aligned}$$

Отже, алгоритм податку на прибуток приводить до тієї ж суми корисностей і до того ж значення сумарного набору, що й централізований алгоритм. Слід зазначити, що у випадку використання алгоритму податку на прибуток корисність центра в β раз нижче, ніж у випадку використання централізованого алгоритму, тому алгоритм податку на прибуток можна інтерпретувати як алгоритм компромісу [1, 2]. Алгоритм компромісу характеризується тим, що точка компромісу усередині області компромісу визначається ставкою податку на прибуток, яка задає пропорцію поділу прибутку системи в цілому між центром і агентами.

Проведемо порівняння алгоритму податку на прибуток із алгоритмом з нормативом рентабельності:

$$\begin{aligned} - \Phi_\beta / \Phi_\rho &= \beta (1 + \rho)^{\frac{1}{a-1}}; \\ - Y_\beta / Y_\rho &= (1 + \rho)^{\frac{1}{a-1}} \geq 1; \\ - Z_\beta / Z_\rho &= \frac{(1 - \frac{1}{a})(1 + \rho)^{\frac{1}{a-1}}}{1 - \frac{1}{(1 + \rho)a}} \geq 1. \end{aligned}$$

Також проведемо порівняння алгоритму податку на прибуток з алгоритмом відрахувань (алгоритмом податку з доходу):

$$\begin{aligned} - \Phi_\beta / \Phi_\gamma &= \beta a^{\frac{1}{a-1}}; \\ - Y_\beta / Y_\gamma &= a^{\frac{1}{a-1}}; \\ - Z_\beta / Z_\gamma &= a^{\frac{1}{a-1}} / (a + 1). \end{aligned}$$

Для алгоритму податку на прибуток не вдається довести настільки загальне твердження, як твердження 2 для алгоритму з нормативом рентабельності, а саме: еквівалентність алгоритмів з погляду різних учасників при різних співвідношеннях параметрів, які даються наступним твердженням.

Твердження 3. Якщо агенти мають функції витрат типу Кобба-Дугласа, то алгоритм податку на прибуток: при $\beta = 1/a^{\frac{1}{a-1}}$ з погляду центра еквівалентний оптимальному алгоритму відрахувань; при $\beta = 1 - 1/a^{\frac{a}{a-1}}$ з погляду агентів еквівалентний оптимальному алгоритму відрахувань; при $\beta = 1/1 + \rho^{\frac{1}{a-1}}$ з погляду центра еквівалентний алгоритму з нормативом рентабельності; при $\beta = 1 - \rho/(a-1)(1 + \rho)^{\frac{a}{a-1}}$ з погляду агентів еквівалентний алгоритму з нормативом рентабельності.

Висновки. Провівши аналіз чотирьох алгоритмів економічної мотивації агентів можна зробити висновок, що з погляду суми корисностей всіх учасників системи й сумарного набору максимальну ефективність мають централізований алгоритм і алгоритм податку на прибуток (з будь-якою ставкою). Менш ефективними є алгоритм з нормативом рентабельності і алгоритм відрахувань. При використанні алгоритму відрахувань, алгоритму з нормативом рентабельності або алгоритму податку на прибуток залежно від параметрів корисності центра й агентів перерозподіляються по-різному в порівнянні із централізованим алгоритмом. Спільне використання тверджень 2 і 3 дозволяє в кожному конкретному випадку одержувати оцінки параметрів, при яких різні алгоритми еквівалентні. Наприклад, при квадратичних функціях затрат ($a=2$) оптимальним буде значення нормативу відрахувань $\gamma^* = 0.5$. При $\rho^* = 1$ алгоритм із нормативом рентабельності повністю еквівалентний алгоритму відрахувань, при $\beta^* = 0.5$ алгоритм податку на прибуток з точки зору центра еквівалентний їм обом, а при $\beta^* = 0.75$ – з погляду агентів.

Список використаної літератури

1. Клейнер Г. Б. Производственные функции: теория, методы, применение. М.: Финансы и статистика, 1986. – 238 с.
2. Лысаков А. В., Новиков Д. А. Договорные отношения в управлении проектами. М.: ИПУ РАН, 2004. – 101 с.
3. Новиков Д. А., Глотова Н. П. Модели и механизмы управления образовательными сетями и комплексами. М.: Институт управления образованием РАО, 2004. – 142 с.
4. Новиков Д. А. Стимулирование в организационных системах. М.: Синтег, 2003. – 312 с.

УДК 004.67

АЛГОРИТМІЧНИЙ ПІДХІД ОРГАНІЗАЦІЇ ОБЧИСЛЕНЬ У СЕРЕДОВИЩІ MS EXCEL

Р. Г. Тадевосян, к.ф.-м. н., доц.,

Р. О. Яцковська, асистент

Вінницький національний аграрний університет

In this paper the method algorithmization problem-solving process in the medium MS Excel. The method is based on the natural division of problem-solving process: a person - human, machine - engine, which greatly increases the efficiency of the PC user.

В статье рассматривается метод алгоритмизации процесса решения задачи в среде MS Excel. Метод основан на естественном разделении процесса решения задачи: человеку – человеческое, машине – машинное, что в значительной степени повышает эффективность использования ПК пользователем.

Вступ. Друга половина ХХ ст ознаменувалася фантастичним, небаченим в історії людства науково-технічним прогресом, в результаті якого навколо людини помінялося все. Увійшла в побут нова техніка.

Спілкування з сучасними машинами передбачає наявність у людини невластивих їй способів поведінки і мислення, *алгоритмічного мислення*. У чому полягає його суть? Виходимо з того, що кожен алгоритм вирішує певний клас задач і має свого виконавця (людина, машина і т.д.). Не вдаючись в деталі, виділимо основні характерні риси такої поведінки і мислення в людини.

1. Чітка постановка задачі, вибір методів і способів її рішення, побудова плану роботи (схема, проект) і визначення *Виконавця* для його виконання.

2. План складається, виходячи з:

- *Вихідного положення* (точка старту Виконавця) і мети (завершення роботи алгоритму);

- певних базових понять – *безліч елементарних фактів*, які повинні *однозначно трактуватися* Виконавцем;

- *безлічі правил*, на основі яких формуються ясні та однозначні команди (кроки) дій Виконавця з безлічі елементарних фактів чи з попередніх команд (кроків).

3. *Будь-яка дія* Виконавця, незалежно від його місцезнаходження, чітко визначена і *приводить до мети*.

4. Виконавець виконує план за *«розумний»* (той, що має сенс для розв'язання задачі) інтервал часу.

Постановка задачі.

Не дивлячись на великі можливості та наявність бібліотек стандартних функцій та процедур різних категорій (математичних, статистичних та ін.) автоматизація процесу обчислення у середовищі MS Excel дуже проблематична. У даній статті пропонується алгоритмічний підхід рішення задач (фінансових, економічних та інш.), заснований на інтерактивному режимі (користувач – комп'ютер). [1]

Суть методу базується на розподілі пороцеса рішення задачі на дві частини:

людині – людське: створюється проект рішення задачі;

машині – машинне: автоматизується реалізація проекту рішення задачі на ПК засобами MS Excel.

1. При створення електронних таблиць рекомендуємо користуватися наступною методологією: