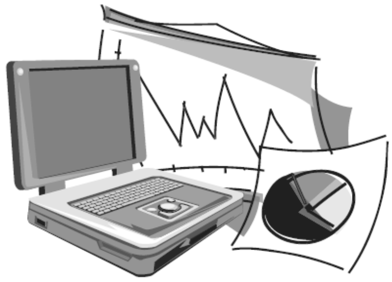
ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ



УДК 331.21: 658.5

Лепа Р.М., Стреблянська І.А.

ІГРОВИЙ ПІДХІД В ПЛАНУВАННІ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

Запропонований ігровий підхід для організації рефлексивного управління в плануванні виробничої діяльності підприємства, що дозволяє мінімізувати суб'єктивні чинники в ухваленні планових рішень.

Ключові слова: планування виробництва, рефлексивне управління, ієрархічні ігри, рівноважний стан, функція стимулювання

A game approach to the organization of reflexive control in enterprise production planning was proposed, allowing to minimize the subjective factors in making planning decisions.

Keywords: production planning, reflexive control, hierarchical games, equilibrium state, stimulation function

Основними проблемами планування виробничої діяльності підприємства є: неузгодженість цілей окремих суб'єктів планування з глобальними цілями підприємства (власника); можливість спотворювати інформацію, що надається на верхні рівні, необхідну для планування, з метою зменшення напруженості планів, зменшення відповідальності або ж досягнення особистих інтересів.

Дані проблеми вивчаються різними напрямами економічної наукової думки, серед яких можна назвати: теорію координації, теорію інформації, теорія управління, теорію активних систем, теорію ігор з непротилежними інтересами, мотиваційні, поведінкові теорії і так далі. Проте, єдині універсальні інструменти, що дозволяють комплексно вирішити завдання подібного типа, розроблені в недостатній мірі.

Слідує, втім, відмітити, що найбільші успіхи і перспективи для вирішення поставлених завдань спостерігаються в теорії ігор з непротилежними інтересами, зокрема, в ієрархічних іграх. Серед значимих розробок з цієї проблеми можна назвати праці Новікова Д.А. [1-4], Чхартішвілі А.Г. [3-4], Петракова С.Н. [5], Лепи Р.М. [6-7]. Проте, концептуального комплексного рішення задачі рефлексивного управління в плануванні виробничої діяльності підприємства на даний момент не знайдено.

Метою даної роботи є розробка рішення задачі рефлексивного управління суб'єктами планування виробничої діяльності підприємства з використанням апарату ієрархічних ігор.

Основні характеристики гри в нормальній формі, передбачають одночасність вибору дій всіма гравцями, незалежність вибору дії одного гравця від вибору останніх, повну інформованість кожного гравця про допустимі множини і цільові функції інших гравців.

Вочевидь, що такі характеристики не відображають в адекватній мірі ситуації, яка виникає в процесах планування на підприємстві. Якщо пом'якшити вимоги до гри, усунувши перші дві характеристики про одночасність і незалежність вибору, отримаємо *ієрархічну гру.* У ієрархічних іграх виділяють *центр* – гравця, який робить перший хід, і *агента* (агентів) – які вибирають свої дії, на основі відомої їм дії центру.

Можливі декілька різновидів ієрархічної гри:

1. Нехай центр вибирає дію $y \in Y$, на основі чого агент вибирає свою дію $x \in X$. Цільові функції центру $F(y, x)$ і агента $f(y, x)$ відомі обом гравцям. Тоді при фіксованому значенні y передбачений вибір агента:

$$x(y) = Arg \underset{x \in X}{Max}\ f(y,x).$$

Тоді, зі всіх можливих $x(y)$, центр вибере таке значення, яке максимізує його цільову функцію:

$$y^0 = Arg \underset{y \in Y}{Max}\ F(y, x(y)).$$

Дану гру назвемо грою Γ_1.

2. Центр на першому ходу може вибирати не дію, а повідомляти агентові залежність своєї дії від дії агента у вигляді функції $y(x)$. Тоді агент вибере дію

$$x(y(x)) = Arg \underset{x \in X}{Max}\ f(y(x), x),$$

і, знаючи цю дію, центр, відповідно, вибере стратегію:

$$y^0(x) = Arg \underset{y \in Y}{Max}\ F(y(x), x(y(x))).$$

Рішення даної задачі було отримане Ю.Б. Гермейером [8], і основні висновки з нього полягають в наступному. Функцію $y(x)$ потрібно вибирати так, щоб вона реалізовувала покарання агента, якщо його дії x відмінні від того, що потрібно центру (наприклад, відхилення від плану), і навпаки, реалізовувала заохочення, якщо дії агента збігаються з тим, що потрібно центру. Отриману гру назвемо грою Γ_2.

