Міністерство освіти і науки України

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ТА ПОВЕДІНКОВА ЕКОНОМІКА

Конспект лекцій

Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського
як навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра
за освітньою програмою «Економічна аналітика»
спеціальності 051 Економіка

Укладачі: В. О. Капустян, Ж. Т. Черноусова

Електронне мережеве навчальне видання

Київ
КПІ ім. Ігоря Сікорського
2025

УДК 330.46

Укладачі: *Капустян Володимир Омелянович*, д-р фіз.-мат. наук., проф.
Черноусова Жанна Трохимівна, канд. фіз.-мат. наук., доц.

Рецензент *Пишнограєв І. О.*, к. ф.-м. н., доц., директор ННЦ «Світовий центр даних з геоінформатики та сталого розвитку»

Відповідальний редактор *Рисцов І. К.,* д. ф.-м. н., проф.

Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського
(протокол № 5 від 06.03.2025 р.)
за поданням вченої ради факультету менеджменту та маркетингу
(протокол № 7 від 30.01.2025 р.)

330 **Експериментальна та поведінкова економіка**. Конспект лекцій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освіт. програмою «Економічна аналітика» спец. 051 Економіка / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В. О. Капустян, Ж. Т. Черноусова. – Електрон. текст. дані (1 файл). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. – 176 с.

Конспект лекцій присвячено експериментальній та поведінковій економіці й спрямовано на формування уявлення про механізми прийняття економічних рішень в умовах обмеженої раціональності, невизначеності та соціальної взаємодії. Розглянуто експериментальні методи дослідження, поведінкові та нейроекономічні моделі, ігри з неповною інформацією, соціальні уподобання, міжчасовий вибір.

Конспект призначений для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Економічна аналітика» спеціальності 051 «Економіка» та може бути корисним усім, хто цікавиться сучасними методами аналізу економічної поведінки та математичним моделюванням економічних процесів.

УДК 330.46

Реєстр. № НП 24/25-331. Обсяг 9,5 авт. арк.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
проспект Берестейський, 37, м. Київ, 03056
https://kpi.ua
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців, виготовлювачів
і розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 5354 від 25.05.2017 р.

ЗМІСТ

ВСТУП

Сучасна економічна наука дедалі більше відходить від спрощених уявлень про абсолютно раціонального економічного агента, який завжди володіє повною інформацією, здатний до безпомилкових обчислень і приймає оптимальні рішення незалежно від контексту. Реальні економічні процеси – на фінансових ринках, у споживчій поведінці, в інвестиційних рішеннях, у державній політиці – демонструють систематичні відхилення від передбачень класичних моделей. Саме ці відхилення стали поштовхом до розвитку експериментальної, поведінкової та нейроекономіки.

Водночас принципово важливо підкреслити, що поведінкова та експериментальна економіка не протиставляються раціональним неокласичним моделям, а спираються на них як на фундаментальну аналітичну основу. Раціональні моделі економіки – теорія споживчого та виробничого вибору, оптимізаційні задачі, моделі ринкової рівноваги, а також теорія ігор – формують базову мову економічного аналізу, без якої неможливе коректне осмислення сучасних напрямів економічної науки.

По-перше, раціональні моделі виконують роль нормативного еталону, відносно якого виявляються та інтерпретуються поведінкові відхилення. Поняття «аномалій», «обмеженої раціональності», «когнітивних викривлень» або «соціальних уподобань» мають зміст лише за умови чіткого розуміння того, які саме результати передбачає класична теорія. Без знання раціональних моделей неможливо визначити, від яких теоретичних очікувань відбувається відхилення і чи є воно економічно значущим.

По-друге, експериментальна економіка використовує раціональні моделі як базову гіпотезу, що підлягає емпіричній перевірці. Лабораторні та польові експерименти не заперечують неокласичні підходи, а досліджують межі їх застосовності в умовах обмеженої інформації, когнітивних обмежень та соціальної взаємодії. Саме порівняння експериментальних результатів із теоретичними передбаченнями дозволяє зробити висновки про стабільність, адаптивність або обмеженість раціональних моделей.

По-третє, значна частина поведінкових моделей є модифікаціями або розширеннями класичних раціональних конструкцій. Вони ґрунтуються на зміні функцій корисності, введенні соціальних та моральних уподобань, альтернативних правил прийняття рішень або нових припущень щодо інформації та очікувань. Таким чином, поведінкова економіка не відмовляється від раціонального апарату, а уточнює та збагачує його з урахуванням емпірично спостережуваної поведінки.

Метою цього конспекту лекцій є послідовне формування у здобувачів вищої освіти цілісного уявлення про еволюцію економічного мислення – від раціональних неокласичних моделей до експериментальної, поведінкової та нейроекономіки. Курс демонструє, як строгі математичні конструкції раціонального вибору поєднуються з експериментальними методами, психологічними механізмами та міждисциплінарними підходами.

У першій частині курсу розглядаються раціональні моделі економіки, що становлять фундамент мікроекономічного аналізу: теорія споживання і виробництва, ринкові структури, загальна рівновага, економіка невизначеності та стратегічна взаємодія. Подальші лекції присвячені експериментальним і поведінковим моделям, аналізу соціальної взаємодії, іграм з неповною інформацією, а також нейроекономічним аспектам прийняття рішень.

Таким чином, курс вибудовується як послідовний перехід від формалізованих раціональних моделей до експериментальних і поведінкових підходів, що дозволяє поєднати строгий аналітичний апарат із емпіричним аналізом реальної економічної поведінки. Така логіка викладу створює цілісне підґрунтя для подальшого опанування сучасних методів сучасної економічної аналітики.

Тема 1. Раціональні моделі економіки

Розділ 1. Теорія споживання

1.1.1. Простір товарів та відношення переваги. Згадаємо деякі означення із економічної теорії.

Під *товаром* будемо розуміти будемо розуміти споживче благо або послугу, що надійшли у продаж у певний час та у певному місці.

Під *споживачем* будемо розуміти групу індивідуумів (може й одного), які спільно розподіляють свій дохід на закупівлю товарів.

Головна проблема раціонального ведення господарства споживачем полягає у вирішенні питання про те, яку кількість наявних товарів він повинен придбати за певний період при заданих цінах та споживчому доході. Математичні моделі подібної поведінки та результати їх аналізу і утворюють теорію особистого споживання.

Будемо вважати, що існує скінчене число n наявних товарів, які мають властивість *кількісної вимірності.* Це припущення не є обмежувальним, оскільки в економіці завжди можна перейти до *цінового індексу* кількості бідь якого товару чи групи товарів. Така операція робить кількісно порівняними (сумірними) всі якісно різні товари і дає можливість, якщо це потрібно, агрегувати товари в один *комплексний (складний)* товар. При цьому ціновий індекс деякого товару є ціною одиниці цього товару в певний базовий період часу: вектор таких цін $p \in R_+^n: p_i \geq 0,\ i = \overline{1,n}$.

Вибір споживача характеризуэться *набором товарів*$x' = (x_1, \ldots, x_n) \in R_+^n$, тобто товари вважаються *необмежено подільними,* а їх кількості невід'ємними. Тоді під *товарним простором* будемо розуміти множину векторів (наборів товарів) $X \in R_+^n$.

Вибір споживачем певного набору товарів залежить не тільки від його потреб, але і віл його смаків. Він характеризується суб'єктивним *відношенням переваги,* яке позначається через $\succeq$ і є парним порівнянням партій товарів (векторів). Запис $x \succeq y,\ x,\ y \in X$ означає, що споживач віддає перевагу набору товарів x перед набором товарів y $(x \succ y)$ або вважає їх рівноцінними $(x \sim y)$. У першому випадку говорять, що x *строго переважає* y, а у другому випадку говорять, що набори знаходяться у відношенні *байдужості.* Тоді $x \succeq y$ означає, що набір x *нестрого переважає* набір y.

Нам потрібно формалізувати відношення нестрогої переваги $\succeq$. Відомо, що досить загальним і добре розробленим являється спосіб опису переваг на «мові» бінарних відношень.

Нехай X − довільна множина. *Бінарним відношенням* ϱ на множині X називається підмножина множини $X^2 = X \times X$, тобто сукупність впорядкованих пар (a, b), де $a,\ b \in X$. Якщо $(a, b) \in \varrho$, то кажуть, що a і b знаходяться у відношенні ϱ і записують цей факт таким чином: $a\varrho b$. В залежності від властивостей бінарних відношень здійснюють їх типізацію. Наведемо визначення найбільш розповсюджених типів бінарних відношень.

Відношення ϱ називається *рефлексивним,* якщо $(a,a) \in \varrho \ \forall \ a \in X$; *іpефлексивним,* якщо $(a,a) \overline{\in} \ \varrho \ \forall \ a \in X$, тобто $a\varrho a$ несправедливо для жодного $a \in X$.

Відношення ϱ називається *симетричним,* якщо із того, що $(a,b) \in \varrho \Rightarrow (b,a) \in \varrho$; *асиметричним,* якщо із того, що $(a,b) \in \varrho \Rightarrow (b,a) \overline{\in} \ \varrho$; *антисиметричним,* якщо із того, що $(a,b) \in \varrho, (b,a) \in \varrho \Rightarrow a = b$.

Відношення ϱ називається *транзитивним,* якщо із того, що $(a,b) \in \varrho, (b,c) \in \varrho \Rightarrow (a,c) \in \varrho$.

Елементи $a,\ b \in X$ називаються *порівнювальними по* ϱ, якщо справедливо або $a\varrho b$, або $b\varrho a$ і *непорівнювальними по* ϱ в зворотньому випадку.

Відношення ϱ називається *повним (або зв'язним),* якщо довільні $a,\ b \in X$ порівнювальні по ϱ (в тому числі при $a = b$.) Відношення, яке не являється повним, називається *частковим (або незв'язним).*

Наприклад, бінарне відношення $\geq$ («не менше») на множині R^1 дійсних чисел є рефлексивним, антисиметричним, транзитивним і повним, а бінарне відношення $>$ («більше») на тій же множині є іpефлексивним, асиметричним, транзитивним і неповним.

Рефлексивне, симетричне і транзитивне бінарне відношення називається *еквівалентністю.*

Іpефлексивне, транзитивне бінарне відношення називається *строгим частковим порядком;* рефлексивне, транзитивне бінарне відношення називається *частковим квазіпорядком;* антисиметричний частковий квазіпорядок називається *частковим порядком;* повний частковий порядок називається *повним порядком.*

З точки зору порядку на R^1 бінарне відношення $\geq$ є повним порядком, а бінарне відношення $>$ є лише строгим частковим порядком.

Розглянемо бінарні відношення на R^n, які можна сконструювати за допомогою вказаних вище двох бінарних відношень на R^1:

$$1)\ a \geqq b \leftrightarrow a_i \geq b_i, \quad i = \overline{1,n};$$

2) $a \geq b \leftrightarrow a \geqq b$ і $a \neq b$, тобто серед нерівностей $a_i \geq b_i$, $i = \overline{1,n}$ хоч би одне виконується строго;

$$3)\ a > b \leftrightarrow a_i > b_i, \quad i = \overline{1,n};$$

4) $a \ \overline{>} \ b \leftrightarrow a = b$ або $a_i > b_i$ хоч би для одного i.

Очевидно, що відношення 1) є частковим порядком, 2) і 3) – строгі часткові порядки, а 4) – лише рефлексивне.

Таким чином, означені вище бінарні відношення на R^n нас не задовольняють: «найкраще» із них $\geqq$ є неповним. Тому уведемо бінарне відношення нестрогої переваги $\succeq$ аксіоматично.

Аксіома 1. Відношення нестрогої переваги $\succeq$ є повним квазіпорядком.

Аксіома 2. Відношення нестрогої переваги $\succeq$ *є неперервним, тобто множина* $\{(x,y) \in X \times X: x \succ y\}$ *являється відкритою у декартовому добутку* $X \times X$.

Зміст аксіоми 1 щодо встановлення певного порядку відносно споживчих наборів очевидний. Зміст аксіоми 2 полягає в наступному: для любих наборів $x^0, y^0 \in X: x^0 \succ y^0$ $\exists$ $\varepsilon_1, \varepsilon_2 > 0$ такі, що для всіх $x \in O_{\varepsilon_1}(x^0)$, $y \in O_{\varepsilon_2}(y^0) \Rightarrow x \succ y$.

Далі пару $(X, \succeq)$, тобто простір товарів з відношенням нестрогої переваги $\succeq$ певного споживача будемо називати *полем переваги* цього споживача.

1.2. Порядкові функції корисності. Теорема Дебре. Нехай $(X, \succeq)$ – поле переваг, $X \subseteq R^n$, відношення переваги $\succeq$ задовольняє аксіомі I.

Означення 1.1. *Числова функція* U: $X \rightarrow R$ *називається індикатором переваги* $\succeq$, *або функцією корисності, що зображує відношення переваги* $\succeq$, *якщо*

$$U(x) \geq U(y) \Leftrightarrow x \succeq y \; \forall x,y \in X \; \bullet$$

Якщо функція корисності $U(x)$ зображує відношення переваги $\succeq$, то множина рівнів цієї функції є класами байдужості для $\succeq$, тобто

$$U(x) = U(y) \Leftrightarrow x \succeq y \sim x, y \in X.$$

Теорема 1.1. I) *Якщо* $U(x)$, $x \in X$ – *функція корисності для поля переваг* $(X, \succeq)$ *і* f: $U(X) \rightarrow R^1$ *строго зростаюча функція, то суперпозиція* $f \circ U(x) = f(U(x))$ *також є функцією корисності, що зображує поле переваг* $(X, \succeq)$;

II) Якщо $U(x)$ і $V(x)$ – дві функції корисності, які зображують поле переваг $(X, \succeq)$, то існує така строго зростаюча дійсна функція $f(t,)$ визначена на $U(X)$, що $V(x) = f \circ U(x) = f\big(U(x)\big)$, $x \in X$ •

Приклади функцій корисності.

Приклад 1.1.(*лінійна функція корисності.*) Ця функція має вигляд

$$U(x) = \sum_{i=1}^{n} a_i x_i, \; x \in R_+^n,$$

де a_j – граничні корисності споживача за товаром j.

За допомогою квадратичної функції $f(z) = z^2$, $z \geq 0$, яка є строго зростаючою, одержимо квадратичну функцію корисності

$$V(x) = f(U(x)) = (\sum_{i=1}^{n} a_i x_i)^2 = \sum_{i=1}^{n} a_i^2 x_i^2 + 2\sum_{i=1}^{n} a_i x_i a_j x_j,$$

яка характеризує теж відношення переваги, що і функція $U(x)$.

Приклад 1.2. (*мультиплікативна функція корисності.*) Ця функція має вигляд

$$U(x) = \prod_{i=1}^{n} x_i^{\alpha_i}, \; x \in R_+^n, \alpha_i > 0, \; i = \overline{1,n}.$$

При цьому граничні корисності мають вигляд

$$MU_i(x) = \alpha_i \frac{U(x)}{x_i} > 0, \; x \in intR_+^n.$$

За допомогою строго зростаючої функції $f(z) = z^\gamma$, $z \geq 0$, $\gamma = (\sum_{i=1}^{n} \alpha_i)^{-1}$ одержимо функцію корисності Кобби - Дугласа

$$V(x) = \prod_{i=1}^{n} x_i^{\beta_i},\ x \ \in R_+^n,$$

$$0 < \beta_i = \frac{\alpha_i}{\sum_{j=1}^{n} \alpha_j} < 1, \sum_{j=1}^{n} \beta_j = 1.$$

яка характеризує теж відношення переваги, що і функція $U(x)$.

Зауважимо, жо для функції корисності $V(x)$ граничні корисності $MV_i(x)$ є спадними функціями, оскільки

$$\frac{\partial\ MV_i(x)}{\partial x_i} = \beta_i(\beta_i \ - \ 1)\frac{V(x)}{x_i^2} < 0,\ x \ \in intR_+^n.$$

Таким чином, можна сказати, що функція корисності споживача виражає *порівняльну (ординалістську)* кількісну міру цінності різних споживчих наборів.

Одним із основних результатів теорії споживання є

Теорема 1.2. *(Дебре Ж.). Якщо множина* X *поля переваг* $(X, \succeq)$ *є зв'язною, а відношення переваги – неперервне, то існує функція корисності* $U(x),\ x \ \in \ X$, *що зображує це поле* •

1.3. Неокласична задача споживання. Нехай функція корисності споживача $U(x),\ x \ \in R_+^n$ є двічі диференційованою, монотонно зростаючою і строго угнутою, а бюджетне обмеження має вигляд $p'\ x \ \leq I$, де $p \ \in \ R_+^n$ - вектор цін, I - буджет (дохід) споживача. Тоді раціональна поведінка споживача визначається такою задачею опуклого програмування (неокласична задача споживання):

$$U(x_1, \ldots, x_n) \ \rightarrow \ \max,$$

$$\sum_{i=1}^{n} p_i x_i = p'\ x \ \leq I,$$

$$x_j \ \geq \ 0,\ j \ = \overline{1, n}. \qquad (1.1)$$

Застосуємо до задачі (1) необхідні і достатні умови оптимальності першого порядку (теорему Лагранжа). Вони будуть мати вигляд

$$ML_i(x^*, \lambda^*) = \ MU_i(x^*) \ - \ \lambda^* p_i \ = \ \frac{\partial\, U}{\partial\, x_i} - \lambda^* p_i \leq \ 0,$$

$$x_i^*\ ML_i(x^*, \lambda^*) = x_i^*(MU_i(x^*) \ - \ \lambda^* p_i) = 0,\ i \ = \overline{1, n},$$

$$\frac{\partial L(x^*, \lambda^*)}{\partial \lambda} = \ I \ - \ p' x^* \ \geq \ 0, \lambda^*(I \ - \ p' x^*) = 0. \qquad (1.2)$$

Припустимо, що всі товари повинні бути купленими, тобто $x_i^* > 0,\ i \ = \overline{1, n}$. Тоді із другого співвідношення умов оптимальності (1.2) і додатності $MU_i(x^*)$ отримаємо, що

$$\lambda^* = \frac{MU_i(x^*)}{p_i} > 0, \ i \ = \overline{1, n}. \quad (1.3)$$

Звідси і четвертого співвідношення умов оптимальності (2) будемо

$$I \ - \ p'x^* = 0.$$

Таким чином, умови оптимальності (8) приймають вигляд системи рівнянь

$$MU_i(x^*) \ - \ \lambda^* p_i = 0, \overline{1, n},$$

$$I \ - \ p'x^* = 0. \quad (1.4)$$

Розділ 2. Теорія виробництва.

2.1. Простір витрат і виробничі функції. Будемо вважати, що підприємство (фірма) випускає тільки один вид продукції, використовуючи m виробничих факторів або виробничих витрат. Таке підприємство будемо називати *однопродуктовим.* Діяльність *багатопродуктового підприємства,* яке виробляє кілька видів продукції, буде розглянута в кінці цього розділу з використанням математичного моделювання діяльності однопродуктового підприємства.

Загальні виробничі витрати за певний перід часу можна охарактеризувати за допомогою вектора витрат $x \ \in R^m_+$. Тоді *простір витрат це множина* $X \ \subseteq \ R^m_+$.

Переходячи в разі потреби до цінових індексів кількості факторів виробництва, їх можна робити сумірними та агрегувати у потрібні для заданої моделі групи. Досить часто факторами виробництва вважаються такі агреговані фактори:

1) *виробничий капітал* K, що є втіленням нагромадженої праці у формі *основних виробничих фондів* (засобів праці - обладнання, виробничої інфраструктури, тощо);
2) сучасну *працю* L;
3) *матеріали* M, що є предметами праці і складають *оборотні фонди.*

Під *виробничою функцією* будемо розуміти відображення $F\colon \ X \ \rightarrow \ R^1_+$, яке формується прийнятою технологією переробки виробничих факторів.

Тоді кількість випущеної підприємством продукції у певний час має вигляд $q \ = \ F(x), \ x \ \in \ X \ \subseteq R^m_+$.