3. Можна ще більш ускладнити гру, додавши додаткові кроки: центр може передавати агентові інформацію y_0 і залежно від реакції агента на цю інформацію $x_0(y_0)$ встановлювати залежність дії центру від майбутньої дії агента $y(x(\bullet), x_0(y_0))$. Отримаємо гру Γ_3.

Теоретично можна ще більш ускладнювати ієрархічну гру, збільшуючи вкладеність функцій. Проте, радянський математик Н.С. Кукушкін довів [9], що всі парні ігри з точки зору виграшу центру еквівалентні грі Γ_2, а непарні – грі Γ_3. Більш того, ефективність цих ігор для центру наступна: гра Γ_2 не менш ефективна, ніж Γ_3, а Γ_3, не менш ефективна, ніж Γ_1. Тобто центру, переважно грати гру Γ_2, а якщо це неможливо, то Γ_3, і лише в останню чергу Γ_1.

Ключову роль в здійсненні рефлексивного управління грає спільне використання мотиваційного і інформаційного управління. Правильно вибрана функція мотивації агентів є засадничим елементом для здійснення рефлексивного управління в плануванні виробничої діяльності підприємства.

Розглянемо, яким чином, центр може здійснити вибір стимулюючої функції агента, для того, щоб точка виконання плану була рівноважною.

Нехай є деякий план x^*, який виконується агентом і у виконанні якого зацікавлений центр. Агент при виконанні плану несе витрати $c(x)$, які дорівнюють нулю при $x = 0$ і зростають при зростанні x. (Вибір нульової точки як точки відліку умовний і принципово не впливає на подальші міркування.) Тоді функція стимулювання може бути:

1. Компенсаторно-цільова. При виконанні плану агентові компенсуються всі його витрати, плюс він отримує деяку мотиваційну надбавку δ. Якщо ж агент не виконує план, то він не отримує нічого:

$$f(x) = c(x) + \delta, \text{ якщо } x = x^*;$$
$$f(x) = 0, \text{ якщо } x < x^*.$$

Вочевидь, якщо мотиваційна надбавка δ відмінна від нуля, агент зацікавлений вибрати дію x^*, аби виграти δ, оскільки інакше він нічого не отримає. Зрозуміло, що така функція стимулювання приводить до рівноваги в домінантних стратегіях.

Проте, досягнення даної рівноваги можливе, якщо агент упевнений, що здатний виконати свою дію в обсязі x^*, тобто він працює в умовах повної детермінованої. Проте, якщо є ризик, що агент не зможе виконати план x^* за незалежних від нього причин (стан здоров'я, залежність від інших контрагентів, і тому подібне), то агент може віддати перевагу нульовій точці (у ній мінімальні витрати), вибираючи мінімаксну стратегію. Вибирати планову точку агент буде лише тоді, коли величина мотиваційної надбавки δ здатна компенсувати ризик, пов'язаний з витратами, які понесе агент, якщо при незалежних від нього обставинах план виконаний не буде. При цьому надбавка може збільшитися настільки, що центру її платити може бути вже не вигідно. Крім того, оскільки відношення до ризику у кожного агента може бути індивідуальне, обґрунтувати величину надбавки δ не представляється можливим. У зв'язку з цим компенсаторно-цільова функція мотивації виявляється на практиці не застосовною.

2. Пропорційна. Така функція відповідає відрядній (відрядно-преміальній) заробітній платні:

$$f(x) = \alpha x, \text{ якщо } x < x^*;$$
$$f(x) = \alpha x + \delta, \text{ якщо } x = x^*. \quad (1)$$

Така функція стимулювання позбавлена недоліку, який спостерігається в компенсаторно-цільової функції, проте не дозволяє отримати рівноважну точку в точці x^*. Точніше точка x^* буде однозначно рівноважною лише тоді, коли функція витрат агента $c(x)$ лінійна і при цьому має кут нахилу не більше, ніж кут α (рис. 1). Насправді ж, функції витрат є нелінійною і граничні витрати мають властивість зростати із зростанням x (рис. 1).

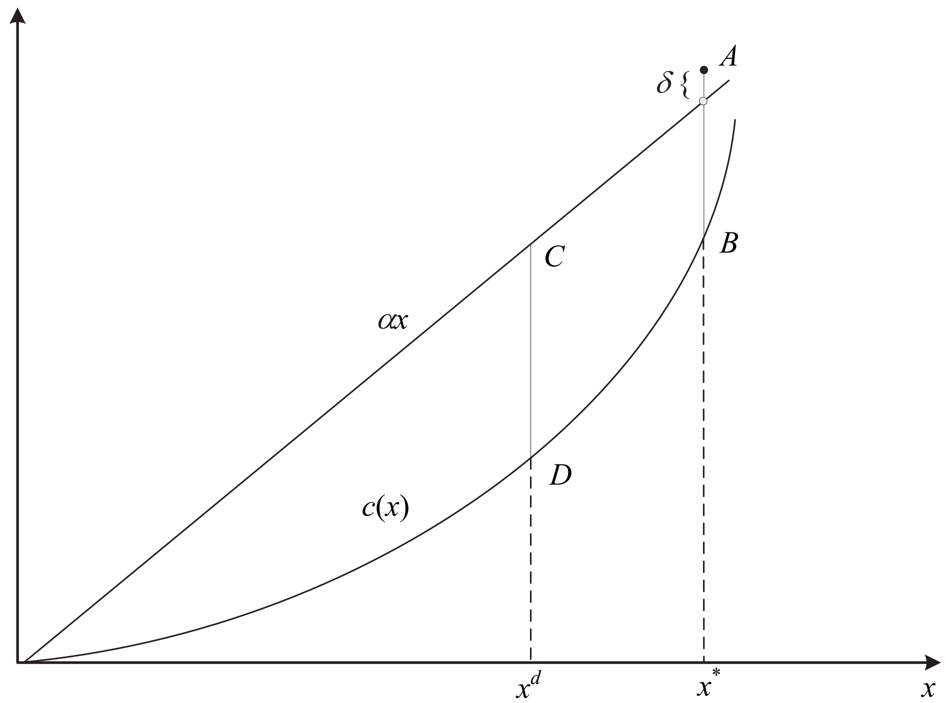


Рис. 1. Співвідношення функції витрат з пропорційною функцією стимулювання

З рис. 1 видно, що домінантною стратегією агента буде збільшення різниці $f(x) - c(x)$. І максимум цього функціонала може бути далеко не в плановій точці x^*. Так з рис. 2 зрозуміло, що агентові вигідно виконувати дію x^d, за яку він отримає винагороду CD = $\alpha x - c(x)$, яке більше AB = $\alpha x^* + \delta - c(x^*)$, навіть з врахуванням мотиваційної надбавки.

Рівноважною точка x^* буде лише в тому випадку, якщо мотиваційна надбавка настільки велика, що здатна компенсувати опуклість функції витрат в оптимальній для агента крапці x^d. Вочевидь, для центру таке рішення не може бути ефективним. Ще варіантом може бути використання поєднання компенсаторно-цільової і пропорційної функції, коли пропорційна система починає працювати лише досягши точки x^*, а до цього значення агент не отримує нічого. Проте в цьому випадку виникають ті ж проблеми, що і при компенсаторно-цільовій системі.

3. Компенсаторна функція. З рис. 1 стає видно, що якби агент отримував в усіх точках винагороду, рівну його витратам, а в плановій точці плюс до цього мав би ще мотиваційну надбавку, тобто

$$f(x) = \mathrm{c}(x), \text{ якщо } x < x^*;$$
$$f(x) = \mathrm{c}(x) + \delta, \text{ якщо } x = x^*,$$

то точка x^* було б точкою рівноваги в домінантних стратегіях для агента. При цьому така система усуває проблеми наявності рис, які спостерігаються в компенсаторно-цільовій функції. Проте, реалізація такої функції має свої особливості і труднощі. Основна проблема при визначенні такої функції лежить, вочевидь, в ідентифікації функції витрат агента. Особливо коли агентом є людина. Як оцінити витрати людини в грошах, якщо він витрачає час, моральні, психологічні зусилля і тому подібне, залишається не зрозумілим. В даному випадку виникає нова проблема, пов'язана з тим, що центр не знає всіх параметрів агента, і він повинен діяти так, щоб зменшити невизначеність про ці параметри. При цьому, вочевидь, агент не зацікавлений розкривати центру свої параметри, а прагнутиме спотворити їх так, щоб мати можливість отримати максимальний виграш. Саме через це на практиці дуже рідко використовується компенсаторна система мотивації, а в більшості випадків удаються до пропорційної. Відмітимо, що почасова система оплати праці, так само як і відрядна, описуються пропорційними, а не компенсаторними функціями стимулювання.