Виробничі функції повинні задовольняти певним загальним умовам, які ми сформулюємо у вигляді аксіом.

Аксіома 1. (Відсутність "рогу достатку"): $F(0) = 0$, тобто неможливо виробити щось із нічого.

Аксіома 2. (Монотонність.) Існує підмножина E простору витрат X, яка називається *економічною областю,* в якій збільшення будь - якого виду витрат не призводить до зменшення випуску продукції, тобто із $x^1, x^2 \ \in \ E\colon x^1 \ \geq \ x^2 \ \Rightarrow \ F(x^1) \ \geq F(x^2)$.

Аксіома 3. (Угнутість.) Існує опукла підмножина D економічної області E, на якій виробнича функція $F(x)$ буде угнутою, тобто $F(\alpha \ x^1 \ + \ (1 \ -$

$\alpha)x^2) \geq \alpha F(x^1) + (1 - \alpha) F(x^2)\ \forall\ x^1, x^2 \in D,\ \alpha \in [0,1].$

Аксіома 3 відображає економічний *закон спадної віддачі (спадної дохідності):* коли витрати одного виробничого фактора поступово збільшуються при фіксованих інших фактрах, то в кінцевому результаті досягається особлива область, де приріст продуктивності спадає.

При моделюванні виробництва в межах неокласичного підходу вважається, що виробнича функція $F(x)$ є двічі диференційованою по сукупності змінних. Це дає змогу використовувати апарат математичного аналізу (маржиналістський підхід). Тоді градієнт виробничої функції

$$F'(x) = \{\frac{\partial F(x)}{\partial x_i}\}_{i=1}^{m} = MP(x) \tag{2.1}$$

називають *граничним продуктом,* а частинні похідні

$$\frac{\partial f(x)}{\partial\ x_i} = MP_i(x),\ i = \overline{1,m} \tag{2.2}$$

називають *частинними граничними продуктами.*

На мові граничних продуктів аксіома 2 приймає вигляд

$$E = \{x \in X\colon MP(x) \geq 0.\} \tag{2.3}$$

Аксіому 3 підсилимо, вимагаючи від'ємної визначеності матриці других похідних (матриці Гессе)

$$F''(x) = \{\frac{\partial^2 F(x)}{\partial x_i\ \partial x_j}\}_{i,j=1}^{m} < 0. \tag{2.4}$$

Із (2.4) витікає закон спадної віддачі:

$$\frac{\partial^2 F(x)}{\partial x_i^2} < 0,\ i = \overline{1,m}. \tag{2.5}$$

Для аналітичного моделювання ринку, підрозділів економічної системи та і всього виробничого сектору економіки використовують *неокласичні виробничі функції,* які є звуженням виробничих функцій, що задаються аксіомами 1 – 3. Такі функції для випадку двох агрегованих факторів ($K,\ L$) задаються умовами:

1) вони неперервно диференційовані за сукупністю аргументів;

2) за відсутності одного із ресурсів K або L виробництво стає неможливим, тобто $F(0, L) = F(K, 0) = F(0,0) = 0$;

3) граничні продукти мають бути додатніми, тобто

$$\frac{\partial F}{\partial K} > 0, \frac{\partial F}{\partial L} > 0;$$

4) виконується закон спадної віддачі

$$\frac{\partial^2 F}{\partial K^2} < 0, \frac{\partial^2 F}{\partial L^2} < 0;$$

5) при необмеженому збільшенні одного із ресурсів випуск продукції необмежено зростає, тобто $F(\infty, L) = F(K, \infty) = \infty$;

6) (при необхідності) виробнича функція повинна бути однорідною першого ступеня за аргументами, тобто $F(\alpha K, \alpha L) = \alpha\ F(K, L)$ для всіх $\alpha,\ K,\ L > 0$.

Прикладом неокласичної виробничої функції є функція Кобби - Дугласа

$q = F(K,L) = A\ K^{\beta}L^{1-\beta},\ A > 0,\ \beta \in (0,1)$. Дійсно, виконання умов 1) – 2) очевидне. Перевіримо виконання інших умов.

Умова 3):

$$\frac{\partial F(K,L)}{\partial K} = \beta\ \frac{F(K,L)}{K} > 0, \frac{\partial F(K,L)}{\partial L} = (1 - \beta)\frac{F(K,L)}{L} > 0.$$

Умова 4):

$$\frac{\partial^2 F(K,L)}{\partial K^2} = \beta\ (\beta - 1)\frac{F(K,L)}{K^2} < 0,$$

$$\frac{\partial^2 F(K,L)}{\partial L^2} = -(1 - \beta)\ \beta\ \frac{F(K,L)}{L^2} < 0.$$

Умова 5):

$$\lim_{K\to\infty} F(K,L) = \lim_{L\to\infty} F(K,L) = \infty.$$

Умова 6):

$$F(\alpha K, \alpha L) = A\ (\alpha\ K)^{\beta}(\alpha\ L)^{1-\beta} = \alpha\ F(K,L).$$

Приклади виробничих функцій.

Лінійні виробничі функції. Ця функція має вигляд

$$q = F(x) = \sum_{i=1}^{m} a_i x_i,\ x \in R_+^m, a_i = MP_i(x) > 0, i = \overline{1,m}.$$

Ця функція одночасно є опуклою і вігнутою. Ізоквантами виступають гіперплощини

$$\sum_{i=1}^{m} a_i x_i = q^0 > 0.$$

Еластичність виробництва для лінійної функції

$$\varepsilon(x) = \frac{1}{F(x)}\sum_{i=1}^{m} a_i x_i = \frac{F(x)}{F(x)} = 1.$$

Мультиплікативні виробничі функції. Такі функції мають вигляд

$$q = F(x) = \beta_0 \prod_{i=1}^{m} x_i^{\beta_i},\ x \in R_+^m, \beta_i > 0, i = \overline{0,m}.$$

Тоді еластичність виробництва для мультиплікативної функції

$$\varepsilon(x) = \frac{1}{F(x)}\sum_{i=1}^{m} \beta_i\ Fx = \sum_{i=1}^{m} \beta_i.$$

2.2. Неокласична теорія поведінки однопродуктової фірми. Неокласична теорія поведінки діяльності однопродуктової фірми з виробничою функцією $F(x)$ включає короткострокове та довгострокове планування. При цьому будемо вважати, що фірма працює в умовах досконалої конкуренції як на ринку ресурсів, так і на ринку випущеної продукції, тобто задані екзогенно як ціни на ресурси $\omega_i > 0,\ i = \overline{1,m}$, так і ціна одиниці продукції $p > 0$.

У цих умовах дохід фірми R і загальні витрати C задаються виразами

$$R = p\ q = p\ F(x),\ C = \sum_{i=1}^{m} \omega_i x_i = x'\omega,$$

де $x \in R_+^m$ – ендогенний вектор попиту на ресурси.

Тоді неокласична модель поведінки діяльності однопродуктової фірми в довгостроковому періоді буде мати вигляд

$$\pi(x) = p\ F(x) - x'\omega \rightarrow \max,\ x \in R_+^m, \tag{2.6}$$

де $\pi(x)$ – прибуток фірми при заданому векторі ресурсів x.

Відповідна неокласична модель в короткостроковому періоді буде мати вигляд

$$\pi(x) = p\ F(x) - x'\omega \to \max,$$

$$g_j(x) \le 0,\ j = \overline{1,l},\ x \in R_+^m, \qquad (2.7)$$

тобто ця модель містить додаткові обмеження на кількість ресурсів.

Повернемось до моделі (2.6). Припустимо, що виробнича функція $F(x)$ задовольняє умовам:

1) $F(x)$ має матрицю других похідних;
2) її граничний продукт невід'ємний
$$MP_i(x)\frac{\partial F(x)}{\partial x_i} \ge 0,\ i = \overline{1,m};$$
3) матриця других похідних (матриця Гессе)
$$F''(x) = \{\frac{\partial^2 F(x)}{\partial x_i\ \partial x_j}\}_{i,j=1}^m -$$
від'ємно визначена.

Тоді задача (2.6) є строго вігнутою, тобто має єдиний розв'язок (модель продуктивна), який характеризується необхідними і достатніми умовами оптимальності [5]

$$p\ MP_i(x) - \omega_i \le 0, x_i(p\ MP_i - \omega_i) = 0, x_i \ge 0,\ i = \overline{1,m}. \qquad (2.8)$$

Припустимо, що всі фактори виробництва були використані, тобто $x_i > 0,\ i = \overline{1,m}$. Тоді умови оптимальності (2.8) набудуть вигляду

$$p\ MP_i(x) = \omega_i,\ i = \overline{1,m}. \qquad (2.9)$$

Розглянемо дві моделі раціональні поведінки однопродуктової фірми, які в певному сенсі будуть двоїстими до моделі (2.6).

1. Задача максимізації випуску продукції фірмою в довгостроковому періоді із заданим обсягом виробничих видатків c і технологією, що описується виробничою функцією $F(x),\ x \in D \subseteq R_+^m$, має вигляд

$$F(x) \to \max, x'\ \omega \le c,\ x \ge 0. \qquad (2.10)$$

Необхідні і достатні умови оптимальності для оптимального вектора витрат $\bar{x}^* > 0$ будуть мати вигляд

$$MP_j(\hat{\bar{x}}^*) = \bar{\lambda}^*\omega_j,\ j = \overline{1,m},$$

$$\sum_{k=1}^m \omega_k\bar{x}_k^* = c, \bar{x}_k^* > 0, k = \overline{1,m}, \qquad (2.11)$$

де $\bar{\lambda}^*$ – множник Лагранжа відповідної функції Лагранжа $L(x,\lambda) = F(x) + \lambda\ (c - x'\ \omega)$.

Встановимо зв'язок між розв'язками задачі (2.6) – x^* та задачі (2.11) – $\bar{x}^*$ відповідно.

Теорема 2.1. *Якщо x^* – єдиний розв'язок задачі (2.6), то задача (2.11) при виконанні умови $c = (x^*)'\ \omega$ також має єдиний розв'язок $\bar{x}^*$ і $\bar{x}^* = x^*$.*

2. Задача мінімізації видатків при заданому рівні пропозиції q фірми, тобто

$$C(x) = x'\ \omega \to \min,\ F(x) = q,\ x \ge 0. \qquad (2.12)$$

Необхідні і достатні умови оптимальності для оптимального вектора витрат $x_* > 0$ будуть мати вигляд

$$\lambda_* \ MP_j(x_*) = \omega_j,\ j \ = \overline{1,m},$$

$$F(x_*) = \ q, \qquad (2.13)$$

де λ_* – множник Лагранжа відповідної функції Лагранжа $L(x,\lambda) = x' \ \omega \ + \lambda \ (q \ - \ F(x))$.

Приклад 2.1. Нехай фірма з виробничою мультиплікативною функцією $F(K,L) = \ A \ K^a L^b, a,\ b \ > 0$, орієнтована в своїй діяльності на отримання максимального прибутку при фіксованих цінах на продукцію $p \ > 0$ та ресурси $\omega_i > 0,\ i \ = \overline{1,2}$.. Знайти функції попиту фірми на капітал та працю.

Сформульована задача є задачею на максимізацію прибутку (20) при $m \ = 2$. Умови оптимальності (24) для неї будуть мати вигляд

$$p \ a \ \frac{F(K^*,L^*)}{K^*} \ - \ \omega_1 = 0,\ p \ b \ \frac{F(K^*,L^*)}{L^*} \ - \omega_2 = 0.$$

Звідси знаходимо, що

$$K^* = \ p \ a \ \frac{F(K^*,L^*)}{\omega_1}, L^* = \ p \ b \ \frac{F(K^*,L^*)}{\omega_2}. \qquad (2.14)$$

Якщо $a \ + \ b \ \neq \ 1$, то нелінійну систему (2.14) можна розв’язати аналітично. Дійсно, нехай $F^* = F(K^*,L^*)$. Тоді

$$F^* = \ A \ (K^*)^a (L^*)^b = \ A \ (p \ a \ \frac{F(K^*,L^*)}{\omega_1})^a (p \ b \ \frac{F(K^*,L^*)}{\omega_2})^b =$$

$$= \ A \ (\frac{p \ a}{\omega_1})^a (\frac{p \ b}{\omega_2})^b (F^*)^{a+b}.$$

З цього рівняння знаходимо

$$F^* = A^{\frac{1}{1-a-b}} (\frac{p \ a}{\omega_1})^{\frac{a}{1-a-b}} (\frac{p \ b}{\omega_2})^{\frac{b}{1-a-b}}.$$

Звідси із (2.14) отрмаємо шукані функції попиту на капітал та працю

$$K^* = A^{\frac{1}{1-a-b}} (\frac{p \ a}{\omega_1})^{\frac{a}{1-a-b} \ + \ 1} (\frac{p \ b}{\omega_2})^{\frac{b}{1-a-b}},$$

$$L^* = A^{\frac{1}{1-a-b}} (\frac{p \ a}{\omega_1})^{\frac{a}{1-a-b}} (\frac{p \ b}{\omega_2})^{\frac{b}{1-a-b} \ + \ 1}.$$

Якщо $a \ + \ b \ = 1$, тобто коли виробнича функція є функцією Коббі - Дугласа, то для неї не існує F^* і задача максимізації прибутку фірми не буде мати розв’язку.

2.3. Фірма в умовах монополії та монопсонії. Олігополія та олігопсонія. В попередніх лекціях цього розділу виконувалось припущення про *досконалу конкуренцію* на товарному та ресурсному ринках, тобто фірма розробляє лінію своєї поведінки, виходячи із заданих цін на продукцію та фактори виробництва і не намагається своїми діями впливати на них. На практиці це припущення в більшості випадків не виконується і виникає ситуація, яка називається *недосконалою конкуренцією.* Фірма володіє деякою *монопольною владою,* якщо вона здатна впливати на ціну продукції, а монопсонія дає владу впливати на фактори виробництва.

Фірма - монополіст може впливати на ціну продукції, змінюючи обсяги випуску своєї продукції, тобто $p = p(q)$. Ця функція характеризує ціну, яку фірма може призначити за різних умов пропозиції продукції. В цьому питанні фірма - монополіст може дотримуватись різних політик. Виділимо із них дві крайніх:

$a)$ збільшення виробництва та пропозиції випуску продукції та зменшення ціни на неї;

$b)$ зменшення виробництва та пропозиції випуску продукції та збільшення ціни на неї.

Для обох цих випадків виконується умова

$$\frac{dp(q)}{dq} < 0. \qquad (2.15)$$

Валовий дохід фірми - монополіста R є функцією випуску і має вигляд $R(q) = p(q)\ q,$ а граничний дохід $MR(q)$ характеризує зміну валового доходу від зміни випуску продукції і має вигляд

$$MR(q) = \frac{dR(q)}{dq} = p(q) + \frac{dp(q)}{dq}\ q. \qquad (2.16)$$

Враховуючи (2.15), із (2.16) отримаємо такий висновок: *у випадку морополії граничний дохід буде меншим за ціну,* тобто $MR(q) < p(q)$.

Монополіст на ринку ресурсів (факторів виробництва) називається *монопсоністом.* Він здійснює закупівлю факторів виробництва у великих обсягах і при цьому може впливати на їх ціну, тобто $\omega_j = \omega_j(x_j),\ j = \overline{1,m}$. Ця функція характеризує ціну, яку фірма - монопсоніст може запропонувати продавцеві за різні обсяги факторів вирбництва. В цьому питанні фірма - монопсоніст може дотримуватись різних політик. Виділимо із них дві крайніх:

$a)$ збільшення обсягів закупівлі факторів виробництв зі збільшенням ціни на них;

$b)$ зменшення обсягів закупівлі факторів виробництв зі зменшенням ціни на них.

Для обох цих випадків виконується умова

$$\frac{d\omega_j(x_j)}{dx_j} > 0,\ j = \overline{1,m}. \qquad (2.17)$$

Вартість витрат j - го виду має вигляд $C_j(x_j) = \omega_j(x_j)x_j$, а гранична вартість витрат j - го виду $MC_j(x_j)$ характеризує зміни цих витрат і має вигляд

$$MC_j(x_j) = \frac{dC_j(x_j)}{dx_j} = \omega_j(x_j) + \frac{d\omega_j(x_j)}{dx_j}x_j. \qquad (2.18)$$

Враховуючи (2.17), із (2.18) отримаємо такий висновок: *у випадку моропсонії гранична вартість витрат перевищує їх оплату,* тобто $MC_j(x_j) > \omega_j(x_j)$.

Враховуючи наведений вище аналіз діяльності фірми - монополіста, можемо сформулювати таку модель її поведінки в довгостроковому періоді:

$$\pi(q,x) = p(q)\ q - \sum_{j=1}^{m} \omega_j(x_j)x_j \rightarrow \max,$$

$$q \;=\; F(x_1,\ldots,x_m),\; x \;\in\; R_+^m, \tag{2.19}$$

тобто це задача максимізаціїї прибутку фірми, коли вона одночасно є монополістом як на товарному ринку, так і на ринку факторів виробництва.

Розглянемо моделі, двоїсті до моделі (2.19).

Перша із них буде полягати у максимізації валового доходу при обмеженні на видатки, тобто

$$p(q)\; q \;\to\; \max,\; q \;=\; F(x_1,\ldots,x_m),$$
$$\sum_{j=1}^{m} \omega_j(x_j)x_j \;\le\; c,\; x \;\in\; R_+^m. \tag{2.20}$$

Друга модель буде полягати у мінімізації видатків при заданому рівні валового доходу $\hat{R}$, тобто

$$\sum_{j=1}^{m} \omega_j(x_j)x_j \;\to\; \min,$$
$$p(q)\; q \;= \hat{R},\; q \;=\; F(x_1,\ldots,x_m),\; x \;\in\; R_+^m. \tag{2.21}$$

Повернемось до аналізу базової моделі (2.19). Для цього випишемо функцію Лагранжа

$$L(q,x,\lambda) = \; p(q)\; q \;-\; \sum_{j=1}^{m} \omega_j(x_j)x_j \;+\lambda\; (F(x) \;-\; q),$$

де λ – множник Лагранжа.

Тоді необхідні умови оптимальності для цієї задачі у вигляді рівнянь (в припущенні, що $q,\; x \; > 0$) будуть мати вигляд

$$\frac{\partial L}{\partial q} = \; MR(q) \;-\; \lambda \;= 0,$$
$$\frac{\partial L}{\partial x_i} = \;-\; MC_i(x_i) \;+\; \lambda \frac{\partial F(x)}{\partial x_i} = 0,\; i \;= \overline{1,m},$$
$$q \;=\; F(x). \tag{2.22}$$

Приклад 2.2. Нехай фірма - монополіст на товарному та ресурсному ринках з виробничою мультиплікативною функцією $q \;=\; F(K,L) = \; A\; K^a L^b,\; a,\; b \; > 0$, орієнтована в своїй діяльності на отримання мінімальних збитків при фіксованому рівні доходів $\hat{R}$, якщо ціни на продукцію та ресурси мають вигляд $p(q) = q^{-2}, \omega_1(K) = \; K, \omega_1(L) = \; L$. Знайти функції попиту фірми на капітал та працю.

Сформульована задача є задачею (2.21). Для неї виконані умови (2.15) та (2.17) щодо поведінки цін. Таким чином, ми маємо таку модель поведінки фірми:

$$K^2 \;+\; L^2 \;\to\; \min,\; F(K,L) = (\hat{R})^{-1}. \tag{2.23}$$

Функція Лагранжа для задачі (2.23) буде мати вигляд

$$L(K,L,\lambda) = K^2 \;+\; L^2 \;+\; \lambda\; ((\hat{R})^{-1} \;-\; F(K,L)).$$

Тоді умови оптимальності для цієї задачі запишуться таким чином

$$2K^2 \;-\; a\; \frac{\lambda}{\hat{R}} = 0{,}2L^2 \;-\; b\; \frac{\lambda}{\hat{R}} = 0. \tag{2.24}$$

Із (2.24) визначаємо

$$K \;= (\frac{a}{2\hat{R}})^{\frac{1}{2}} \lambda^{\frac{1}{2}},\; L \;= (\frac{b}{2\hat{R}})^{\frac{1}{2}} \lambda^{\frac{1}{2}}. \tag{2.25}$$

У формулах (2.25) невідомою є величина $\lambda^{\frac{1}{2}}$. Знайдемо її із умови $F(K,L) = (\hat{R})^{-1}$:

$$\lambda^{\frac{1}{2}} = (\frac{2(2\hat{R})^{\frac{a-b}{2}}}{A\ a^{\frac{a}{2}}b^{\frac{b}{2}}})^{\frac{1}{a+b}}.$$

Тоді, згідно (2.25), отримаємо

$$K_* = (\frac{a}{2\hat{R}})^{\frac{1}{2}}(\frac{2(2\hat{R})^{\frac{a-b}{2}}}{Aa^{\frac{a}{2}}b^{\frac{b}{2}}})^{\frac{1}{a+b}}, L_* = (\frac{b}{2\hat{R}})^{\frac{1}{2}}(\frac{2(2\hat{R})^{\frac{a-b}{2}}}{Aa^{\frac{a}{2}}b^{\frac{b}{2}}})^{\frac{1}{a+b}}. \qquad (2.26)$$

При цьому мінімальні видатки мають вигляд

$$L_* = \frac{a\ +\ b}{2\hat{R}}(\frac{2(2\hat{R})^{\frac{a-b}{2}}}{Aa^{\frac{a}{2}}b^{\frac{b}{2}}})^{\frac{2}{a+b}} = \frac{a\ +\ b}{2\hat{R}}(\frac{4(2\hat{R})^{a-b}}{A^2a^ab^b})^{\frac{1}{a+b}}$$

$$= (a\ +\ b)2^{\frac{2}{a+b}}(2\hat{R})^{-\ \frac{2b}{a+d}}A^{-\ \frac{2}{a+d}}a^{-\ \frac{a}{a+d}}b^{-\ \frac{b}{a+d}}. \qquad (2.27)$$

Знайдемо ціни на продукцію та на ресурси, при яких досягається мінімальне значення видатків (2.27)

$$p_* = \hat{R}^2, \omega_{1*} = K_*, \omega_{2*} = L_*.$$

Важливим випадком недосконалої конкуренції є *конкуренція серед небагатьох.* Це така ринкова ситуація та механізм, коли діє невелика кількість фірм і вони впливають на ціноутворення на продукцію і фактори виробництва. Таким чином, прибуток кожної фірми залежить від політики решти конкуруючих фірм. Тому, щоб визначити оптимальну політику, спрямовану на максимізацію прибутку, кожна фірма повинна враховувати не тільки свій безпосередній вплив на ринки товарів і факторів виробництва, але й побічний - через взаємодію своїх кокурентів.

Така ринкова структура, коли на ринку продукції пропозиції небагатьох фірм заповнюють весь ринок і кілька із них займають значну його частину, називається *олігополією.* Подібна ситуація на ринку ресурсів, коли попит на певні ресурси розподілений серед небагатьох фірм, а на окремі із них припадають значні частини попиту, називається *олігопсонією.*

Для побудови математичних моделей подібної недосконалої конкуренції застосовують різний математичний апарат, зокрема теорію ігор. Далі будемо розглядати варіант олігополії з двома конкурентами, тобто *дуополію.*

Нехай дві конкуруючі фірми виробляють однотипну продукцію, використовуючи технологічні процеси, які відображаться їхніми виробничими функціями

$$q_j = F_j(x_1^j, \ldots, x_m^j),\ j\ = \overline{1,2}, \qquad (2.28)$$

де q_j – випуск продукції j - ю фірмою, $x^j = \{x_i^j\}_{i=1}^m$ – її витрати.

Тоді ціна на продукцію визначається обома рівнями випуску, тобто $p\ = p(q_1, q_2)$. При цьому будемо припускати, що

$$\frac{\partial p}{\partial q_i} < 0,\ i\ = \overline{1,2}. \qquad (2.29)$$

Ціна будь - якого виду витрат залежить від їх закупівлі обома фірмами, тобто $\omega_i = \omega_i(x_i^1, x_i^2)$. При цьому будемо припускати, що

$$\frac{\partial \omega_i}{\partial x_i^j} > 0,\ j = \overline{1,2}. \quad (2.30)$$

Кожна фірма намагається діяти таким чином, щоб шляхом зміни своєї *стратегії* $q_i, x_1^i, \ldots, x_m^i,\ i = \overline{1,2}$ досягти найбільшого значення свого прибутку

$$\pi_j = p(q_1, q_2)q_j - \sum_{i=1}^{m} \omega_i(x_i^1, x_i^2)x_i^j, q_j = F_1(x_1^j, \ldots, x_m^j),\ j = \overline{1,2}. \quad (2.31)$$

Задача (31) є задачею векторної оптимізації в умовах конфлікту і для її розв'язання потрібно використати відповідний апарат теорії ігор. Це ми зробимо пізніше, а зараз для цієї задачі застосуємо міркування, характерні для однокритеріальної оптимізації.

Будемо вважати першу фірму оперуючою стороною, а дії другої фірми – неконтрольованими факторами для оперуючої сторони. Критерієм ефективності першої фірми є її прибуток π_1. Тоді завдання першої фірми полягає у визначені стратегії $q_1, x_1^1, \ldots, x_m^1$, яка максимізує її прибуток

$$\pi_1 = p(q_1, q_2)q_1 - \sum_{i=1}^{m} \omega_i(x_i^1, x_i^2)x_i^1, q_1 = F_1(x_1^1, \ldots, x_m^1). \quad (2.32)$$

Функція Лагранжа для цієї задачі має вигляд

$$L = \pi_1 + \lambda\ (F_1(x^1) - q_1),$$

де λ – множник Лагранжа.

Тоді умови оптимальності для випадку $q_1 > 0, x_i^1 > 0,\ i = \overline{1,m}$, будуть мати вигляд

$$\frac{\partial L}{\partial q_1} = p(q_1, q_2) + q_1\frac{\partial p}{\partial q_1} + q_1\frac{\partial p}{\partial q_2}\frac{\partial q_2}{\partial q_1} - \lambda = 0,$$

$$\frac{\partial L}{\partial x_i^1} = -\omega_i - x_i^1\frac{\partial \omega_i}{\partial x_i^1} - x_i^1\frac{\partial \omega_i}{\partial x_i^1}\frac{\partial x_i^2}{\partial x_i^1} + \lambda\frac{\partial F_1}{\partial x_i^1} = 0,\ i = \overline{1,m},$$

$$q_1 = F_1(x_1^1, \ldots, x_m^1). \quad (2.33)$$

Виключаючи із (2.33) множник Лагранжа, отримаємо таку систему оптимальності

$$(p(q_1, q_2) + q_1(\frac{\partial}{\partial q_1} + \frac{\partial p}{\partial q_2}\frac{\partial q_2}{\partial q_1}))\frac{\partial F_1}{\partial x_i^1} = \omega_i + x_i^1(\frac{\partial \omega_i}{\partial x_i^1} + \frac{\partial \omega_i}{\partial x_i^1}\frac{\partial x_i^2}{\partial x_i^1}),\ i = \overline{1,m},$$

$$q_1 = F_1(x_1^1, \ldots, x_m^1). \quad (2.34)$$

Умови оптимальності (2.34) будуть змістовними, якщо нам відома стратегія $q_2, x_1^2, \ldots, x_m^2$ другої фірми на товарному та ресурсному ринках. Крім того, нам потрібно знати величини

$$\frac{\partial q_2}{\partial q_1}, \frac{\partial \omega_i^2}{\partial \omega_i^1}, i = \overline{1,m}, \quad (2.35)$$

які називаються *гаданими варіаціями* і характеризують конкурента та його реакцію на обрану політику першої фірми. Подальший аналіз залежить від різних припущень щодо поведінки виразів (2.35). Тому спростимо вихідну задачу, поклавши: $p = a - b\ (q_1 + q_2),\ a, b > 0,$ – ціна одиниці продукції; $C_i = c\ q_i + d,\ c,\ d > 0,$ – витрати i - ї фірми на випуск продукції. Тоді прибутки фірм задаються виразами

$$\pi_i = (a - b\ (q_1 + q_2))q_i - c\ q_i - d,\ i = \overline{1{,}2} \qquad (2.36)$$

при додатковій умові

$$q_1 + q_2 \leq \frac{a}{b}, \qquad (2.37)$$

яка породжена невід'ємністю ціни на товари.

Кожна із фірм намагається максимізувати свій прибуток, змінюючи свої обсяги. Тоді умови оптимальності першого порядку для них будуть мати вигляд

$$\frac{\partial \pi_1}{\partial q_1} = a - b\ (q_1 + q_2) - b\ q_1(1 + \frac{\partial q_2}{\partial q_1}) - c = 0,$$

$$\frac{\partial \pi_2}{\partial q_2} = a - b\ (q_1 + q_2) - b\ q_2(1 + \frac{\partial q_1}{\partial q_2}) - c = 0. \qquad (2.38)$$

Дуополія Курно спирається на припущення

$$\frac{\partial q_2}{\partial q_1} = \frac{\partial q_1}{\partial q_2} = 0, \qquad (2.39)$$

тобто кожний із дуополістів вважає, що зміни у випуску його продукції не впливають на конкурента. Тоді *рівновага Курно* – це пара (q_1, q_2) випусків, яка задовольняє умови

$$\frac{\partial \pi_1}{\partial q_1}\Big|_{\frac{\partial q_2}{\partial q_1}} = 0, \frac{\partial \pi_2}{\partial q_2}\Big|_{\frac{\partial q_1}{\partial q_2}} = 0, \qquad (2.40)$$

або

$$2\ b\ q_1 + b\ q_2 = a - c,$$

$$b\ q_1 + 2\ b\ q_2 = a - c. \qquad (2.41)$$

Розв'язок системи (2.41) задається формулами

$$q_1 = q_2 = \frac{a - c}{3b},\ a > c, \qquad (2.42)$$

для яких виконується умова (2.37).

При цьому

$$\pi_1 = \pi_2 = (a - 2\ b\ \frac{a - c}{3b})\frac{a - c}{3b} - c\ \frac{a - c}{3b} - d =$$

$$= \frac{(a - c)^2}{9b} - d. \qquad (2.42)$$

При більш складному аналізі припускаються ненульові гадані варіації. *Дуополія Штакельберга* спирається на припущення, коли одна або дві фірми вважають, що конкурент поводитиме себе як дуополіст Курно. Нехай перша фірма вважає, що друга фірма реагуватиме на її дії згідно з функцією Курно. Для цього із другого рівняння системи (2.41) знаходимо

$$q_2 = \frac{a - c - b\ q_1}{2\ b}. \qquad (2.43)$$

Тоді гадана варіація $\partial q_2/\partial q_1 = -1/2$ і при цьому система оптимальності (76) набуде вигляду

$$3\ b\ q_1 + 2\ b\ q_2 = 2(a - c),$$

$$b\ q_1 + 2\ b\ q_2 = a - c. \qquad (2.44)$$

Розв'язок системи (2.44) задається формулами

$$q_1 = \frac{a - c}{2b}, q_2 = \frac{a - c}{4b}, \qquad (2.45)$$

для яких виконується умова (2.37).

Отже, результат для обох фірм буде залежати від поведінки другої фірми. Якщо вона обирає реакцію Курно, як вважає перша фірма, то рішенням є *рівновага Штакельберга*, яка задається парою випусків (2.45). При цьому

$$\pi_1 = (a - 3\ b\ \frac{a - c}{4b})\frac{a - c}{2b} - c\ \frac{a - c}{2b} - d\ = \frac{(a - c)^2}{8b} - d,$$

$$\pi_2 = (a - 3\ b\ \frac{a - c}{4b})\frac{a - c}{4b} - c\ \frac{a - c}{4b} - d\ =$$

$$= \frac{(a - c)^2}{16b} - d, \pi_1 - 2\pi_2 = d, \qquad (2.46)$$

тобто прибуток першої фірми більше ніж вдвічі перевищує прибуток другої фірми.

Проте коли друга фірма не використовує реакцію Карно, а діє згідно з реакцією Стекельберга, тобто кожна фірма неправильно вважає, що інша фірма використовує наївне припущення Курно, маємо *нерівновагу Штакельберга*. При цьому система оптимальності (2.38) набуде вигляду

$$3\ b\ q_1 + 2\ b\ q_2 = 2(a - c),$$

$$2\ b\ q_1 + 3\ b\ q_2 = 2(a - c). \qquad (2.47)$$

Розв'язок системи (2.47) задається формулами

$$q_1 = q_2 = \frac{2(a - c)}{5b}. \qquad (2.48)$$

для яких виконується умова (75).

Прибутки обох фірм в умовах нерівноваги Стекельберга співпадають і мають вигляд

$$\pi_1 = \pi_2 = (a - 4\ b\ \frac{a - c}{5b})\frac{2(a - c)}{5b} - c\ \frac{2(a - c)}{5b} - d\ =$$

$$= 2\frac{(a - c)^2}{25b} - d \qquad (2.49)$$

і вони менші, ніж за рівноваги Курно.

2.4. Міжгалузева модель Леонтьєва «витрати – випуск». В цьому пункті ми розглянемо модель міжгалузевого балансу В.В. Леонтьєва (модель «витрати – випуск»), яка використовується для планування господарської діяльності країни, регіону або великої багатопродуктової корпорації *(економічної системи).* Крім того, ця модель пов'язує виробництво із споживанням в агрегованому вигляді.

Для формування моделі «витрати – випуск» використовують балансову таблицю (матрицю міжгалузевих потоків), яка містить відомості про діяльність господарства. Нехай виробничий сектор економічної системи поділено на n *чистих або технологічних галузей*, тобто виробничий сектор виробляє n продуктів. *Балансовий звіт* за певний період наведено у таблиці (див. Рис. 2.1), в якій:

$\bar{a}_{ij},\ i,j = \overline{1,n},$ – обсяг продукції i - ї галузі, витраченої j - ю галуззю у виробничому процесі за певний період часу;

$\bar{v}_j,\ j = \overline{1,n}$ – *валовий випуск* j - ї галузі за той же період часу;

$\bar{c}_j,\ j = \overline{1,n},$ – обсяг продукції j - ї галузі, який витрачається у невиробничій сфері.

Співвідношення між параметрами таблиці 1.1 має вигляд

$$\sum_{j=1}^{n} \bar{a}_{ij} = \bar{v}_i - \bar{c}_i,\ i = \overline{1,n}. \qquad (2.50)$$

Витрати	Розподіл випуску між галузями						Кінцеве споживання	Валовий випуск
Розподіл продукції i-ї галузі на потреби інших галузей	$\bar{a}_{11}$	$\bar{a}_{12}$	…	$\bar{a}_{1j}$	…	$\bar{a}_{1n}$	$\bar{C}_1$	$\bar{U}_1$
	$\bar{a}_{21}$	$\bar{a}_{22}$	…	$\bar{a}_{2j}$	…	$\bar{a}_{2n}$	$\bar{C}_2$	$\bar{U}_2$
	…	…	…	…	…	…	…	…
	$\bar{a}_{i1}$	$\bar{a}_{i2}$	…	$\bar{a}_{ij}$	…	$\bar{a}_{in}$	$\bar{C}_i$	$\bar{U}_i$
	…	…	…	…	…	…	…	…
	…	…	…	…	…	…	…	…
	$\bar{a}_{n1}$	$\bar{a}_{n2}$	…	$\bar{a}_{nj}$	…	$\bar{a}_{nn}$	$\bar{C}_n$	$\bar{U}_n$

Рис. 2.1

Зазначені показники можуть виражатися як у натуральних, так і у вартісних одиницях. Залежно від цього розрізняють *натуральний чи вартісний міжгалузевий баланс.*

Проведемо нормування елементів таблиці

$a_{ij} = \frac{\bar{a}_{ij}}{\bar{v}_j}$ – обсяг продукції i - ї галузі, витраченої на випуск одиниці j - го продукту;

$c_j = \frac{\bar{c}_j}{\bar{v}_j}$ – частка продукції j - ї галузі, яка витрачається у невиробничій сфері.

Тоді $c' = (c_1, \ldots, c_n)$ – *вектор споживання.* Числа $a_{ij},\ i = \overline{1,n}$ –- *коефіцієнти прямих витрат* j - ї галузі; вони характеризують технології виробництва цієї галузі за певний період, оскільки визначають обсяг і структуру витрат, необхідних для випуску одиниці j - го продукту.

$A = \{a_{ij}\}_{i,j=1}^{n}$ – *матриця прямих витрат (технологічна матриця).* Вона містить інформацію про структуру міжгалузевих зв’язків та існуючі в певній виробничій системі технології виробництва. Нехай відносно матриці A виконуються такі припущення:

$i)$ вона є сталою протягом певного періоду (базового);

$ii)$ для випуску x_j одиниць продукції j - ї галузі необхідні і достатні витрати інших галузей в тій же пропорції, тобто $a_{ij}x_j,\ i = \overline{1,n}$.

Вектор $x' = (x_1, \ldots, x_n)$ будемо називати *вектором валового випуску.*

Частка валового випуску, яка витрачається на виробничі потреби економіки, описується *вектором виробничих витрат*

$$(Ax)' = (\sum_{j=1}^{n} a_{1j}, \ldots, \sum_{j=1}^{n} a_{nj}). \qquad (2.51)$$

Взаємозв'язок між ендогенним вектором валового випуску x, ендогенним вектором виробничих витрат Ax та екзогенним вектором споживання c описується балансовим рівнянням

$$x - Ax = c,\ x \in R_{+}^{n}, \qquad (2.52)$$

де $c \geq 0,\ A \geq 0$.

З математичної точки зору питання про сумісність лінійної алгебраїчної системи із (2.52) зводиться до існування оберненої матриці $(E_n - A)^{-1}$, де E_n – одинична матриця розмірності $n \times n$. Звідси $x = (E_n - A)^{-1}\ c$. Умова невід'ємності вектора x ускладнює дослідження системи із (2.52) і для цього потрібен спеціальний апарат теорії невід'ємних матриць, який буде розглянуто в наступному пункті.

Задачу (2.52) називають *моделлю Леонтьєва.* Якщо для довільного вектора споживання $c \geq 0$ задача (2.52) має розв'язок, то модель Леонтьєва буде продуктивною.

В силу великої розмірності технологічної матриці A одним із основних питань є питання щодо продуктивності моделі Леонтьєва. Для з'ясування цього питання розглянемо деякі властивості невід'ємних матриць.

Нехай $A = \{a_{ij}\}_{i,j=1}^{n}$ – квадратна матриця з невід'ємними елементами: $a_{ij} \geq 0, V_n = \{1,2,\ldots,n\}$.

Означення 2.1. *Нехай $S \subseteq V_n$, а $S' = V_n \setminus S$. Якщо $a_{ij} = 0,\ i \in S',\ j \in S$, то множина S називається ізольованою •*

Означення 2.2. *Якщо для деякої матриці A розмірності $n \times n$ у множині V_n відсутні ізольовані підмножини, то таку матрицю називають нерозкладною* •

Теорема 2.1 (Перрона - Фробеніуса про спектр невід'ємної нерозладної матриці). *Нехай матриця A розмірністю $n \times n$ невід'ємна і нерозладна, а $\Lambda(A)$ – множина її власних чисел: $(\Lambda(A))' = (\lambda_1, \ldots, \lambda_m), m \leq n$. Тоді у множині $\Lambda(A)$ є додатє число $\lambda_A >$ 0 таке, що*

$$|\lambda_k| \leq \lambda_A,\ k = \overline{1,m}.$$

Крім того, власному числу λ_A відповідає додатній власний вектор x_A •

При цьому число λ_A називають *числом Фробеніуса*, а вектор x_A – *вектором Фробеніуса*.

Виявилось, що продуктивність моделі Леонтьєва повністю визначається числом Фробеніуса λ_A.