Розглянемо можливе рішення даної задачі із застосуванням апарату теорії ігор.

Нехай в основі системи мотивації лежить пропорційна функція стимулювання. Центр зацікавлений у виконанні агентом деякого плану x^*. Центр не знає функції витрат агента і, можливо, володіє не повною інформацією про множини допустимих значень агента. Проте, він знає, що базова функція стимулювання покриває витрати агента в кожній точці відрізка $(0; x^*)$, і вона відома агентові. Залишається в силі також мотиваційна надбавка δ за виконання плану. Нехай грається гра Γ_3. Центр озвучує агентові попереднє значення планового завдання x^0: $x^* \in (0; x^0]$ з метою узгодження з ним можливості виконання даного плану. Для агента це виглядає, як з'ясування центром його допустимої множини дій. У відповідь агент повідомляє центру те значення плану x^a, у якому він зацікавлений. Можлива розбіжність x^a з x^0 може бути пов'язана, як з об'єктивною неможливістю виконання плану x^0 унаслідок обмеженості допустимих дій агента, так і з бажанням агента максимізувати свою функцію мети $f(x)$. При цьому агент знає, що його думка якоюсь мірою буде врахована при прийнятті остаточного плану x^p, і остаточний план знаходитиметься в інтервалі $x^p \in (x^a; x^0)$, якщо $x^a < x^0$, або в інтервалі $x^p \in (x^0; x^a)$, якщо $x^a > x^0$.

Можливі наступні варіанти:

1. Область допустимих дій агента дозволяє виконати план x^0 і максимум цільової функції агента досягається в точці, яка знаходиться правіше x^0. Тоді агент повідомить центру план $x^a > x^0$, аби зрушити остаточне значення планового завдання управо. В даному випадку будь-яке прийняте центром планове завдання з інтервалу $(x^*; x^a)$ буде рівноважною точкою, і, відповідно, центр призначить план в потрібному йому обсязі $x^p = x^*$, який дасть рівновагу в

домінантних стратегіях. Тут передбачається, що агент не має можливості (повноважень, ресурсів) перевиконати план. Таким чином, дана ситуація не представляє особливого ігрового інтересу.

2. Область допустимих дій агента не дозволяє виконати план x^0 або максимум цільової функції агента досягається в точці, яка знаходиться лівіше x^0. Така ситуація є поширенішою на практиці. Тоді агент повідомить центру план $x^a < x^0$, аби зрушити остаточне значення планового завдання x^p вліво.

Центр зацікавлений, аби агент повідомляв правду про множини своїх допустимих дій, тобто аби відхилення x^a від x^0 обґрунтовувалося завжди дійсно неможливістю виконання плану x^0, а не було пов'язано з невигідністю такого плану для агента. Нехай центр має деяку думку про об'єктивність агента $\mu\in[0;\ 1]$. У разі, коли $\mu=1$, центр повністю довіряє агентові, тоді остаточний план x^p центр повинен буде зрушити в точку x^a. У разі, коли $\mu=0$, центр абсолютно не довіряє агентові, тоді пропоноване агентом значення x^a ніяк не вплине на остаточний план x^p, і він складе потрібне центру x^*. Відповідно, проміжне значення μ показуватиме долю відрізку $(x^a;\ x^0)$, на яку зменшиться остаточний план x^p, в порівнянні з первинним x^0. Рівень довіри μ, у загальному випадку відомий агентові. Навіть якщо це не так, то через декілька етапів планування, агент може отримати більш-менш точну оцінку цього параметра.

Розглянемо, яким чином повинен діяти центр, аби інформація x^a, що повідомляється йому, відображала лише множини допустимих дій агента і не містило мотиваційної складової, обумовленої недосконалістю пропорційної функції стимулювання, а точка остаточного планового рішення x^p виявилася рівноважною.

При пропорційній системі мотивації, агент, знаючи параметр μ і точку максимуму своєї цільової функції x^d, прагнутиме називати таке значення x^α, аби остаточний план x^p склав x^d:

$$x^p = x^0 - \mu(x^0 - x^\alpha) \quad \Rightarrow \quad x^\alpha = \frac{x^d - x^0(1-\mu)}{\mu}. \tag{2}$$

Більш того, навіть якщо остаточне значення плану x^p буде відмінно від x^d, агент може бути все одно зацікавлений в досягненні x^d, а не у виконанні плану, оскільки на відрізку $[x^d;\ x^p)$ його цільова функція $f(x) = (\alpha x - c(x))$ убуває.

Нехай центр при призначенні остаточного плану x^p встановлює деяку штрафну функцію за його невиконання.

Теорема 1. Використовуючи штрафну функцію за невиконання плану у поєднанні з пропорційною функцією стимулювання, можна добитися, аби точка x^p стала для агента рівновагою в домінантних стратегіях, якщо вона досяжна, або скоротити відхилення від плану до об'єктивного мінімуму, якщо точка x^p для агента не досяжна.

Розглянемо деяку зростаючу штрафну функцію $S(x)$, що диференціюється і є безперервною в усіх точках відкритого справа відрізку $[x^\alpha;\ x^p)$, причому $max\ S(x) = S(x^p) = 0$, таку, що швидкість її росту перевищує швидкість убування цільової функції агента $f(x)$ в усіх точках відрізку $[x^d;\ x^p)$, і тим більше відрізку $[x^\alpha;\ x^p)$:

$$S'(x) > -f'(x) = -(\alpha x - c(x))' = c'(x) - \alpha, \ \ \forall x\in[x^\alpha;\ x^p).$$

Тоді результуюча цільова функція агента $f^S(x) = \alpha x - c(x) + S(x)$ зростатиме в усіх точках відрізку $[x^\alpha;\ x^p)$:

$$f^{S}{}'(x) = S'(x) - c'(x) + \alpha > 0, \ \ \forall x\in[x^\alpha;\ x^p), \tag{3}$$

або, що теж саме, зменшуватися із зростанням відхилення від плану x^p.

Оскільки в плановій точці функція стимулювання $f^S(x^p) = \alpha x^p - c(x^p) + \delta$ однозначно більше нуля, а при відхиленні від плану цільова функція агента зменшується із зростанням відхилення, агент буде зацікавлений збільшувати значення своєї нової цільової функції $f^S(x)$, збільшуючи, як можна сильніше фактичне значення виконання плану x^f, так аби воно досягло потрібного x^p. Навіть якщо x^p недосяжно, агент прагнутиме зробити відхилення $(x^p - x^f)$ мінімальним. Теорема 1 доведена.

У зв'язку з вищевикладеним може виникнути логічне питання: якщо при використанні певної функції стимулювання можна змусити агента прагнути виконати будь-яке встановлене центром планове завдання x^p, тоді навіщо запрошувати у агента інформацію x^α, і чи не краще в цьому випадку грати простішу і ефективнішу для центру гру Γ_2 замість Γ_3?

Річ у тому, що центр не зацікавлений завищувати планове завдання x^p, якщо його виконання нереальне зважаючи на обмежену область допустимих дій агента. Для цього є декілька причин:

1) центр несе додаткові витрати, неврахованi в ігровій моделі, пов'язані з невиконанням плану (санкції за зрив термінів і обсягів контрактів, омертвляння коштів в запасах сировини при обмежених виробничих можливостях по його переробці і так далі);

2) при постійному зриві планів і використанні відповідних штрафів, для агента знецінюється функція стимулювання, і він може віддати перевагу гарантованій мінімаксній рівновазі замість рівноваги в домінантних стратегіях (у економічних термінах – просто звільнитися і нічого не робити, чим робити і не отримувати в повному обсязі компенсацію витрат);

3) у центра зростає невизначеність відносно агента, оскільки агент не зацікавлений повідомляти йому реальні значення своїх параметрів x^α, оскільки вони все одно повною мірою не враховуються, а буде схильний істотним чином занижувати ці параметри.

У зв'язку з цим розглянемо, яким чином центр може перешкоджати маніпуляції інформацією, що поступає від агента і стимулювати його повідомляти лише правдиву інформацію про свої параметри.

Нехай в рамках вищевикладеної моделі центр при призначенні остаточного плану x^p, встановлює окрім штрафної функції за невиконання плану, штрафну функцію за відхилення фактичних результатів x^f від задекларованих агентом x^α.

Теорема 2. Використовуючи штрафну функцію за відхилення фактичних результатів x^f виконання плану від задекларованих агентом x^α, у поєднанні з функцією стимулювання $f^S(x)$, можна добитися:

1) аби точка x^p залишалася для агента рівновагою в домінантних стратегіях і агент прагнув скоротити різницю $(x^p - x^f)$, при цьому

2) агент не був зацікавлений маніпулювати інформацією і повідомляти перекручені відомості x^α про свої параметри.