Теорема 2.2. *Для продуктивності моделі Леонтьєва*

$$x - A x = c, x \geq 0$$

необхідно і достатньо, щоб виконувалась нерівність $\lambda_A < 1$.

Розділ 3. Моделі ринків і теорія загальної рівноваги. *Класична модель ринкової економіки* грунтується на описі економіки з досконалою конкуренцією та охоплює опис взаємодії трьох ринків: ринок робочої сили (праці), грошей та товарів.

Ринок праці, як і інші ринки, описується за допомогою функцій попиту і пропозиції цього агрегованого фактору та умов рівноваги між ними. Функція попиту будується за таких припущень:

1) фірми є повністю конкурентними при пропозиції товарів та найму праці;

2) за інших рівних умов граничний продукт праці спадає зі зростанням кількості праці.

Розглядаючи весь виробничий сектор економіки як одне велике підприємство і позначаючи через π його прибуток та вважаючи, що всі фактори виробництва фіксовані, крім праці L, можемо записати

$$\pi(L) = p F(K, L) - \omega L, \tag{3.1}$$

де p – ціновий індекс агрегованої продукції; F – виробнича функція економіки; ω – індекс ціни агрегованої праці; K – агреговані виробничі фонди економіки.

Тоді необхідна умова оптимальності першого порядку для максимуму прибутку (1) має вигляд

$$\frac{\partial \pi(L)}{\partial L} = p \frac{\partial F(K,L)}{\partial L} - \omega = 0 \tag{3.2}$$

є і достатньою, оскільки за припущенням 2):

$$\frac{\partial^2 \pi(L)}{\partial L^2} = p \frac{\partial^2 F(K,L)}{\partial L^2} < 0.$$

Подавши (3.2) у вигляді

$$\frac{\partial F(K,L)}{\partial L} = \frac{\omega}{p}$$

та продиференціювавши його за параметром ω/p (індексом реальної зарплати), отримаємо

$$\frac{\partial^2 F}{\partial L^2} \frac{\partial L}{\partial(\omega/p)} = 1. \tag{3.3}$$

Оскільки $\frac{\partial^2 F}{\partial L^2} < 0$, то із (3.3) будемо мати

$$\frac{\partial L}{\partial(\omega/p)} < 0,$$

тобто попит на працю $L_D = L_D(\omega/p)$ є спадною функцією реальної зарплати.

Припустимо, що функція пропозиції праці $L_S = L_S(\omega/p)$ є зростаючою відносно ω/p.

Взаємодію функцій L_D та L_S на ринку праці графічно зображує модель

Маршала (див. Рис. 3.1). Рівноважний рівень реальної зарплати $(\omega/p)^*$ визначається збігом $L_D((\omega/p)^*)$ та $L_S((\omega/p)^*)$, що встановлює рівноважний рівень використання праці L_* (або рівень зайнятості). При $\omega/p \;\; > (\omega/p)^*$ виникає надлишок пропозиції над попитом $L_S(\omega/p) > L_D(\omega/p)$, що призводить до падіння реальної зарплати ω/p під впливом безробіття. Якщо ж $\omega/p \;\; < (\omega/p)^*$, то $L_S(\omega/p) < L_D(\omega/p)$, тобто попит на працю перевищує пропозицію праці, що змушує підприємців збільшувати реальну зарплату.

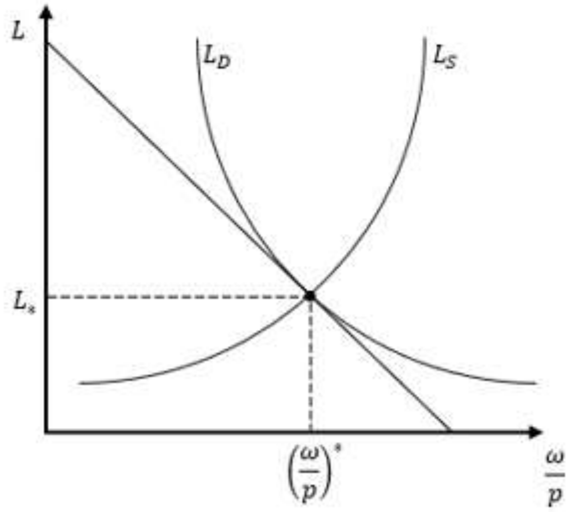

Рис. 3.1.

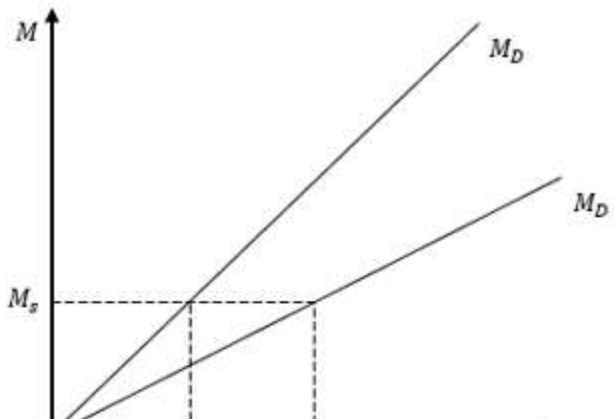

Рис. 3.2.

Розглянемо ринок грошей. Функція попиту на гроші $M_D(p)$ визначається формулою Пігу

$$M_D(p) = \;\; k \;\; Y \;\; p, \tag{3.4}$$

де $Y \; -$ індекс валового внутрішнього продукту; p – середній індекс цін; k– коефіцієнт пропорційності («кембриджський» коефіцієнт).

Пропозиція грошей задається екзогенно M_S. Графічно лінії попиту та пропозиції грошей зображено на Рис.3.2, причому для кожного Y маємо свою лінію попиту і нехай p_* рівноважний ціновий індекс. Якщо при заданому $\tilde{Y}$

ціна $\tilde{p}_* < p_*$, то спостерігається надлишок пропозиції грошей $M_S - M_D(\tilde{p}_*) > 0$, і ціни починають зростати до рівня p_*.

На ринку товарів розглядаються два типи товарів: споживчі і інвестиційні. Попит на ці товари задається функціями $C(r)$ та $I(r)$, які залежить від норми відсотка r і вважаються спадними, тобто при зростанні ставки r стають більш вигідними заощадження. Загальний попит на товари (планові видатки) $E_D(r) = C(r) + I(r)$, а пропозиція товірів є функцією рівня зайнятості $E_S(L) = Y(L)$. Отже, рівноважні рівні використання праці L_*, ставки r_* та ВВП Y_* визначаються рівністю

$$C(r_*) + I(r_*) = Y(L_*) = Y_*.$$

Об'єднавши рівняння та умови, що описують ринки праці, грошей та товарів, отримаємо повну класичну модель ринкової економіки в гранично агрегованому вигляді

$$L_S = L_S(\frac{\omega}{p}), L_D = L_D(\frac{\omega}{p}),$$

$$L_S((\frac{\omega}{p})_*) = L_D((\frac{\omega}{p})_*),$$

$$M_D(p) = k\ Y\ p,$$

$$M_S = k\ Y_* p_*,$$

$$E_D(r) = C(r) + I(r), E_S(L) = Y(L),$$

$$C(r_*) + I(r_*) = Y(L_*) = Y_*. \qquad (3.5)$$

Розв'язки системи (3.5) $((\frac{\omega}{p})_*, p_*, r_*, L_*, Y_*)$ характеризують стан *загальної рівноваги економіки*.

Модель (3.5) дає змогу розв'язувати задачу пошуку рівноваги в економіці в умовах повної зайнятості. *Модель Кейнса*, яка була розроблена в 1936 році, давала відповіді на проблеми, що виникли в світі у зв'язку з кризою перевиробництва та масового безробіття в період Великої депресії 1929 – 1933 рр. Головне питання питання полягало в тому, як досягти рівноваги, коли економіка далеко відійшла від рівноважного стану і сталося масове безробіття. Відповідь полягала в особливій регуляриторній економічній політиці держави, оскільки автоматично діючі ринкові сили не в змозі були гарантувати досягнення рівноваги.

Розглянемо найпростіший варіант моделі Кейнса і порівняємо його із класичною моделлю. В моделі Кейнса діють три типи активів: гроші, облігації та фізичний капітал. Тут відносну ціну грошей, виражену в облігаціях, характеризує ставка відсотка за облігаціями, і припускається, що в умовах рівноваги норма прибутку на K дорівнює ставці доходу за облігаціями. Таким чином, модель дає змогу простежити, як грошово - кредитна політика впливає на виробництво. Наприклад, емісія грошей зумовлює збільшення грошової маси, що змінює пропорції обміну між грошима і облігаціями. При збільшенні маси грошей їх зберігатимуть тільки за умови зниження норми відсотка на облігації, при цьому норма прибутку теж має спадати через зв'язок між облігаціями та капіталом.

Умова максимуму прибутку $\pi(K) = \ p\ F(K,L)\ -\ r\ K$ має вигляд

$$\frac{\partial\pi(K)}{\partial K} = \ p\ \frac{\partial F(K,L)}{\partial K}\ -\ r\ = 0(\frac{\partial^2 F(K,L)}{\partial K^2} < 0).$$

Отже, гранична продуктивність капіталу у вартісному вимірі дорівнює нормі прибутку r. Зниження r веде до спаду $\partial F/\partial K$, а оскільки $\partial F/\partial K$ зменшується при зростанні K, спад r веде до збільшення попиту на інвестиційні товари, а отже, і на всі товари в цілому. Це означає, що помірне збільшення грошової маси зумовлює зростання попиту на товари і відповідно збільшення пропозиції товарів, тобто зростання кінцевого продукту.

Якщо з якихось причин загальний попит E на продукцію виявився менше від пропозиції Y_* при повній зайнятості, то згідно Кейнсу, фактично вироблений кінцевий продукт Y дорівнюватиме попиту E, тобто $Y\ < Y_*$, що негайно вплине на обсяг використаної праці L, який буде меншим за L_* в класичній моделі і при цьому різниця $L_*\ -\ L$ визначить рівень безробіття.

Отже, основні особливості моделі Кейнса порівняно з класичною моделлю такі:

1) рівновага на ринку товарів досягається при рівності попиту та фактичної пропозиції;

2) фактичний попит на працю визначається фактично затребуваним продуктом, і рівновага на ринку праці може бути досягнута тоді, коли ринок товарів перебуватиме в рівновазі.

У класичній моделі рівновага на ринку праці встановлювалась при повній зайнятості та реальній зарплаті $(\omega/p)_*$, яка визначалась із умови $L_S(\omega/p) = L_D(\omega/p) = L_*$, де L_* – обсяг праці при повній зайнятості. При цьому рівноважний обсяг кінцевого продукту Y_* визначався рівністю $Y_* = F(K, L_*)$.

Якщо позначити через $Lq(r)$ функцію попиту на облігації в залежності від відсоткової ставки, то найпростіший варіант моделі Кейнса можна подвти у вигляді

$$L_S = L_S(\frac{\omega}{p}), L_D = L_D(Y); \tag{3.6}$$

$$M_D = \ k\ p\ Y\ +\ Lq(r), \frac{dLq(r)}{dr} < 0, M_S = M_D; \tag{3.7}$$

$$E_D = \ C(Y)\ +\ I(r), \frac{dC(Y)}{dY} > 0, \frac{dI(r)}{dr} < 0,$$

$$E_S = \ Y(L), E_D = E_S. \tag{3.8}$$

Розділ 4. Мікроекономіка невизначеності. Фінансові та страхові ринки.

4.1 Припущення сподіваної корисності. Теорема фон Неймана - Моргенштерна. У звичайній теорії економічного вибору в детермінованих умовах не припускається принципової відмінності між окремими актами вибору. Проте в умовах невизначеності акти вибору та їх наслідки залежать від зовнішніх обставин, які трактуються як *стани природи.*

Множина альтернатив, з якої робиться вибір, називається *проспектом* або *лотереєю.*

Розглянемо випадок скінченної множини станів, яка складається із s елементів, так що кожний проспект має s наслідків вибору: $x^1, x^2, \ldots, x^s$ в деякій множині $X \subseteq R^n$. Вважається, що кожен наслідок x^i може бути отриманий з деякою ймовірністю p_i. Множина всіх подібних ймовірностей утворює дискретний ймовірнісний розподіл $\{p \in R_+^n : \sum_{i=1}^n p_i = 1\}$. Таким чином, під *проспектом* або *лотереєю* будемо розуміти таблицю

$$y = \oplus_{i=1}^s p_i \circ x^i = p_1 \circ x^1 \oplus \ldots \oplus p_s \circ x^s. \qquad (4.1)$$

Позначимо через Y множину всіх проспектів для окремого агента, який стоїть перед проблемою вибору в умовах описаної вище невизначеності. Припусвається, що агент може робити вибір із Y за допомогою деякого відношення переваги $\succeq$. Крім того, вважається можливим утворення *складних проспектів*. Нехай

$$y_j = \oplus_{i=1}^s p_i^j \circ x^i, \ j = \overline{1, m}.$$

Тоді складний проспект

$$y = \oplus_{j=1}^m q_j \circ y_j, \ q \in R_+^m, \sum_{j=1}^m q_j = 1.$$

До найпростіших відносяться проспекти з двома та одним наслідком, тобто проспекти вигляду

$$y = p \circ x^1 \oplus (1 - p) x^2 = (p; x^1, x^2),$$

$$y = 1 \circ x = 1 \circ x \oplus 0 \circ z = (1; x, x) = x.$$

Сформулюємо основні припущення сподіваної корисності у вигляді аксіом.

Аксіома 4.1. Агент має на множині Y усіх проспектів відношення нестрогої переваги $\succeq$, яке є повним квазіпорядком, тобто $(X, \succeq)$ – поле переваг у задачі вибору рішення агентом.

Аксіома 4.2. (неперервність). *Для всіх $y^1, y^2, y^3 \in Y$ таких, що $y^1 \succeq y^2 \succeq y^3$ існує таке $\alpha \in [0,1]$, що $\alpha \circ y^1 \oplus (1 - \alpha) \circ y^3 = (\alpha; y^1, y^3) \sim y^2$.*

Інакше кажучи, для середнього проспекту існує можливість його інтерполяції імовірносною сумішшю крайніх проспектів.

Аксіома 4.3. (редукція складного проспекту). *Для складного проспекту*

$$y = \oplus_{i=1}^m q_i \circ y_i, \ q \in R_+^m, \sum_{i=1}^m q_i = 1,$$

де

$$y_i = \bigoplus_{j=1}^{s} p_j^i \circ x^j, p^i \in R_+^s, \sum_{j=1}^{s} p_j^i = 1, \ i = \overline{1,m},$$

існує звичайний проспект

$$\hat{y} = \bigoplus_{j=1}^{s} \hat{p}_j \circ x^j, \hat{p}_j = \sum_{k=1}^{m} q_k p_j^k,$$

еквівалентний y, тобто $\hat{y} \sim y$.

Розглянемо ***приклад***. Нехай складний проспект має вигляд

$$y = (\alpha; x^2, (\pi; x^1, x^2)).$$

Покажемо що $y \sim ((1 - \alpha)\ \pi; x^1, x^2)$.

Дійсно, для складного проспекту маємо $q_1 = \alpha, q_2 = 1 - \alpha; p_1^1 = 0, p_2^1 = 1; p_1^2 = \pi, p_2^2 = 1 - \pi$. Тоді

$$\hat{p}_1 = \sum_{k=1}^{m} q_k p_1^k = \pi\ (1 - \alpha), \hat{p}_2 = \sum_{k=1}^{m} q_k p_2^k = \alpha + (1 - \alpha)(1 - \pi) = 1 - \pi\ (1 - \alpha),$$

тобто $y \sim \hat{y}$.

Аксіома 4.4. (незалежність). *(1) Для всіх* $y^1,\ y^2 \in Y$ *таких, що* $y^1 \succ y^2$ *існує таке* $\alpha \in (0,1)$, *що для довільного* $y \in Y\colon \alpha \circ y^1 \oplus (1 - \alpha) \circ y \succ \alpha \circ y^2 \oplus (1 - \alpha) \circ y$. *(2) Для всіх* $y^1,\ y^2 \in Y$ *таких, що* $y^1 \sim y^2$ *існує таке* $\alpha \in (0,1)$, *що для довільного* $y \in Y\colon \alpha \circ y^1 \oplus (1 - \alpha) \circ y \sim \alpha \circ y^2 \oplus (1 - \alpha) \circ y$, тобто будь - яка третя альтернатива не порушує строгу перевагу або еквівалентність двох альтернатив.

Аксіома 4.5. (монотонність). *Нехай* $x^1,\ x^2 \in X,\ x^1 \geq x^2, 0 < \pi, \pi' < 1$. *Тоді*

$$(\pi; x^1, x^2) \succ (\pi'; x^1, x^2) \Leftrightarrow \pi > \pi', \tag{4.2}$$

$$(\pi; x^1, x^2) \sim (\pi'; x^1, x^2) \Leftrightarrow \pi = \pi', \tag{4.3}$$

тобто перевага віддається лотереї з більшою ймовірністю отримання більш переважної альтернативи.

Теорема 4.1. (фон Неймана - Моргенштерна). *Якщо виконані аксіоми 4.1 – 4.5, то існує така дійснозначна функція* u *на* Y, *що*

1) для $y^1, y^2 \in Y$ виконується відношення $y^1 \succ y^2$ тоді і тільки тоді, коли $u(y^1) > u(y^2)$;

2) для будь - якого проспекту $y = \bigoplus_{i=1}^{s} p_i \circ x^i$ маємо

$$u(\bigoplus_{i=1}^{s} p_i \circ x^i) = \sum_{i=1}^{s} p_i\ u(x^i) \ \bullet$$

При цьому функція корисності із теореми 4.1 називається NM - *функцією корисності.*

Теорема 4.2. (про єдиність NM - функції корисності). *Якщо* u: $Y \to R^1$ *є* NM - *функцією корисності, то вона визначена з точністю до довільного афінного перетворення з додатнім коефіцієнтом однорідності, тобто: 1) для довільного* $a > 0$ *та* $c \in R^1$ *функція* $v(y) = a\ u(y) + c, y \in Y$ *також є* NM - *функцією корисності, що зображує те саме відношення переваги на* Y; *2) для* NM - *функції корисності* u *будь - яке монотонне перетворення, яке зберігає властивість сподіваної корисності 2) теореми 4.1, є афінним перетворенням •*

Розглянемо основні заперечення проти наведених припущень сподіваної корисності. Більшість контрприкладів відносно припущень сподіваної корисності були висунуті М. Алле.

1) Заперечення щодо аксіоми 4.2 (неперервність). Нехай є лотерея з наслідками: $x^1 = 100\ \ y.o., x^2 = 1\, y.o., x^3\ -$ отримати смертельний постріл. Тоді очевидні строгі переваги: $x^1\ \succ\ x^2\ \succ x^3$. Чи можна в цьому випадку постулювати існування додатньої ймовірності $p\ \in\ (0{,}1)$, для якої $p\ \circ\ x^1 \oplus\ (1\ -\ p)\ \circ\ x^3 \sim x^2$? Навряд чи найдеться раціональний індивідуум, який погодиться на такі правила гри. Подібні заперечення можна усунути, якщо з простору Y виключити екстремальні ситуації і лишити в ньому лише «нормальні» події.

2) заперечення проти аксіоми 4.4. (незалежності). Розглянемо лотереї: $y^1 = (1; 3000{,}0), y^2 = (4/5; 4000{,}0)$. Припустимо, що індивідуум віддає перевагу y^1 перед y^2, тобто $y^1\ \succ\ y^2$. Нехай $y\ = (1; 0{,}0)$. Тоді не зрозуміло, чи можна стверджувати, що при всіх $\alpha\ \in\ (0{,}1)(\alpha; y^1, y)\ \succ\ (\alpha; y^2, y)$. Наприклад, при $\alpha\ = 1/4$ маємо $y^3 = (1/4; y^1, y) \sim (1/4; 3000{,}0), y^4 = (1/4; y^2, y) \sim (1/5; 4000{,}0)$. Тут індивідуум може віддати перевагу y^4 перед y^3, оскільки при багаторазовій грі у середньому він виграватиме при лотереї y^3: $1/43000 = 750$, при лотереї y^4: $1/54000 = 800$.