Розглянемо деяку штрафну функцію $s(x)$, що диференціюється і є безперервною в усіх точках відрізку $[0; x^p)$, можливо окрім точки x^α, що зростає на ділянці $[0; x^\alpha)$ і убуває на ділянці $(x^\alpha; x^p)$, причому $max\ s(x) = s(x^\alpha) = 0$. Нехай швидкість убування цієї функції на ділянці $(x^\alpha; x^p)$ буде менше швидкості зростання функції штрафу за невиконання плану $S(x)$:

$$S'(x) > -s'(x), \ \ \forall x \in (x^\alpha; x^p).$$

Тоді результуюча штрафна функція $S(x) + s(x)$ зростатиме, досягаючи максимуму в точці x^p, а підсумкова цільова функція агента $f^{Ss}(x) = \alpha x - c(x) + S(x) + s(x)$, згідно (3) також зростатиме в усіх точках відрізку $[0; x^p)$:

$$S'(x) + s'(x) > 0,\ \ \forall x \in (x^{\alpha}; x^p);$$
$$f^{Ss\prime}(x) = S'(x) + s'(x) - c'(x) + \alpha\ > 0,\ \ \forall x \in [0; x^{\alpha});$$
$$f^{Ss\prime}(x) = S'(x) + s'(x) - c'(x) + \alpha\ > 0,\ \ \forall x \in (x^{\alpha}; x^p), \qquad (4)$$

або, що теж саме, зменшуватися із зростанням відхилення від плану x^p. Вочевидь, агент прагнутиме мінімізувати відхилення $(x^p - x^f)$ і досягти точки x^p – максимуму своєї цільової функції. Перша частина теореми 2 доведена. Ілюстрація даної ситуації при лінійних штрафних функціях представлена на рис. 2.

Доведемо другу частину теореми 2, передбачаючи для спрощення, що штрафні функції вибрані лінійними. Нехай рівень довіри $\mu = 0$, і центр приймає планове рішення x^p незалежно від оцінки агента x^{α}. Тоді з рис. 2 видно, що агент прагнутиме давати об'єктивну оцінку своїх можливостей і як можна ближче зрушити x^{α} до $x^0 = x^p$, аби мінімізувати втрати за спотворення інформації. Позначимо таку об'єктивну оцінку $x^{\alpha*}$. В цьому випадку штраф за маніпулювання інформацією дорівнюватиме нулю, а штраф за невиконання плану буде пропорційний величині