Нехай $y\ = \oplus_{i=1}^{s} p_i\ \circ\ x^i\ -$ лотерея з виплатами грошей $x^i,\ i\ = \overline{1,s}$. Тоді сподіване значення y (сподіваний виграш) буде мати вигляд $E(y) = \sum_{i=1}^{s} p_i x^i$.

Нехай економічний агент має індивідуальну фунуцію корисності u яка визначена на множині y з невизначеним ефектом Y. Тоді він називається *нейтральним до ризику,* якщо

$$u\left(\sum_{i=1}^{s} p_i x^i\right) = \sum_{i=1}^{s} p_i\ u(x^i), \tag{4.4}$$

де припускається, що u є строго монотонно зростаюча функція. Якщо агент є нейтральним до ризику, то він має таку функцію корисності

$$u(x) = \sum_{i=1}^{n} \alpha_i x_i\ +\ c, \alpha_j > 0,\ j\ = \overline{1,n}. \tag{4.5}$$

Агент називається *не схильним до ризику,* якщо його NM - функція корисності строго угнута, тобто

$$u\left(\sum_{i=1}^{s} p_i x^i\right) > \sum_{i=1}^{s} p_i\ u(x^i). \tag{4.6}$$

Навпаки, агент буде *схильним до ризику,* якщо його NM - функція корисності строго опукла.

NM - функцію корисності ухильника ризику наведено на Рис.4.1., де сподіване значення проспекту $y\ = (\pi; x_1, x_2)$, що визначається виразом $E(y) =\ \pi\ x_1\ +\ (1\ -\ \pi)x_2$, зображено відрізком OA, сподівану корисність $Eu(y) =\ \pi\ u(x_1)\ +\ (1\ -\ \pi)\ u(x_2)\ \ -$ відрізком AB, а корисність сподіваного виграшу $u(E(y))\ -$ відрізком AC.

Для ілюстрації таких важливих понять, що характеризують поведінку агента в умовах ризику, як *еквівалент визначеності та ризикова премія,* розглянемо приклад.

Нехай агент стоїть перед вибором однієї із альтернатив:

(i) отримати суму $x_0 + h$ з ймовірністю $1/2$, або отримати суму $x_0 - h$ з ймовірністю $1/2$, де $h \in (0, x_0)$;

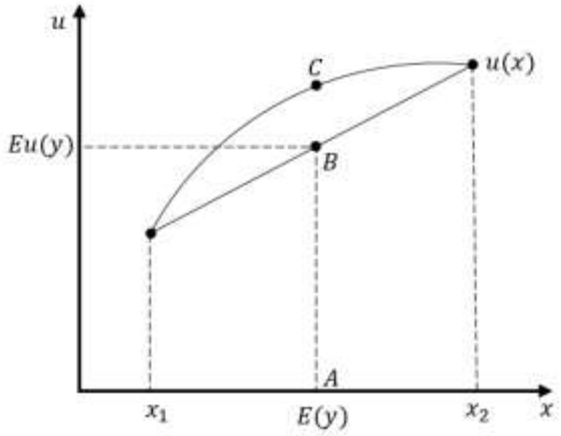

Рис. 4.1.

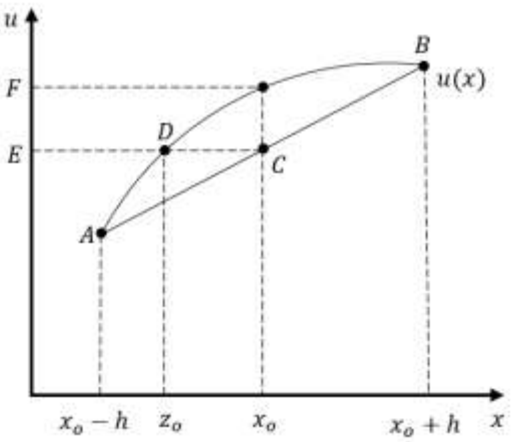

Рис. 4.2.

Нехай агент стоїть перед вибором однієї із альтернатив:

(ii) отримати суму x_0 з ймовірністю 1.

Не схильний до ризику агент віддасть перевагу альтернативі (ii) перед альтернативою (i), хоча в останній мав шанс отримати більшу суму $x_0 + h$. Для його функції корисності виконується нерівність

$$0.5\ u(x_0 + h) + 0.5\ u(x_0 - h) < u(x_0). \tag{4.7}$$

Це ілюструє Рис.4.2., де строга угнутість функції $u(x)$ означає, що дуга ADB, що сполучає точки $u(x_0 + h)$ та $u(x_0 - h)$ на графіку u, лежить вище хорди ACB, яка сполучає тіж точки. В силу того, що функція u строго угнута та зростаюча, існує єдина точка z_0, для якої виконується рівність

$$0.5\ u(x_0 + h) + 0.5\ u(x_0 - h) = u(z_0). \tag{4.8}$$

Величина z_0 називається *еквівалентом визначеності* для випадкової величини x_0. При цьому величину $\rho = x_0 - z_0$ називають *ризиковою премією.* Таким чином, *ризикова премія* ρ є максимальною сумою грошей, яку не схильний до ризику агент готовий сплатити, щоб мати вірогідний дохід на відміну від сподіваного доходу від невизначеного проспекту. На Рис.4.2. ρ

дорівнює довжині відрізка DC. Із означення ρ випливає, що $\rho = \rho(x_0, h)$.

Отримаємо наближене значення ризикової премії $\rho(x, h)$ у випадку, коли альтернатива (i) виражається загальним проспектом $y = (\pi; x + h, x - h)$. Тоді для еквівалента визначеності маємо тотожність

$$u(x - \rho(x,h)) = \pi\, u(x + h) + (1 - \pi)\, u(x - h). \quad (4.9)$$

Застосуємо формулу Тейлора до кожного члена тотожності (9). Тоді будемо мати

$$u(x - \rho(x,h)) = u(x) - \rho(x,h)u'(x) + O_1(\rho(x,h)), \quad (4.10)$$

$$u(x + h) = u(x) + u'(x)\, h + 0.5h^2 u''(x) + O_2(h), \quad (4.11)$$

$$u(x - h) = u(x) - u'(x)\, h + 0.5h^2 u''(x) + O_3(h), \quad (4.12)$$

де

$$\lim_{\rho\to 0}\frac{O_1(\rho(x,h))}{\rho(x,h)} = 0, \lim_{h\to 0}\frac{O_2(h)}{h} = \lim_{h\to 0}\frac{O_3(h)}{h} = 0.$$

Підставляючи (10) - (12) в (9) при $\pi = 0.5$, отримаємо

$$\rho(x,h) \cong -\frac{h^2}{2}\frac{u''(x)}{u'(x)} > 0. \quad (4.13)$$

Виходячи із формули (13), уведемо два показники, які характеризують поведінку агента, не схильного до риику:

$$R_a(x) = -\frac{u''(x)}{u'(x)} > 0 \ - \quad (4.14)$$

коефіцієнт абсолютного уникання ризику або міра Ерроу - Пратта абсолютного уникання ризику;

$$R_r(x) = -\frac{x\ u''(x)}{u'(x)} > 0 \ - \quad (4.15)$$

коефіцієнт відносного уникання ризику.

Зв'язок між введеними показниками наведено в наступних теоремах.

Теорема 4.3. *Якщо функції корисності* $u_i(x)$, $i = \overline{1,2}$ *є двічі неперервно диференційовними, монотонно зростаючими та строго угнутими, то наступні три умови є еквівалентними:*

$$(a) R_{a1}(x) > R_{a2}(x);$$

$(b)\rho_1(x,h) > \rho_2(x,h)$ для всіх h;

(c) функція $u_1(x)$ є більш угнутою, ніж $u_2(x)$, тобто існує монотонно зростаюча строго угнута функція φ, така що $u_1(x) = \varphi(u_2(x))$ •

Теорема 4.4. *Міри уникання ризику* $R_a(x)$ *та* $R_r(x)$ *є інваріантними щодо афінних перетворень функції корисності* $u(x)$, *тобто якщо* $u_1(x)$ *– двічі неперервно диференційовна, строго угнута і зростаюча функція корисності,* $u_2(x) = a\, u_1(x) + b$, $a > 0$, $b \in R^1$ *– її афінне перетворення. Тоді*

$$R_{a1}(x) = R_{a2}(x), R_{r1}(x) = R_{r2}(x) \quad \bullet$$

К. Ерроу та Дж. В. Пратт постулювали такі гіпотези про індивідуальну поведінку агента щодо ризику.

Гіпотеза 4.1. *Коефіцієнт абсолютного уникання ризику є монотонно спадною функцією, тобто $R_a'(x) < 0$ для всіх x.*

Ця гіпотеза свідчить про те, що багаті агенти є більш толерантними до ризику, ніж бідні.

Гіпотеза 4.2. *Коефіцієнт відносного уникання ризику є монотонно зростаючою функцією, тобто $R_r'(x) > 0$ для всіх x.*

Підсумовуючи викладене вище, констатуємо, що типові NM - функції корисності $u(x)$ для не схильного до ризику агента мають такі властивості:

$(i) u'(x) > 0, u''(x) < 0$ для всіх $x \in X \subseteq R^1$;

$(ii) R_a'(x) < 0$;

$$(iii) R_r'(x) > 0.$$

4.2. Застосування до задач страхування: попит на страхові послуги. Розглянемо агента, який володіє деяким активом вартістю a грошових одиниць. Наприклад, це може бути будинок. Припустимо, що агент стоїть перед ризиком утратити частину вартості b через деяку випадкову подію (наприклад, через пожежу будинку).

У рамках загальної формальної схеми, викладеної вище, маємо два стани природи: S_1, коли відбулася несприятлива подія, та S_2, коли такої події не було. При S_1 вартість активу дорівнюватиме $a - b$, а при S_2 вона залишається тією ж самою. Це еквівалентно лотереї $(\pi; a - b, a)$, де π – ймовірність несприятливої події.

Якщо агент діє раціонально, тобто дотримується результатів формальної теорії, то максимальною сумою, яку він погоджується сплатити за уникнення втрат через ризик, є його ризикова премія ρ, яка визначається із співвідношення

$$u(a - \rho) = \pi\, u(a - b) + (1 - \pi)\, u(a), \qquad (4.16)$$

де u – функція корисності агента.

Виникає природнє питання: кому не схильний до ризику агент готовий сплачувати ризикову премію для уникнення ризику ?

Припустимо, що агент може купити у деякій страховій компанії страховий поліс як захист від несприятливої події. Нехай x – сума, яку страхова компанія зобов'язується сплатити агентові, якщо настав стан S_1, а P – премія за страхування. Тоді очікуваний дохід агента виражається сумою:

$a_1 = a - b - P + x$, якщо відбувся стан S_1;

$a_2 = a - P$, якщо відбувся стан S_2.

Це еквівалентно лотереї $(\pi; a_1, a_2) = (\pi; a - b - P + x, a - P)$. Сподівана корисність такої лотереї має вигляд $\pi\, u(a - b - P + x) + (1 - \pi)\, u(a - P)$. Він буде страхуватися, коли ця величина перевищуватиме сподівану корисність без страхування, тобто значення $\pi\, u(a - b) + (1 - \pi)\, u(a)$.

Припустимо, що

$$0 < a - b < a_1 < a_2, \qquad (4.17)$$

або

$$0 < a - b < a - b - P + x < a - P.$$

Зауважимо, що нерівність $a - b < a_1$ означає $P < x$, тобто страхова премія P менше страхового покриття x; нерівність $a_1 < a_2$ – що $x < b$, тобто виплата, яка надається страховою компанією, не повністю відшкодовує втрати b.

Для не схильного до ризику агента (u – строго угнута функція) будемо мати (див. Рис.4.3)

$$\pi\ u(a - b - P + x) + (1 - \pi)\ u(a - P) > \pi\ u(a - b) + (1 - \pi)\ u(a), \tag{4.18}$$

що ілюструє попит на страхові послуги.

Спростимо модель (18), поклавши $q = \frac{P}{x}$ – ціна страхування за одиницю страхового покриття x. Припустимо, що P – стала ціна для різних значень x та q, екзогенно задана для кожного, хто страхується. Тоді економічний агент обиратиме x так, щоб максимізувати свою сподівану корисність

$$\varphi(x) = \pi\ u(a - b - q\ x + x) + (1 - \pi)\ u(a - q\ x). \tag{4.19}$$

Припускаючи, що оптимальне значення $x^* > 0$, із умов оптимальності першого порядку отримаємо

$$\frac{\pi}{1 - \pi}\frac{u'(a_1^*)}{u'(a_2^*)} = \frac{q}{1 - q}. \tag{4.20}$$

Обчислимо значення другої похідної функції φ в точці x^*

$$\varphi''(x^*) = \pi\ u''(a_1^*)(1 - q)^2 + (1 - \pi)u''(a_2^*)q^2 < 0 \tag{4.21}$$

в силу строгої угнутості функції u, тобто умови оптимальності (20) є не лише необхідними, але і достатніми.

Повернемось до умов оптимальності (4.20) і рзглянемо поведінку страхової компанії. Коли відбувся страховий випадок, то компанія сплачує страхувальнику суму $x - P = (1 - q)\ x$. Якщо страховий випадок не відбувся, то компанія отримує премію $P = q\ x$ як вартість страхового полісу. Сподіваний прибуток компанії дорівнює $-\pi\ (1 - q)\ x + (1 - \pi)q\ x$. При конкуренції у страховій галузі загальні прибутки страхових компаній нульові і тому

$$\pi\ (1 - q)\ x = (1 - \pi)q\ x \Rightarrow \pi = q. \tag{4.24}$$

Підставляючи рівність із (4.24) в умови 4.(20), будемо мати

$$u'(a - b - q\ x^* + x^*) = u'(a - q\ x^*).$$

Оскільки $u'' < 0$, то $x^* = b$, тобто страхове покриття x^* дорівнює витратам b. Таким чином, клієнт буде повністю захищений від утрат.

Запитання для самоперевірки

1. У чому полягає економічний зміст простору товарів і чому припущення про їх подільність є методично важливим?
2. Що таке відношення нестрогої переваги та які його властивості необхідні для формалізації споживчого вибору?
3. Чим повний квазіпорядок відрізняється від часткового порядку і чому саме він використовується в теорії споживання?
4. Який зміст має порядкова (ординалістська) функція корисності та чому вона не є єдиною?
5. У чому полягає економічний сенс теореми Дебре про існування функції корисності?
6. Як формулюється неокласична задача споживання і який економічний зміст мають умови оптимальності першого порядку?
7. Які аксіоми накладаються на виробничу функцію в неокласичній теорії та як вони пов’язані із законом спадної віддачі?
8. У чому відмінність між класичною моделлю загальної рівноваги та моделлю Кейнса з точки зору механізму досягнення рівноваги?

Питання для самостійного опрацювання

1. Чому формалізація споживчих переваг через бінарні відношення є необхідною передумовою математичного моделювання економічної поведінки?
2. Які економічні інтерпретації має неперервність відношення переваги та що відбувається з моделлю за її порушення?
3. Чому функція корисності відображає лише порядок переваг, а не «реальний рівень задоволення» споживача?
4. Як пов’язані між собою задача максимізації прибутку фірми, задача мінімізації витрат та задача максимізації випуску?
5. У чому полягає економічний сенс граничних продуктів і чому саме вони визначають оптимальну поведінку фірми?
6. Чому в умовах монополії граничний дохід менший за ціну, а в умовах монопсонії граничні витрати перевищують оплату ресурсу?
7. Як теорія дуополії (Курно, Штакельберга) демонструє стратегічну взаємозалежність рішень економічних агентів?
8. Чому модель Леонтьєва є важливою ланкою між мікроекономічними моделями фірми та макроекономічним аналізом?

Тема 2. Історичний розвиток та передумови виникнення експериментальної та поведінкової економіки.

2.1. Загальна характеристика поведінкової та експериментальної економіки. Народження нового аналітичного напрямку, за яким закріпилася назва поведінкової (біхевіористської) економіки (behavioral economics), по праву вважається однією з найбільш цікавих і знаменних подій у розвитку економічної науки останніх десятиліть. Його утвердження в якості самостійної субдисципліни, що сформувалася на стику економічних і психологічних досліджень, відбулося відносно нещодавно – у 70-х роках минулого століття. З самого початку поведінкова економіка поставала як прямий виклик стандартній (неокласичній) економічній теорії. З методологічної точки зору її головною характерною рисою стало активне використання експериментальних методів (переважно у лабораторних умовах). Із змістової точки зору її найважливішою методологічною особливістю є відмова від загальноприйнятої моделі раціонального вибору – поведінкового фундаменту, на якому традиційно вибудовувалася і продовжує вибудовуватися чи не більша частина сучасного економічного аналізу. Численні експерименти, що проводилися економістами-біхевіористами, засвідчили: реальна поведінка людей має не надто багато спільного з тим, як поводить себе економічний суб'єкт згідно постулатів неокласичної теорії, який володіє строго впорядкованим набором переваг, має у розпорядженні досконалу інформацію, наділений безмежними рахунковими здібностями. У багатьох найрізноманітніших ситуаціях поведінка реальних економічних агентів виявляється у кращому разі обмежено раціональною, а у гіршому – очевидно ірраціональною.

Ідеї й підходи, вироблені в межах поведінкової теорії, достатньо швидко одержали академічне визнання, проникнувши в мейнстрім економічної науки і призводячи до радикальної перебудови багатьох її розділів. Про безперечну популярність цих ідей свідчить навіть неповний перерахунок тих галузей, куди вони проникли і де активно використовуються, – це і теорія споживчого вибору, і фінансова теорія, і економіка права, і макроекономіка, і теорія економічного розвитку, і теорія ігор, і теорія державних фінансів та багато інших.

Відповідно до методологічних засад поведінкової економіки – аналіз економічних феноменів (споживчої поведінки, інвестиційних рішень, розподілу ресурсів за часом і т.ін.) здійснюється виходячи з концептуальних уявлень, вироблених психологічною наукою, і із застосуванням прийнятих у ній методів і понять. Така інверсія ролей достатньо незвична для сучасної економічної науки з її «імперськими» претензіями.

Поведінкова економіка вважає своїм головним завданням вивчення того, як різноманітні ментальні стани випробовувані індивідами (а отже, такі, що безпосередньо не спостерігаються), впливають на рішення, які ними приймаються. Це з очевидністю вказує на її найближчу спорідненість із когнітивною психологією, саме тому деякі дослідники (зокрема, Lambert, 2006, P. 52) називають її «когнітивістською економікою». Поведінкову економіку важливо відрізняти від ще одного нового напрямку економічних досліджень – **експериментальної економіки.** Хоча ознака, яка їх розділяє, дуже умовна (оскільки залежно від характеру проблеми, що вивчається, один і той самий автор може виступати то як економіст-біхевіорист, то як економіст-експериментатор), вона все ж існує – принаймні на цьому наполягають самі теоретики поведінкової економіки (Tversky, Kahneman, 1986).

Поведінкова економіка відрізняється від експериментальної економіки насамперед тим, що вона пропонує перегляд теоретичної бази економічної науки з включенням до неї результатів аналізу реальної поведінки людей і більшою мірою протиставляє себе неокласичній економіці, ніж експериментальна економіка, яка ставить за головну мету перевірку висновків існуючих та нових економічних теорій. Експериментальну економіку можна визначити як напрямок економічної науки, присвячений використанню методу контрольованого експерименту з метою тестування економічних теорій і вивчення поведінки економічних суб'єктів. Економічний експеримент є штучним відтворенням економічних процесів і явищ з метою їхнього вивчення у найбільш сприятливих умовах та подальших практичних змін. Експерименти можуть проводитись як на мікро-, так і на макрорівнях, як за умов ринкової, так і директивної економіки.