$$(x^0 - x^{\alpha*}).$$

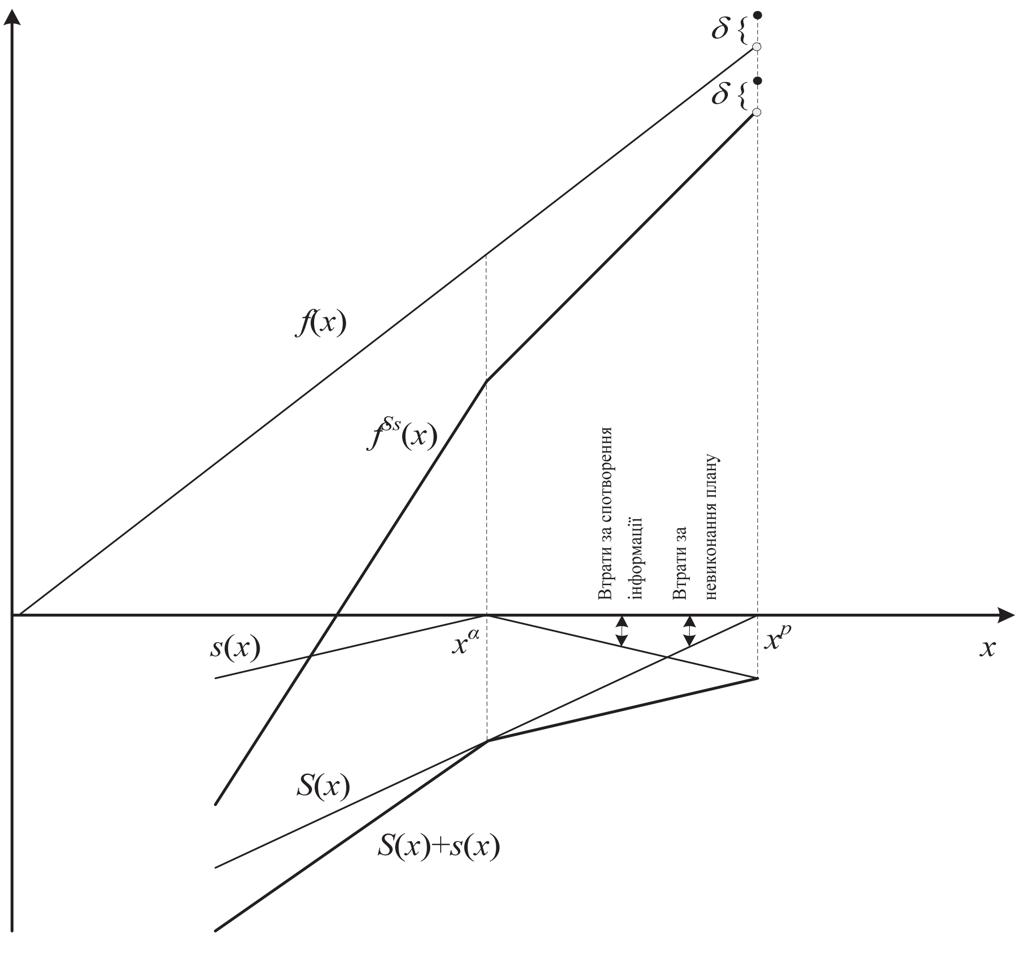


Рис. 2. Функція стимулювання агента зі штрафами

Якщо $0 < \mu < 1$, агент може зрушити оцінку своїх можливостей на величину ($x^{\alpha *} - x^{\alpha}$), чекаючи при цьому, згідно (2), зміни плану на величину $\mu(x^0 - x^{\alpha})$. Оскільки призначення плану $x^p < x^{\alpha *}$ в силу (4) є невигідним агентові, він прагнутиме називати таке значення x^{α}, аби реальне x^p не виявилося менше $x^{\alpha *}$, а значить $x^{\alpha *}$ не може перевищувати x^p. При цьому відмітимо, що незалежно від планового значення x^p, і названої величини x^{α}, агент, в силу (4), прагнутиме виконати план в обсязі $x^{\alpha *}$.

Тоді при лінійних штрафних функціях штраф за невиконання плану буде пропорційний величині

$$(x^p - x^{\alpha *}) = (x^0 - \mu(x^0 - x^{\alpha}) - x^{\alpha *}),$$

а штраф за маніпулювання інформацією – величині ($x^{\alpha *} - x^{\alpha}$).

Тобто, в порівнянні з announced неманіпулятивною ситуацією (коли $\mu = 0$), штраф за невиконання плану зміниться (зменшиться) пропорційно величині:

$$(x^0 - \mu(x^0 - x^{\alpha}) - x^{\alpha *}) - (x^0 - x^{\alpha *}) = -\mu(x^0 - x^{\alpha}) = -\mu x^0 + \mu x^{\alpha}, \qquad (5)$$

а штраф за маніпулювання інформацією зміниться (збільшиться) пропорційно величині

$$(x^{\alpha *} - x^{\alpha}) - 0 = (x^{\alpha *} - x^{\alpha}). \qquad (6)$$

Таким чином, спотворення точки $x^{\alpha *}$ агентом приведе до зменшення його штрафу $S(x)$ на величину $-S(-\mu x^0 + \mu x^{\alpha})$ і збільшенню його штрафу $s(x)$ на величину $-s(x^{\alpha *} - x^{\alpha})$. Вочевидь, якщо $-S(-\mu x^0 + \mu x^{\alpha}) > -s(x^{\alpha *} - x^{\alpha})$, агент буде зацікавлений спотворювати інформацію, аби максимально зрушити планову точку вліво. Якщо ж

$$-s(x^{\alpha *} - x^{\alpha}) > -S(-\mu x^0 + \mu x^{\alpha}), \qquad (7)$$

агент зацікавлений мінімізувати відхилення $x^{\alpha *} - x^{\alpha}$, а, значить, завжди прагнутиме повідомляти правдиву інформацію. У точці $x^{\alpha} = x^{\alpha *}$, як було показано вище, вираження (7) виконується. Аби воно виконувалося в усіх точках відрізку (x^{α}; $x^{\alpha *}$), необхідно аби швидкість убування функції $s(x^{\alpha *} - x^{\alpha})$ була більше швидкості росту функції $S(-\mu x^0 + \mu x^{\alpha})$:

$$-s'(x^{\alpha *} - x^{\alpha}) > S'(-\mu x^0 + \mu x^{\alpha}).$$

через лінійність штрафних функцій, звідси слідує:

$$-s'(x^{\alpha *}) + s'(x^{\alpha}) > -S'(\mu x^0) + S'(\mu x^{\alpha}).$$

Оскільки $x^{\alpha *}$ і μx^0 константи, отримаємо:

$$s'(x^{\alpha}) > S'(\mu x^{\alpha}) = \mu S'(x^{\alpha}) \Rightarrow$$
$$\mu S'(x^{\alpha}) < s'(x^{\alpha}). \qquad (8)$$

Таким чином, виконання співвідношення штрафних функцій в пропорціях (8), робить агента незацікавленим збільшувати рівень маніпуляції, збільшуючи штраф за це, чекаючи при цьому зменшення штрафу від невиконання плану. Тоді, вочевидь, якщо виконується (8), то агент не буде зацікавлений маніпулювати інформацією, оскільки штраф за це перевищуватиме зменшення штрафу від недовиконання плану. Таким чином, при виконанні співвідношення (8) для лінійної функції штрафів, стратегією агента буде надавання об'єктивної інформації $x^{\alpha *}$, аби мінімізувати штраф від спотворення своїх параметрів. Таким чином, доведена друга частина теореми 2. Неважко побачити, що виконання умови (8) є умовою виконання другої частини теореми 2 і в тому випадку, якщо функції штрафів нелінійні.

Загалом, основними умовами виконання теореми 2 є введення двох штрафних функцій, які співвідносяться один з одним таким чином (2):

$$\mu S'(x) < s'(x) < S'(x), \quad \forall x \in (x^{\alpha}; x^{p}) \qquad (9)$$

Виконання лівої частини нерівності необхідне для забезпечення неманіпулятивності інформацією з боку агента, правої – для наділу планової точки x^p статусом рівноважною в домінантних стратегіях для агента.

Таким чином, в статті сформульовано завдання рефлексивного управління в плануванні виробничої діяльності на підприємстві, яке виявляє проблему мотивації персоналу, що бере участь в плануванні і виконанні планів, а також проблему спотворення інформації, що надається суб'єктами планування на верхні рівні управління. Вирішення виявленої проблеми знайдене з використанням теорії ієрархічних ігор, і полягає обґрунтуванні такої системи стимулювання суб'єктів планування, при якій агенти не зацікавлені спотворювати свої можливості по виконання планових рішень, а їх цільові функції погоджені з метою підприємства виконати план в повному обсязі.

Литература

1. Губко М.В. Теория игр в управлении организационными системами / М.В. Губко, Д.А. Новиков. – М.: Синтег, 2002. – 148 с.
2. Новиков Д.А. Стимулирование в организационных системах. М.: Синтег, 2003. – 312 с
3. Новиков Д.А. Модели рефлексивного принятия решений / Д.А. Новиков, А.Г. Чхартишвили // Проблемы управления. – 2004. – № 4. – С. 62 – 70.
4. Новиков Д. А. Рефлексивные игры / Д.А. Новиков, А.Г. Чхартишвили. – Г.: СИНТЕГ, 2003. – 160 с. – (Серия «Управление организационными системами»).
5. Петраков С.Н. Механизмы планирования в активных системах: неманипулируемость и множества диктаторства. М.: ИПУ РАН, 2001. – 135 с.
6. Лепа Р.Н. Особенности принятия решений в управлении экономическими объектами: моногр. / Р.Н. Лепа, Е.Л. Петрачкова, О.В. Буткевич / НАН Украины. Ин-т экономики промышленности. – Донецк, 2004. – 110 с.
7. Лепа Р.М. Системна концепція рефлексивного механізму прийняття управлінських рішень / Р.М. Лепа // Економічна кібернетика. –2004. – №3-4 (27-28). – С. 76-82.
8. Гермейер Ю.Б. Игры с непротивоположными интересами. М.: Наука, 1976. – 328с.
9. Кукушкин Н.С. Теория неантагонистических игр / Н.С. Кукушкин, В.В. Морозов. – М.: МГУ, 1984. – 104 с.

Рекомендовано до друку:
д.т.н., проф. Кочурою Ю.В., 28.06.2011 р.

Надійшла до редакції
10.06.2011 р.