Проте якщо поведінкова економіка зосереджена на особливостях індивідуальної поведінки, то експериментальна – на результатах міжособистісної взаємодії груп людей. Також якщо представників поведінкової економіки цікавлять когнітивні і поведінкові обмеження раціональності як такі, то експериментальної – можливості подолання цих обмежень за допомогою різноманітних інституційних механізмів (тих чи інших наборів «правил гри»).

Предметом дослідження експериментальної економіки є проведення експерименту в лабораторних умовах, покликаних тестувати гіпотези економічної теорії, а не реально функціонуючого господарського механізму. Об'єктом вивчення є гіпотези про поведінку економічних агентів (людини, фірми, держави тощо) і механізми реалізації правил їх поведінки. Для перевірки тієї чи іншої гіпотези про поведінку економічних суб'єктів у лабораторії моделюється економічна ситуація, проводиться експеримент, результати якого потім аналізуються та використовуються для підтвердження або спростування сформульованої гіпотези. Найбільш складною у цьому процесі є розробка системи стимулів, які б змусили економічного суб'єкта в умовах лабораторного експерименту діяти так, як би це відбувалося у реальному житті.

Функціями експериментальної економіки є:

– тестування гіпотез з метою обґрунтування існуючих теорій (функція оцінки пояснювальної сили гіпотез);
– пошук закономірностей у фактичній поведінці економічних суб'єктів та вивчення маловідомих ситуацій (функція формування нових знань);
– експертиза із формулюванням рекомендацій для державних і приватних структур (функція допомоги у прийнятті рішень).
– пропонування наочного та інтерактивного пояснення існуючих теорій (навчальна функція).

Важливо зазначити, що у цих підходів є багато спільного, зокрема: (1) обидва займаються вивченням процесу прийняття рішень; (2) обидва використовують для цього експериментальні методи; (3) в обидвох особливе значення надається результатам лабораторних досліджень. Відображенням тісних відносин, сформованих між цими субдисциплінами, стало одночасне присудження Нобелівської премії з економіки 2002 р. визначним представникам поведінкової й експериментальної економіки – відповідно психологу Деніелу Канеману «за інтеграцію результатів психологічних досліджень в економічну науку, насамперед у сфері прийняття рішень за умов невизначеності» та економісту Вернону Сміту «за створення лабораторних експериментів в якості інструменту емпіричного аналізу в економіці, особливо при дослідженні альтернативних ринкових механізмів».

Сьогоднішня хвиля економічних досліджень базується на поєднанні традицій психології та експериментальної економіки. Такий новий напрямок у дослідженнях є потенційно значущим для всіх галузей економіки та фінансів. Експериментальні пошуки вказують, що певні психологічні феномени (наприклад, обмежена раціональність, обмежена власна вигода та недосконале саморегулювання) є важливими факторами у досягненні багатьох ринкових результатів. До тієї міри, доки розрізнені поведінкові теорії, що базуються на цих доказах, можуть поширитися, вони здатні частково замінити деякі елементи традиційної економічної теорії у перспективі.

2.2. Методологічні відмінності між «старою» та «новою» поведінковою економікою. Попередницею «нової» поведінкової економіки, про яку говоримо ми, можна вважати «стару» поведінкову економіку 1950-1960 років, пов'язану з іменами таких дослідників як Г. Саймон і Дж. Катона. Г. Саймон одним із перших заговорив про нереалістичність психологічних передумов, із яких випливають стандартні неокласичні моделі. Йому, як відомо належить заслуга введення в лексикон економістів поняття «обмеженої раціональності» для позначення всього спектра обмежень, що стосується знань і обчислювальних здатностей людей, котрі не дозволяють їм поводитися у реальному світі так, як передбачає неокласична теорія. Він виділяв три головних завдання, на вирішення яких повинен бути спрямований поведінковий аналіз. По-перше, це емпірична перевірка припущень неокласичної теорії про людську поведінку і в тих випадках, коли вони виявляються неадекватними, формулювання емпіричних закономірностей, що відображають те, як вона вибудовується у реальному житті. По-друге, виведення звідти практичних висновків для покращення функціонування економічних систем, інститутів, політики держави. По-третє, емпіричний аналіз форми і змісту фактично наявних в індивідів функцій корисності, який дозволяв би робити точніші передбачення про їх економічну поведінку, ніж це вдається неокласичній теорії.

Дж. Катона ймовірно був, першим, хто ввів у вжиток сам термін «поведінкова економіка». Як і Саймон, він вважав неокласичну апріористську модель раціональної поведінки явно нереалістичною. Описуючи і класифікуючи різноманітні реакції, як і обставини, що їх спричиняють, ми завжди повинні ставити питання, чи вправі ці реакції називатися раціональними, і, якщо так, то до якої міри». Психологічні змінні – мотиви, установки, очікування – повинні, на думку Катони, розглядатися в якості «посередників» між об’єктивними умовами, в які виявляються поставлені економічні агенти, і кінцевими рішеннями, які вони в цих умовах приймають. При визначенні людьми своїх витрат, заощаджень та інвестицій таким «проміжним» змінним належить величезна роль і без їхнього врахування наше розуміння економічної поведінки приречене залишатися неповним і неповноцінним.

Хоча ідеї «старої» поведінкової економіки одержали певний резонанс (достатньо нагадати, що у 1978 р. Г. Саймон був відзначений за їх розробку Нобелівською премією з економіки), все-таки для переважної більшості економістів вони минули практично безслідно і не призвели до створення якоїсь нової самостійної субдисципліни. Ще дивніше, що незважаючи на явну близькість до ідей «нової» поведінкової економіки, навіть на неї вони також не справили помітного впливу. Фактично це був новий старт: формування «нового» біхевіористського підходу відбувалося поза якимось явним зв’язком із більш ранніми спробами вибудовувати економічний аналіз на фундаменті психології. Крім термінологічної близькості «нову» і «стару» поведінкову економіку не пов’язує практично нічого.

Порівнюючи дослідницькі програми «старої» і «нової» поведінкової економіки, неможливо не помітити, що перша ставила перед собою набагато більш амбіційні цілі, ніж друга, намагаючись замінити неокласичну модель раціонального вибору принципово іншою теоретичною моделлю. Завдання, які ставить перед собою «нова» поведінкова економіка, набагато скромніші. Фактично вона обмежується тим, що оточує стандартну модель прийняття рішень «шлейфом» із різноманітних поведінкових помилок й аномалій. Демонструючи, що традиційна (неокласична) теорія у багатьох випадках не працює, «нові» біхевіористи найчастіше на цьому і зупиняються. Виявляючи численні порушення принципу раціональності, що трапляються у реальному житті, вони звичайно описують їх як лише збої неокласичної моделі, а не як передбачення, що випливають із якоїсь іншої, конкуруючої теоретичної парадигми. Можна сказати: якщо «стара» поведінкова економіка протиставляла моделі максимізуючої поведінки модель не максимізуючої поведінки, то «нова» протиставляє моделі максимізуючої поведінки модель максимізуючої поведінки із урахуванням відхилень, що виникають за певних специфічних умов.

2.3. Експериментальний підхід до вивчення соціально-економічних процесів.. У науковому обігу термін «експеримент» позначає метод наукового дослідження, в якому вивчення явищ відбувається за допомогою доцільно вибраних або штучно створених умов. До економічних експериментів відносять кейнсіанське макроекономічне регулювання, політику монетаризму тощо. Проте якщо говорити про експеримент як науковий досвід, то його місце в економічній науці є скромним. Ідеться, перш за все, про історію лабораторних експериментів в економіці, які набули поширення і популяризації завдяки працям В. Сміта і Д. Канемана. З їхніми іменами пов'язано формування експериментальної економіки – напряму економічної науки, в якому базовим інструментом дослідження є контрольований лабораторний експеримент.

Лабораторні експерименти в економіці здійснюють із двома головними цілями: по-перше, перевірка початкових аксіом і гіпотез економічних теорій; по-друге, накопичення даних для формулювання нових допущень і аксіом. Базові аксіоми економічного аналізу – це, насамперед, поведінкові передумови: допущення щодо цілей, мотивів, реакцій людей у процесі ухвалення економічних рішень. Недивно, що експериментальна економіка об'єднує дослідження, присвячені поведінці людей: саме вона лежить в основі економічних явищ і процесів на мікро- і макрорівні.

Експериментальні дослідження у сфері економіки мають своїх передвісників. Понад 50 років тому професор Гарвардського університету Едвард Чемберлін шляхом експериментів намагався протестувати неокласичну теорію ідеальної конкуренції та встановлення ринкової рівноваги. Усі студенти були поділені на покупців та продавців, і в кожної групи були бюджетні обмеження (витрати продавців і грошові засоби покупців). З'ясувалось, що учасники торгів, які згідно з теорією не могли укласти угоду, в експерименті її укладали, і навіть із деякою вигодою для себе. А ті, які, згідно з теорією, повинні були її укласти, були витіснені із ринку. Усе це виявилось, як не дивно, не випадковістю, а закономірністю (імовірність до 25%). Експеримент Е.Чемберліна дозволив з'ясувати кілька обставин: по-перше, реальна рівновага залежить від набагато більшої кількості факторів, ніж передбачалось у теорії (навіть правильний результат може досягатись різними шляхами); по-друге, економічний ринок насправді являє собою своєрідну систему субринків, конфігурація яких змінюється із кожною новою угодою. Згодом лауреат Нобелівської премії з економіки Р. Зелтен спільно з Х. Соерманом провели ранні експериментальні дослідження ціноутворення в умовах олігопольного ринку. Існують також ранні дослідження щодо здатності теорії ігор до передбачення в експериментальному оточенні, проведені лауреатом Нобелівської премії з економіки Дж. Нешем спільно із колегами. Згодом С. Сігел та Л. Фурейкер оприлюднили свої результати експериментальних досліджень торгів. Проте засновником експериментального пошуку, все ж таки, вважається Вернон Сміт.

Основною проблемою, що піднімається у світлі досліджень з експериментальної економіки, є проблема «зовнішньої валідності» або «паралелізму». Вона полягає у подібності між експериментальними моделями і реальністю, тобто можливості екстраполювати результати, отримані у лабораторії, на реальний світ. Поведінка учасників експерименту може відрізнятися від їхньої реальної поведінки у силу багатьох причин, таких як заміна реальної поведінки на виконання певної «ролі» у ході експерименту, часта участь студентів як специфічної групи населення, недостатня грошова мотивація учасників. Крім того, на думку деяких учених, інститути, які використовуються в експериментах, є штучно заданими обмеженнями, що відрізняються від реально існуючих.

Іншим дискусійним питанням в експериментальній економіці є проблема мотивації суб’єктів дослідження. На даний час практично завжди використовується грошова винагорода учасників. Але грошова винагорода не може вирішити всіх проблем, таких як складність вивчення поведінки людей при ризику втрат або обмеження у бюджеті експерименту. Реакцією ініціаторів експериментів на критику є прагнення удосконалити експерименти, приймаючи до уваги аспекти, що піддаються критиці. Вони, наприклад, починають запрошувати професіоналів для участі в експериментах, збільшують грошову винагороду або починають освоювати так звані «польові експерименти», що проводяться у контрольованих, але реальних умовах.

Розглянемо список найбільш знаменитих і цікавих експериментів минулого століття, які розкривають те, як працює людська підсвідомість, і зрушують прийняті етичні рамки.

Блакитноокі / кароокі.

У 1968 році після вбивства борця за громадянські права Мартіна Лютера Кінга вчителька Джейн Елліот спробувала обговорити проблеми дискримінації, расизму та упередження з учнями третього класу у школі міста Рісевілл, штат Айова. Відчуваючи, що діти не тільки не розуміють, що значить дискримінація за кольором шкіри, але і ніколи не зустрічали її прояви у невеликому місті, Елліот почала дводенну вправу «блакитноокі/кароокі», щоб показати всю несправедливість расизму.

Учні були розділені на дві групи за кольором очей. Володарі блакитних очей були привілейовані у навчальному процесі: друга порція на обід, доступ у нову ігрову кімнату, зайві п’ять хвилин на перерві. Елліотт розмістила блакитнооких учнів на передніх рядах класу, тоді як кароокі були відправлені на задні ряди. Вона мотивувала підопічних до спілкування тільки з однокласниками зі своєї групи, радячи їм уникати контактів з карооким учнями. Також представникам двох груп було заборонено пити воду з одного фонтанчика. Кароокі постійно піддавалися покаранню з боку вчителя, коли не дотримувалися правил або коли допускали помилки. Елліотт підкреслювала відмінності між групами, виділяючи переваги блакитнооких учнів і недоліки кароких. На наступний день привілейованими учнями стали кароокі. У результаті та група, яка вважалася переважаючою, стала краще вчитися. Ті ж, хто піддавався дискримінації, стали допускати більше помилок – навіть ті учні, які до експерименту були відмінниками.

Сходи у вигляді піаніно.

Ініціативна група Volkswagen під назвою «Теорії веселощів» хотіла довести, що поведінка людини може змінитися на краще, якщо додати в рутинні і нудні дії веселощів. Вони розмістили у стокгольмському метро сходи у вигляді піаніно, щоб подивитися, скільки людей вибере сходи замість ескалатора. Результати показали, що у той день сходи з музичними східцями вибрали 66%.

Скрипаль у метро.

12 січня 2007 року близько тисячі пасажирів, вранці проїжджаючих через станцію метро у Вашингтоні, почули невеликий безкоштовний концерт, який виконав скрипаль-віртуоз Джошуа Белл. Він грав близько 45 хвилин, виконавши шість класичних творів на скрипці Страдіварі 1713 року, яка, за деякими даними, коштує 3,5 мільйона доларів. Тільки шість чоловік зупинилися, щоб послухати музику. Близько 20 дали грошей, продовжуючи йти своїм звичайним темпом. Скрипаль зібрав 32 долара. Коли він закінчив грати і настала тиша, ніхто цього не помітив. Ніхто не аплодував. Ніхто не зрозумів, що один з кращих музикантів у світі зіграв одну з найбільш складних композицій на скрипці вартістю 3,5 мільйона доларів. Письменник і журналіст Washington Post Джин Вайнгартен, автор цього експерименту, описав його «як експеримент про контекст, сприйняття та пріоритети, а також оцінку громадського смаку: в банальній і нудній обстановці, в незручний для всіх час, чи буде помітна краса?».

Дим у кімнаті.

Для експерименту в одній кімнаті були зібрані люди, які заповнювали анкету, коли з-під дверей раптом повалив дим. Два найнятих актора повинні були вести себе так, як ніби нічого не відбувається. У підсумку тільки 10% випробовуваних покинули кімнату або повідомили про дим. 9 з 10 фактично продовжували працювати над анкетою, потираючи очі і відганяючи дим від лиця. Експеримент показав, що люди реагують повільніше або взагалі не реагують на надзвичайні ситуації у присутності пасивних особистостей. Ми сильніше покладаємося на реакцію і поведінку інших людей, ніж на власні інстинкти.

Літній табір.

Цей експеримент протестував теорію реалістичних конфліктів і став прикладом того, як виникає негативне відношення між групами через конкуренцію за обмежені ресурси. Експериментатори взяли дві групи хлопчиків 11 і 12 років і помістили їх у місце, яке вони вважали за літній табір. Перший тиждень групи були розділені і не знали один про одного. За цей час відносини всередині груп стали міцнішими. Далі хлопчиків представили один одному, і тут же почали з'являтися ознаки конфлікту. Експериментатори створили конкуренцію між групами, і, як і очікувалося, рівень ворожості і агресивної поведінки посилився. На третьому тижні експериментатори створили умови, щоб обидві групи працювали разом, вирішуючи загальну проблему. Наприклад, проблема питної води. У дітей склалося враження, що їхня питна вода була відрізана, можливо, через вандалів. Обидві групи працювали разом, щоб вирішити цю проблему. До кінця експерименту, після того як хлопчики з різних груп працювали разом, вони подружилися, що свідчить про те, що спільна робота – це один з найбільш ефективних способів зниження забобонів і дискримінації.

Експеримент Carlsberg.

Соціальний експеримент проводився датським пивоварним заводом Carlsberg. Нічого не підозрюючи пара входила у переповнений байкерами кінотеатр. Вільно було всього два місця поруч з татуйованими байкерами. За результатами неофіційного експерименту (він проводився у якості реклами продукту), не всі пари сіли на вільні місця: побачивши сусіда, вони тут же покидали зал. Деякі все ж залишались і займали місце, за що їх відразу ж винагороджували оплесками і безкоштовним пивом Carlsberg. Не варто судити про книгу по її обкладинці.

Ефект дезінформації.

У 1974 році Елізабет Лофтус почала вивчати ефект дезінформації на прикладі дорожньо-транспортних пригод. В одному з експериментів сім відеорядів тривалістю від 5 до 30 секунд були показані 45 студентам, розділеним на групи з 9 осіб. У цих відео запис автомобільної аварії. Після кожного відео студенти заповнювали опитувальний лист, перший пункт в якому був сформульований так: «Дайте звіт про аварію, яку ви тільки що побачили». Далі був представлений ряд конкретних питань про ДТП. Найголовніший питання стосувалося швидкості автомобілів, представлених на відео. Дев'ятьох людей запитали: «Як швидко рухалися автомобілі на відео в той момент, коли вони врізалися один в одного?». Інші піддослідні отримали схоже питання, але в ньому замість слова «врізалися» використовувалися слова «зіткнулися», «вдарилися», «розбилися», «стукнулися».

При використанні в питанні слова «розбилися» машинам приписувалася найбільша швидкість – 40,8 миль/год. Результатом цього експерименту став висновок про те, що форма питання впливає на відповідь свідка. Лофтус зробила припущення, що це пов'язано із змінами подання у пам'яті випробовуваних.

Експеримент Мілгрема.

Цей експеримент був проведений в 1962 році психологом Стенлі Мілгремом. Його метою було зрозуміти, як далеко можуть зайти люди в підпорядкуванні авторитетам, навіть якщо накази від цих авторитетів шкодять іншим людям. У досліді брали участь експериментатор, випробуваний і актор, який грав роль іншого випробуваного. Заявлялося, що один із учасників («учень») повинен заучувати пари слів з довгого списку, поки не запам'ятає кожну пару, а інший («учитель») – перевіряти пам'ять першого і карати його за кожну помилку все більш сильним електричним розрядом. На початку експерименту ролі вчителя і учня розподілялися між піддослідним і актором «за жеребом» з допомогою складених аркушів паперу зі словами «учитель» і «учень», причому випробуваному завжди діставалася роль вчителя. Після цього «учня» демонстративно прив'язували до крісла з електродами. «Учитель» отримував «демонстраційний» удар струмом. «Вчитель» йшов в іншу кімнату і сідав за стіл перед приладом-генератором. Експериментатор пояснює «вчителю», що при натисканні на кожну з перемикачів до учня підводиться відповідну напругу, при відпусканні перемикача дія струму припиняється. Натиснутий перемикач залишається у нижньому положенні, щоб «вчитель» не забував, який вимикач був натиснутий, а який ні. Прилад виробляв серйозне враження реального, не даючи підстав сумніватися у достовірності експерименту. Насправді нікого не било струмом. «Учень» спеціально відповідав на питання неправильно і робив вигляд, що йому стає боляче, оскільки напруга нібито збільшувалася з кожною неправильною відповіддю. Незважаючи на це, багато суб'єктів продовжували бити струмом людей, коли їм наказував авторитет – «експериментатор». Зрештою 65% випробовуваних застосували такий «удар електрикою», який міг би бути смертельним. Результати експерименту показали, що звичайні люди, найімовірніше, будуть слідувати наказам від авторитетної фігури, аж до вбивства невинної людини. Підпорядкування владі укоренилося у всіх нас, оскільки саме так нас виховують у дитинстві.

Тест маршмеллоу.

Експеримент кінця 1960-х - початку 1970-х років під керівництвом психолога Уолтера Мішеля включав серію досліджень на тему відстроченої винагороди. Дітей від 4 до 6 років садили на стілець у кімнаті, де на столі лежало частування (найчастіше маршмеллоу, іноді печиво або крендель). Дітям говорили, що вони можуть з'їсти смаколик, але якщо почекають 15 хвилин і не піддадуться спокусі, то отримають другу порцію. Мішель помітив, що деякі закривали очі руками або поверталися так, щоб не бачити солодощі, інші починали бити стіл, смикати себе за волосся або погладжувати зефір, як ніби це була плюшева іграшка. Інші ж просто з'їдали зефір, як тільки йшли дослідники. В експерименті взяли участь понад 600 дітей. Відразу ж з'їли частування меншість. З тих, хто намагався втриматися, одна третина отримала друге частування. Причому вік був основним визначальним фактором. Подальші дослідження показали, що діти, які були у змозі чекати, як правило, мали кращі результати у житті, більш високий рівень освіти і низький індекс маси тіла.

Ефект помилкового консенсусу.

У цьому експерименті дослідники запитали студентів коледжу, чи будуть вони ходити по кампусу протягом півгодини з великою табличкою з повідомленням: «Їжте у Джо»? Потім студентів попросили оцінити, як багато людей погодиться на це. У підсумку ті, хто погодився пройтися з табличкою, припустили, що більшість людей теж погодяться. Ті, хто відмовився, природно, думали, що більшість так само, як вони, відмовляться. Тобто учасники дослідження твердо вірили, що більшість людей зробить той самий вибір, що і вони. Результати продемонстрували те, що у психології відомо як ефект помилкового консенсусу. Незалежно від того, які наші переконання, думки або поведінка, ми схильні вважати, що більшість людей згодні з нами і діють так само, як і ми.

2.4. Моделі й парадокси поведінкової економіки. Поведінкова економіка – це наука, що вивчає вплив різних факторів на економічну поведінку реальної людини та прийняття рішень в реальних економічних умовах. Поведінкові економісти спираються на психологічні та соціологічні знання для розробки теорій, які є набагато реалістичніші, ніж неокласична економічна теорія. В традиційній економічній теорії базовою моделлю поведінки є раціональна «людина економічна» – *homo economicus.* В сучасній науковій літературі для поняття «людини економічної» використовується акронім REMM (resourceful, evaluative, maximizing man), що означає «винахідлива, оцінююча, максимізуючи» людина. Тобто в питаннях отримання корисності з вигоди для себе людина повністю економічна, а її раціональність передбачає наступні положення:

1) людина володіє повним обсягом інформації, необхідним для прийняття рішень;

2) в питаннях, пов’язаних з економікою, людина є абсолютним егоїстом, якому байдуже, як вплинуть його дії на благополуччя інших;

3) відсутність зовнішніх обмежень для обміну (якщо обмін веде до максимізації корисності);

4) покращення благополуччя відбувається в результаті економічної угоди, а не у формі захоплення чи крадіжки.

Таким чином, раціональність може бути визначена відповідним чином: суб'єкт (1) ніколи не вибере альтернативу X, якщо в той же час (2) доступна йому альтернатива Y, яка, з точки зору його точки зору (3), краще X.

Герберт Саймон звернув увагу на нереалістичність припущення неокласичної економіки про раціональність. Він вважав, що робота поведінкових економістів полягала в тому, щоб «відкрити емпіричні закони, які описують поведінку правильно і якомога точніше» і, на основі емпіричного тестування, модифікувати економічну теорію.Поведінкова економіка – це сучасний напрям економічної теорії, який активно розвивається. В процесі становлення формується теоретичний фундамент, що знайшов відображення в різних теоріях, моделях та парадоксах. Найбільш відомими серед них є: теорія обмеженої раціональності, теорія перспектив, теорія ментального обліку, модель Талера, парадокс Алле, парадокс Еллсберга тощо.

Теорія обмеженої раціональності Г. Саймона.

Г. Саймон зосередив увагу на дослідженні того, наскільки прийняття рішень є раціональним. Він був відданий «емпіричній перевірці припущень неокласичної економіки щодо людської поведінки та модифікації економічної теорії на основі того, що знайдено в процесі тестування». Його термін, ***обмежена раціональність***, стосується обмежень знань і можливостей усіх людей, а також складності та невизначеності типових ситуацій реального світу, з якими люди мають справу. Саме ці фактори заважають реальним економічним суб'єктам поводитися відповідно до раціональних припущень теорії неокласиків. Через обмежену раціональність люди повинні навчитися приймати рішення в реальному світі, використовуючи спрощення, знаходячи нові дані, коригуючи прагнення, розробляючи вдосконалені процеси прийняття рішень, вирішуючи невизначеність тощо. Наголошуючи на потребі переглянути нереалістичну передумову повної інформації, що використовується в неокласичній теорії, Г. Саймон зазначав, що для максимізації корисності або прибутку, економічному суб'єкту не вистачає можливостей для її обробки тому, що повний обсяг інформації дуже великий. Також в реальному житті людина прагне отримати не оптимальний результат, а той, що її задовільнить (прийнятний результат). Тому процес ухвалення рішень у моделі Г. Саймона можна описати двома головними поняттями – пошуку та прийняття задовільного варіанта. Функція корисності, на думку Г.Саймона, має лише два {0, 1} або три {– 1, 0, 1} значення, де «1» означає задовільний варіант, «-1» – незадовільний, а «0» – байдужий. Пошук варіантів відбувається до знаходження першого прийнятного варіанту. На цьому подальший пошук припиняється. Це уможливлює зменшення поінформованості та обов'язковість наявності точної інформації про результат цього варіанту. При цьому відпадає необхідність досліджувати та порівнювати альтернативні варіанти. Достатньо розуміння того, що обраний варіант вище або нижче за прийнятний рівень. Прийнятність чи неприйнятність варіанту кожен визначає сам. Г.А. Саймон характеризує цей процес за допомогою категорії «рівня претензій». Концепція рівня претензій передбачає, що кожен момент людина має уявлення у тому, на що може (має право) розраховувати. Рівень претензій – це своєрідна планка, до якої тягнеться людина. Він не є застиглим. Планка рухається залежно від результату останнього стрибка. Якщо він був успішним, рівень претензій піднімається: людина ставить перед собою вищу мету. У разі невдачі рівень претензій знижується, оскільки людина починає критично оцінювати свої здібності. Варіант вважається задовільним, якщо дає можливість людині подолати планку, тобто рівень претензій . Прийняття оптимальних рішень, звичайно, є метою традиційних моделей, чиї методи передбачають інтеграцію всієї доступної інформації, її зважування та об'єднання в обчислювальний спосіб. Обмежено раціональне прийняття рішень не намагається інтегрувати всю доступну інформацію; вона базується на обмежених знаннях, пошуку в пам’яті та розумних здогадах про невідомі особливості світу. Обмежено раціональні методи прийняття рішень – це ті, які людський розум може реально застосувати, коли у нього обмежений час і знання. Обмежено раціональні особи, які приймають рішення, часто використовують обґрунтовані припущення і виходять за межі наданої інформації. При обмежено раціональному прийнятті рішень широко використовуються евристики, швидкі процеси прийняття рішень, які корисні для вирішення складних проблем. На думку Г. Саймона евристикою є деякий механізм оцінки варіантів рішень. Суть її в тому, що індивід встановлює собі у конкретній ситуації прийнятний стандарт, а далі, із запропонованих альтернатив вибирає ту, яка йому більшою мірою відповідала. Така евристика була спрямована на те, щоб оптимізувати рішення, прискорити вибір та скоротити час на обробку інформації, щоб призвести до прийнятного для індивіда результату.

Раціональність, що описується в теорії Г. Саймона, можна вважати обмеженою лише щодо формального, максимізаційного критерію. При цьому модель прийняття рішень Г. Саймона повністю відповідає більш широким критеріям раціональності, що поширюються не тільки на результати дії, а й і на процеси прийняття рішень. Проте головний зміст поведінкового аналізу лежить не в галузі мотивації, а в сфері обробки інформації та прийняття рішень. Тому звання основоположника поведінкової теорії по праву належить нобелівському лауреату Г. Саймону.

Продовженням теорії обмеженої раціональності Г. Саймона стала ***концепція Р. Хайнера***. Згідно з теоріями Саймона і Хайнера, людина не реагує на нову інформацію, що надходить до неї, хоча у випадку удачі вона могла би отримати додаткову вигоду. Вибір суб'єкта в підсумку виявляється відносно незалежним від конкретної ситуації і значною мірою визначається заздалегідь заданим правилом поведінки. Ця модель пояснює часто зустрічається в господарському житті відносну негнучкість поведінки і феномен «порогів»: поведінка змінюється лише тоді, коли зовнішній подразник перевищує деяку порогову величину.

Подальший розвиток теорії обмеженої раціональності представлений, зокрема теорією ***Х-ефективності***, що повністю зосереджує свою увагу не на доступності інформації, але в здатності людини осмислити її. Х-ефективність – концепція ефективності функціонування економічного агента, запропонована Харві Лейбенстайном в 1966 році, що представляє здатність знижувати витрати та підвищувати продуктивність за заданої технології шляхом стимулювання організаційних поліпшень, посилення мотивації працівників та інших внутрішніх поліпшень. Втрати й виграші, обумовлені дією Х-фактора, Х. Лейбенстайн назвав відповідно Х-неефективністю та Х-ефективністю. Негативна дія Х-фактора призводить до того, що підприємство не в змозі вийти на оптимальний шлях зростання і компенсує неефективність власної діяльності нарощуванням додаткових обсягів ресурсів.

Теорія перспектив (Prospect theory) Д. Канемана та А. Тверськи.

Д. Канеман та А. Тверськи у 1979 р. опублікували статтю "Теорія перспектив: Аналіз рішень в умовах ризиків". Теорія перспектив пояснює феномени нераціональної поведінки людини. Експерименти А. Тверскі та Д. Канемана довели, що нераціональна поведінка, більш поширена, особливо в умовах невизначеності та може бути передбачена за допомогою психологічних методів. Теорія перспектив зміщує акценти з традиційного рівня доходу на його приріст, адже людина сприймає та оцінює не кінцеві стани доходу чи багатства, а саме зміни як «виграші та втрати». «Прийняття рішень в умовах ризику може розглядатися як вибір між перспективами (альтернативами) або як азартна гра». Теорія перспектив описує, як індивіди оцінюють свої втрати й виграші та показує, що для людини «втрати чутливіші виграшів», тобто люди сильніше переживають за програші, ніж за рівнозначні виграші. Ступінь задоволення людини від отримання, наприклад, 100 дол. набагато нижче ступеня розчарування від втрати тієї ж суми, тому люди готові ризикувати, щоб уникнути втрат, але не схильні до ризику, щоб отримати зиск. Також вчені довели, що люди недооцінюють ймовірність подій, які більш ймовірні та переоцінюють набагато менш ймовірні події. Навіть студенти-математики, які знають теорію ймовірності, в реальному житті не користуються цими знаннями, і приймають рішення не тільки на основі логічного мислення, а і під впливом емоцій та стереотипів. Відповідно до теорії перспектив, прийняття рішення охоплює дві стадії: редагування (*editing*) і оцінку (*evaluation*). На стадії редагування здійснюється попередній аналіз альтернатив, та їх представлення у спрощеному вигляді. На другій стадії відібрані альтернативи оцінюються та обирається перспектива з найбільшим значенням цінності. Функція цінності, запропонована Д. Кенеманом та А. Тверски, представлена в діапазоні «втрати-виграші» (рис. 1.1), демонструє певні особливості прийняття рішень в умовах ризику:

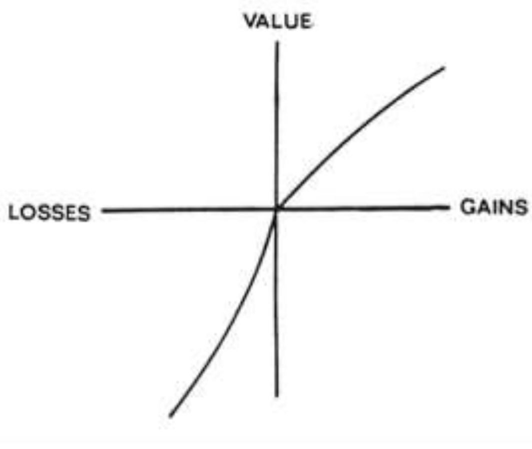

Рис. 2.1. Гіпотетична функція цінності Д. Кенемана та А. Тверски

1. Оцінка втрат і виграшу здійснюється відповідно до вихідного положення (деякої точки відліку), яка відповідає поточному рівню доходу людини.

2. Функція цінності для втрат крутіша, ніж для виграшів, що означає більше бажання уникнути втрат, ніж отримати доход, тобто програш буде сприйнятий набагато більше болючіше. Наприклад, дослідження показали, що втрати переживаються вдвічі сильніше, ніж радість від отримання чогось.
3. Функція цінності за виграшами увігнута, а за втратами – випукла, що говорить про спадаючу чутливість. Зменшення чутливості до втрат проявляється в тому, що поступове збільшення втрат призводить до менш виразної реакції на них. Так, різниця між втратою 100 та 200$ здається більш серйозною, ніж різниця між втратою 1100 та 1200$.
4. Приймаючи рішення, люди завищують низькі ймовірності та занижують високі. Уникнення втрат в тих ситуаціях, коли можливі і виграші, і втрати, відбувається максимальне уникнення втрат. Коли варіанти вибору погані, тобто гарантований програш 900$ порівнюється з малоймовірною втратою 1000$, людина прагне до ризику. «Процес вибору між ризикованими альтернативами призводить до деяких серйозних результатів, що суперечать базовим принципам теорії корисності. Зокрема, люди недооцінюють малоймовірні результати проти найбільш достовірними. Подібна тенденція, відома як «ефект достовірності», сприяє неприйняттю ризику в ситуаціях, що включають варіант вірного виграшу, і появі схильності до ризику в ситуаціях, що включають варіант правильного програшу. Також слід зазначити, що люди, як правило, відкидають спільні для всіх перспектив елементи. Ця тенденція, відома як «ефект ізоляції», призводить до суперечливих переваг у випадках, коли один і той самий вибір представлений у різних видах». Отже, як стверджує дана теорія, звичайна людина не здатна правильно оцінювати майбутню вигоду в абсолютному вираженні, і насправді оцінює її в порівнянні з деяким загальноприйнятим стандартом, прагнучи насамперед уникнути погіршення свого становища. За допомогою теорії перспективи можна пояснити багато нераціональних вчинків людей, незрозумілі з позиції «людини економічної».

Поряд з Тверськи та Канеманом, **Річард Талер** започаткував сучасну поведінкову економіку та у 2017 році отримав Нобелівську премію за вклад у її вивчення. Р. Талер включив психологічно реалістичні припущення до аналізу прийняття економічних рішень. Досліджуючи наслідки обмеженої раціональності, соціальних переваг та відсутності самоконтролю, він показав, як ці людські риси систематично впливають на індивідуальні рішення, а також на результати ринку. Загалом внесок Річарда Талера навів міст між економічним та психологічним аналізом індивідуального прийняття рішень.

Теорія ментального обліку (mental accounting) Річарда Талера.

Ментальний облік – це нова модель поведінки споживача розроблена з використанням гібриду когнітивної психології і мікроекономіка. Талер у статті «Ментальний облік та споживчий вибір» представив теорію ментального розрахунку (mental accounting), яка описує, як обмежена раціональність впливає на витрати, заощадження та інші види фінансової поведінки домашніх господарств. Виникає питання: як реальні люди думають про гроші?

Відповідно до класичного уявлення, для Homo economicus немає відмінностей між грошовими засобами різного походження чи призначення: чи це заробітна плата, чи дохід від акцій або виграш від участі у лотереї. Один долар це завжди один долар незалежно від того, з якого джерела він був отриманий і на які цілі витрачений. Для реальної людини однакові суми, але отримані з різних джерел, мають різну цінність. Згідно з цією теорією, людина, яка приймає економічні рішення, формує у свідомості кілька «рахунків», на яких враховуються аргументи за або проти прийняття певного рішення. Якщо разові та випадкові доходи (такі як виграш у лотереї або премія за підсумком року) люди воліють витрачати на відвідування ресторанів, придбання предметів розкоші тощо, то регулярні (такі як заробітна плата) – спрямовувати на купівлю предметів необхідності (їжу, одяг і т.д.). Тоді, наприклад, у разі скорочення зарплати на 100 дол. при одночасному виграші 100 дол. у лотереї людина більше витрачає на відвідування ресторанів і менше на покупку їжі, одягу тощо, в порівнянні з тим, як вона розподіляв свій дохід раніше. Це очевидне порушення принципу раціональності: при однаковому бюджеті людина починає купувати різні набори товарів та послуг в залежності від того, з яких джерел фінансуються її витрати. У подібному випадку також можна говорити про множинність "Я", одне з яких більше піклується про задоволення базових потреб, тоді як інше про різного роду розваги. Емпіричні спостереження, які проводив Р. Талер призвели до розуміння ментального обліку. Він з’ясував, що люди групують свої витрати за різними категоріями (житло, продукти харчування, одяг, розваги тощо). З кожною категорією пов'язаний окремий ментальний рахунок, якому відповідає власний бюджет. При цьому взаємозамінність між ментальними рахунками обмежена: люди готові зменшити витрати на товари першої необхідності, навіть тоді, коли загальний дохід залишається незмінним, але змінились джерела доходів. Таким чином, цінність певної суми грошей залежить від ментального рахунка, на який вона подумки зарахована, тобто цінність однакових грошових одиниць може бути різною.

Гіперболічне дисконтування.

У сучасній економічній літературі стандартною моделлю міжчасового вибору є модель експоненціального дисконтування. В основі цієї моделі лежить припущення про те, що корисність у будь-які два сусідні моменту часу дисконтується однаково. Але у 1956 р. Стротц (Strotz) висунув думку про те, що в реальній поведінці людей сьогоднішня корисність грає особливу роль, тобто завтрашня корисність дисконтується в порівнянні з сьогоднішньою сильніше, ніж післязавтрашня порівняно із завтрашньою. Ця теорія знайшла відображення у поняттях гіперболічного та квазігіперболічного дисконтування. Р.Талер навів перші експериментальні свідчення гіперболічного дисконтування. Спільно з Хершем Шефріним створив модель «планувальник – діяч» та запропонував просту теоретичну модель внутрішньоособистісного міжчасового вибору, яка пояснює природну поведінку людини, яка, з одного боку, щось планує, а з іншого боку — за рахунок самоконтролю реалізує свої плани, але, звичайно, не завжди так, як хотів би. У цій моделі (planner-doer model) діють два учасника (два «я» одного й того ж індивіда - короткозорий діяч і далекоглядний планувальник). Планувальник намагається протягом всього життя максимізувати корисність, а діяч байдужий до майбутнього. На думку Р. Талера, відхилення від експоненційного дисконтування пояснюється проблемою самоконтролю: з раціональної точки зору проміжки часу «сьогодні-завтра» та «завтра-післязавтра» однакові з погляду дисконтування, але «сьогодні» ми схильні всі приємності (наприклад, похід у хороший ресторан), випробувати «сьогодні» а неприємності (наприклад, запуск власної програми заощаджень на пенсію) перенести на завтра. Разом з тим, якщо обирати між розподілом приємностей і неприємностей на «завтра» та «післязавтра», то, швидше за все, погодимося неприємності зустріти «завтра», щоб «післязавтра» насолоджуватися приємностями. Але коли приходить «завтра», воно стає «сьогодні», і знову нам хочеться відкласти неприємності на потім.

В результаті довгострокові та короткострокові плани перебувають у постійному конфлікті. Як наслідок, в умовах гіперболічного дисконтування людина (індивід) починає розриватися між протилежними рішеннями, хапаючись то за одне, то за інше. Скажімо, вона може запланувати, що з нового року почне відкладати гроші на пенсію або сяде на найсуворішу дієту, але з настанням нового року від цього відмовлятиметься. Обіцянки собі (або навіть оточуючим), що з певного числа вона, нарешті, почне нове життя – розплатиться за боргами, перестане харчуватися у фаст-фудах, почне регулярно займатися фізичними вправами, кине курити тощо - можуть тривати роками, так і не виливаючись у жодні конкретні дії. Такий тип поведінки є явно ірраціональним та може стати причиною адиктивної поведінки (пристрасть до алкоголю, переїдання тощо), регулярного відкладання прийняття важливих рішень на майбутнє, формування портфелів із взаємовиключних фінансових інструментів занурення у борги, низькі норми заощадження тощо. Р. Талер показав, що бажані соціальні зміни в поведінці людей можливі на основі проведення мінімально агресивної політики, яка «підштовхує» людей до прийняття правильних рішень. Те, як люди приймають міжчасові рішення, важливо як для життя окремого індивіда, домогосподарства, так і для економики вцілому та потребує подальшої уваги та вивчення.

Парадокси поведінкової економіки.

Поведінкова економіка виявила безліч аномальних явищ і описала немало парадоксів, якими підтверджуються обмежено раціональні особи.

1. Парадокс Алле.

Парадокс носить ім’я Моріса Алле (1911-2010 р.р.) – французького економіста, роботи якого поряд із працями П. Самуельсона та Дж. Хікса лягли в основу економічної школи – неокласичний синтез. У 1953 році в журналі «Економетрика» (Econometrics) була опублікована його стаття «Le

Comportement de l'Homme Rationnel devant le Risque. Critique des Postulats et Axiomes de l'Ecole Americaine» («Поведінка раціональної людини в ситуації ризику. Критика постулатів та аксіом американської школи»), де описувалися парадоксальні результати його експериментів. Парадокс суперечить теорії очікуваної корисності, яка показує, що люди не завжди приймають рішення, які відповідають їхнім потребам і бажанням. Вони схильні приймати рішення виходячи з того, що можуть отримати або втратити прямо зараз, а не в кінцевому результаті. Люди схильні обирати визначеність, а не ризик, навіть якщо більш ризикований варіант ближче до того, що дійсно хочеться. Коли питання сформульовані з точки зору прибутку або збитків, люди з більшою ймовірністю спочатку розглянуть втрати і спробують звести їх до мінімуму. Це явище називається «неприйняття втрат». Це подібне на теорію жалю, згідно з якою, під час прийняття рішень деякі люди намагаються звести до мінімуму кількість жалю, яке будуть відчувати згодом. В узагальненому вигляді результати дослідження Алле зводяться до того, що багато хто віддасть перевагу 99 USD з гарантією 100%, ніж 100 USD з гарантією 99%. У цьому немає нічого дивного. Адже цілком розумно, не ризикувати лише через 1 USD. Проте дослідження показали, що людина майже завжди вибирає надійність, а не найбільшу ймовірність корисності. Вони роблять це навіть у тих випадках, коли результат цікавий та високо ймовірний. Нижче розглянемо досліди Аллі докладніше.

***Дослідження Алле*.**

Суть дослідів, проведених Морісом Алле, в тому, що респондентам пропонувалося зробити вибір. Усього під час досліду респондентам давали дві пари таких варіантів. Позначимо їх чотирма літерами. Спочатку випробуваним потрібно було вибрати варіант A чи B, тоді як у другому випадку – C чи D.

Перша пара виглядає так:

A: 100% ймовірність виграшу обсягом 1000 USD.

B: 89% гарантія отримання 1000 USD, а також 10% ймовірності виграти 5000 USD, та 1% шансів програти.

Друга пара рішень має такий вигляд:

C: 10% можливість отримати 5000 USD, 90% шансів програти.

D: 11% гарантії отримати 1000 USD, 89% ймовірність програти.

М. Алле встановив, що більшість людей в цих умовах віддають перевагу ситуації *A* в першій парі та ситуації C у другій. Цей результат сприймався як парадоксальний. В рамках існуючої гіпотези індивід, який віддав перевагу вибору *A* в першій парі, повинен вибрати ситуацію D у другій парі, а той що зупинив вибір на B – повинен у другій парі віддати перевагу вибору – C.

М. Алле математично точно пояснив цей парадокс. Якби всі люди діяли виключно на основі розрахунків, вони віддали б перевагу в першій парі B. У варіантах B і C лише 1% збільшеного ризику. При цьому він здатний додатково принести прибуток обсягом 390 USD. У вірності обчислень переконатися нескладно. Визначимо математичні очікування отримання прибутку для кожного вибору у двох парах:

A: 1000 USD * 1 = 1000 USD.

B: 1000 USD * 0,89 + 5000 USD * 0,1 = 1390 USD.

C: 5000 USD * 0,1 = 500 USD.

D: 1000 USD * 0,11 = 110 USD

Далі слід визначити різницю математичних очікувань для кожного випадку. Розрахунки виглядатимуть так:

A і B: 1390 USD - 1000 = 390 USD.

C і D: 500 USD - 110 USD = 390 USD.

Виходить, що вибір B вигідніше A, наскільки C краще D. При цьому у всіх дослідах B користувався незмінно низьким попитом. При цьому C віддали перевагу практично всі респонденти. Пояснюється це тим, що в 1-й парі A є абсолютно надійним. У другому випадку немає вибору зі стовідсотковою надійністю. Тому люди досить легко погоджуються на ризик 1%. Такі рішення легко пояснюється особливостями психіки людей. Однак, якщо аналізувати обидві пари виборів математично, виходять парадоксальні результати. Суть цього парадокса в теорії прийняття рішень наступна: реальний агент бачить раціональність у поведінці досягнення абсолютної надійності, достовірності, а не процесу отримання максимальної очікуваної корисності. Раціональна парадигма керує теорією очікуваної корисності, але експерименти в контексті поведінкової економіки показують, що люди не завжди вибирають раціональне.

2. Парадокс Еллсберга.

У 1961 р. Данієлем Еллсбергом був виявлений «ефект неоднозначності» або «нетерпимість невизначеності» якій отримав назву «Парадокс Еллсберга» якій суперечать теорії SEU (Subjective Expected Utility Theory) (Теорія суб'єктивної очікуваної корисності). Парадокс Еллсберга можна проілюструвати наступним чином. Припустимо, що є коробка з 90 кульками, з яких: 30 - х червоні, а 60 синіх або зелених, у невідомій пропорції. Тепер розглянемо наступні варіанти (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Лотереї в експерименті Еллсберга

Варіант	Виплата за витягування кульки кожного кольору		
	Червоний	Синій	Зелений
A	$100	$0	$0
B	$0	$100	$0
C	$100	$0	$100
D	$0	$100	$100

У першому варіанті (A) людина що приймає рішення може виграти $100, якщо витягне червону кулю, ймовірність чого становить 1/3 ймовірності. У другий виграш становить $100, якщо особа витягне синю кулю. Ймовірність витягнути синю кулю невідома. У третій та четвертій лотереї завдання дещо ускладнене. У третій лотереї можна виграти \$100, якщо витягнути червону або зелену кулі, а в четвертій – синю або зелену. Експеримент показав, що більшість людей віддають перевагу варіанту A щодо варіанту B і варіанту C щодо варіанту D. Таким чином, людина що приймає рішення демонструє неприйняття невизначеності. Людина вибирає 2-й варіант, тому, що згідно з теорією очікуваної корисності, думає, що червоних куль більше, ніж синіх, і вибирає варіант D, тому, що думає, що червоних кульок менше. Так утворюється феномен, у якому суб'єкт одночасно вважає, що червоних куль більше і менше. Причина криється в перевазі варіантів, для яких менше невизначеності у ймовірностях. Людина, яка віддає перевагу A замість B, також повинна віддати перевагу C та D, оскільки єдина відмінність полягає в (постійному) наслідку для зеленої кулі, який однаковий для кожного вибору. Якщо людина віддає перевагу A замість B, теорія передбачає, що S (червоний) > S (синій, а якщо ця людина віддає перевагу D замість C, то S (червоний) < S (синій), що є протиріччям. Багато людей продемонстрував цю парадоксальну модель вибору, навіть коли зіткнувся з цим аргументом. Одне з тлумачень полягає в тому, що люди не схильні до двозначності, а також до ризику. Інші припустили, що гравець може не довіряти тому, що урни ідентичні в обох варіантах.

3. Парадокс Петербурзький.

Санкт-Петербурзький парадокс, це теоретична гра, що використовується в економіці, щоб представити класичний приклад, що, беручи до уваги тільки очікуване значення як єдиний критерій рішення, особа, яка приймає рішення, буде введена в оману ірраціональним рішенням. Петербурзький парадокс був введений Ніколаусом Бернуллі в 1713 році. Той факт, що Д. Бернуллі на той час жив і працював у Санкт-Петербурзі та опублікував роботу в «Нотатках Імператорської Петербурзької Академії наук», дало підставу французькому математику Ж. д'Аламбер назвати в 1768 р. цей парадокс «Санкт-Петербурзьким». Ця назва закріпилася в історії математики та економіки.

Парадокс був представлений в праці Даніеля Бернуллі «Виклад нової теорії вимірювання ризику» 1738 р. Він провів різницю між очікуваною цінністю і очікуваною корисністю, оскільки остання використовує зважену корисність, помножену на ймовірності, замість використання зважених результатів.

Стандартна версія петербурзького парадоксу походить від петербурзької гри. Розглядається гра, яка перебуває у послідовному киданні монети до того часу, поки випаде "решка" (сторона з номіналом монети). Якщо "орел" (герб) випаде при першому кидку, то виграш становитиме 1 грош. од., при другому – 2 грош. од., при третьому - 4 грош. од. і т.д. Питання полягає в тому, яку суму слід заплатити за участь у грі. Цей парадокс, або протиріччя між (очікувана вартість) EV та людським судженням, пояснив Бернуллі, який показав, що якщо корисність є нелінійною функцією багатства, то очікувана корисність (EU) азартної гри дійсно може бути меншою, ніж корисність кінцева сума готівки. Далі Бернуллі показав, що теорія EU може пояснити, чому бідняк може бути готовий продати азартну ставку багатій людині за меншу суму, ніж її EV, і чому обидва вважають обмін раціональним. Він також пояснив купівлю-продаж страховки. Коли фон Нейман і Моргенштерн (1944) розробили аксіоматичні основи EU, а Севідж (1954) розробив теорію суб'єктивної очікуваної корисності (SEU), узагальнюючи EU на випадки невизначеності, де об'єктивні ймовірності не визначені, порушення EV більше не здавалися парадоксальними. Поведінка, яка не схильна до ризику (надає перевагу впевненим готівкам перед азартною грою з таким же або вищим EV) і поведінку з метою пошуку ризику (надає перевагу азартній грі перед EV в готівці) можна пояснити формами функцій корисності для різних випадків. Проте незабаром було виявлено нові парадокси, які змішали EU і SEU. Парадокс полягає в тому, що люди порівняно легко погоджуються зіграти у гру, якщо ставка початкового внеску невелика і можливий виграш, відповідно, також. І майже завжди відмовляються від участі, якщо ставка висока, а ймовірний виграш дуже солідний. А що ж каже найточніша з усіх наук математика? Якщо ми почали пояснювати Санкт-Петербурзький феномен простими словами, не відступатимемо від взятих він зобов'язань і спробуємо максимально спростити математичні розрахунки. Приймемо можливість виграшу за π і розглянемо його для ставки в 1 рубль. За теорією ймовірності, шанс падіння монети тією чи іншою стороною становитиме 50% або 0,5 для кожного кидка. Таким чином, математичне очікування виграшу при 1-му кидку буде ? × 1 грош. од. або 0,5×1 руб. = 0,5 грош. од. При 2-му кидку це очікування складе (0,5×0,5)×2 грош. од. = 0,5 грош. од. Сумарний розмір очікуваного виграшу – це сума очікувань після кожного кидка. При необмеженому кількості спроб сума очікуваного виграшу становитиме 0,5 грош. од. + 0,5 грош. од. + 0,5 грош. од. + … = ∞ (∞ – це знак нескінченності).

Як бачимо, при необмеженій кількості сеансів гри виграш може бути нескінченно більшим. Однак більшість людей не здатні зазирнути так далеко і зазвичай відмовляється від гри. У цьому полягає парадокс. На думку Данила Бернуллі, вартість чогось (предмета, виграшу) заснована не власне на абсолютній ціні, а на тій корисності, що принесе предмет чи виграш. У наші дні Санкт-Петербурзький феномен викликає великий інтерес стосовно азартних ігор. Власне, ми пам'ятаємо, що автор Санкт-Петербурзького парадоксу Микола Бернуллі пропонував використовувати гральні кістки, а не монету, так що азарт можна вважати однією з базових емоцій для розвитку розуміння суті парадоксу.

4. Парадокс цінності (Парадокс А. Сміта).

А. Сміт міркував над концепцією, що, хоча вода є основною причиною життя на землі, вона все ж менш «цінна», ніж діаманти. Проте ми можемо жити без діамантів, але не можемо жити без води. Ця концепція була відома як парадокс діамантової води.

Можна задатися питанням, чому вода, яка є необхідністю для життя, цінується менше, ніж діаманти. Різні економісти по-різному пояснювали причини цього парадоксу. Хтось давав поняття дефіциту, хтось говорив про граничну корисність, а хтось перераховував поняття попиту та пропозиції. Правда, однак, залишається, що до сьогодні ми повинні платити величезну суму за діаманти в порівнянні з тим, що ми платимо за воду. Концепція пояснюється економістами через закон спадної граничної корисності, вони стверджують, що в очах споживачів, алмази цінніші, ніж сумнівна вода. Очевидно, що якщо комусь дати можливість мати діамант проти води, результат очевидний. Корисність води для більшості з нас тимчасова в порівнянні з діамантами. Концепція води і алмазу була запропонована в 1700 році, з тих пір до 2020 року попит і пропозиція на обидва товари тривожно змінилися. Сьогодні 66% води витрачається на зрошення, посушливі регіони використовують близько 90% води, домашні господарства і промисловість споживають 34% і 20% води відповідно. Зміна способу життя, збільшення населення призвели до збільшення потреби у воді. Навпаки, втрата води, глобальне потепління та неправильне використання води виснажили наші водні ресурси. Зі збільшенням попиту на воду та її постачанням, що досягають критичного рівня, парадокс вартості може змінитися.

Цінність використання та вартість в обміні. Вода має вищу цінність використання, але обмінюється на низьку вартість, а з іншого боку, алмаз має дуже малу цінність використання, але обмінюється за дуже високою ціною. Це відбувається через різницю в їх граничній корисності.

Гранична корисність товару означає задоволення, отримане після споживання додаткової одиниці товару. Також зазначено, що гранична корисність зменшується, коли ми споживаємо той самий товар без будь-яких інтервалів, і задоволення, отримане від додаткової корисності, впаде. (Закон спадної корисності). Такий же закон діє, коли людина споживає алмаз або воду. Але цікаво відзначити, що перша випита склянка води приносить більше задоволення, ніж перша куплена одиниця алмазу. Вода має більшу граничну корисність на початковому рівні порівняно з алмазами. Це той випадок, коли людина відчуває спрагу, але в цей час немає води. У цій ситуації вода буде мати більшу цінність, ніж алмаз. Якщо вода легкодоступна, то споживач не буде зацікавлений у споживанні води, поки вона не знадобиться. І як тільки потреба задоволена, його гранична корисність стає нульовою, що означає, що він більше не зацікавлений купувати воду. Для діамантів це явно інше. Прогнозується, що діаманти будуть дефіцитними, і вони добре продаються, щоб створити попит. Це призводить до вищої граничної корисності алмазів і, таким чином, отримати завищена ціна в порівнянні з водою.

Чому, незважаючи на те, що вода для людини набагато корисніша, ніж алмаз, ціна на алмаз набагато вища? Чим викликаний цей феномен? Згадаймо, що блага, що задовольняють другорядні потреби (алмази, золото, діаманти), порівняно рідкісні. У порівнянні з благами, що задовольняють нагальні потреби (водою, хлібом, одягом), вони менш важливі для споживача, їхня корисність нижче. Проте ціна алмазу або золота в порівнянні з другою групою благ набагато вища. Чим це пояснюється? Тим, що конкретна корисність благ визначається співвідношенням між їхньою реальною кількістю та потребою в цих благах. Алмаз у порівнянні з наявністю джерел води дуже рідкісний, і цінність його виявляється високою. Це не корисність взагалі, а конкретна корисність блага. Дана відмінність випливає з поняття суб’єктивної корисності, введеної австрійською школою (К. Менгером, Е. Бем-Баверком) на відміну від об’єктивної оцінки корисності на основі трудової теорії вартості класиків (А. Сміта, Д. Рікардо). На думку представників австрійської школи, до оцінки корисності слід підходити ніби з двох сторін. Одна справа загальна корисність (хліба, алмазів, бензину) відповідно до їх властивостей і користь, що приноситься ними, інша справа корисність конкретного товару, якого потребує даний споживач. Конкретна корисність першого глечика води дуже висока. Якщо немає хоча б одного глечика води, можна втомитися від спраги. Корисність п’ятого або шостого глечика набагато менша: вода піде на полив квітів або на миття підлоги. Гранична корисність зменшується в міру насичення потреби. На ціну (і попит) впливає саме гранична корисність. Якщо води багато, ціна її знижується; якщо алмази рідкісні, їх дуже мало, вартість алмазів злітає вгору.

При низьких рівнях споживання вода має набагато більшу граничну корисність, ніж алмази, і, отже, єціннішою. Люди зазвичай споживають воду на більш високих рівнях, ніж алмази, і, таким чином, гранична корисність і ціна води нижча, ніж у алмазів. Проблема, пов’язана з парадоксом вартості алмазу і води, послужила однією з передумов аналізу проблеми граничних величин. Прагнучі знайти відповідь на запитання, чому найпотрібніші людині блага аж ніяк не найцінніші, один із засновників австрійської школи Карл Менгер (1840–1921) дійшов висновку, що цінність залежить від суб’єктивної оцінки людей, які найвище цінують найрідкісніші товари та послуги. Цінність товарів у ринковій економіці, за Менгером, обумовлюється не кількістю трудових витрат, не витратами, а граничною корисністю. Її визначає гранична одиниця товару. Від її корисності залежить і корисність попередніх одиниць товару. Гранична корисність, в такий спосіб, залежить від рівня корисності і рівня рідкості товару.

Запитання для самоперевірки

1. У чому полягає головна відмінність між поведінковою та експериментальною економікою?
2. Чому поведінкова економіка розглядається як виклик неокласичній моделі раціонального вибору?
3. Які ключові припущення про «homo economicus» критикує поведінкова економіка?
4. У чому полягає сутність поняття «обмежена раціональність» за Г. Саймоном?
5. Чим «стара» поведінкова економіка відрізняється від «нової» за цілями та методологією?

6. Яке призначення лабораторного експерименту в економічних дослідженнях?
7. У чому полягає проблема зовнішньої валідності економічних експериментів?
8. Які основні функції виконує експериментальна економіка в сучасній науці?
9. Що означає принцип «задовільного» (satisficing) вибору у теорії Саймона?
10. Які ключові ідеї лежать в основі теорії перспектив Д. Канемана та А. Тверскі?

Питання для самостійного опрацювання

1. Чому реальна економічна поведінка людей систематично відхиляється від прогнозів неокласичної теорії?
2. Як поєднання психології та економіки змінює уявлення про раціональність економічних агентів?
3. Чому «нова» поведінкова економіка не прагне повністю замінити неокласичну теорію?
4. У чому полягає методологічна перевага експерименту над суто теоретичними моделями?
5. Як експерименти Чемберліна та Сміта вплинули на розвиток експериментальної економіки?
6. Чому проблема мотивації учасників є центральною для економічного експерименту?
7. Як приклади соціальних і психологічних експериментів (Мілгрем, Елліот, Лофтус) ілюструють економічні аспекти поведінки?
8. У чому полягає економічний сенс теорії ментального обліку Р. Талера?
9. Чому гіперболічне дисконтування призводить до конфлікту між короткостроковими та довгостроковими рішеннями?
10. Як парадокс Алле підриває аксіоми теорії очікуваної корисності?
11. Чому уникнення втрат відіграє важливішу роль у виборі, ніж прагнення до виграшу?
12. Які практичні висновки для економічної політики можна зробити з поведінкових і експериментальних досліджень?

Тема 3. Поняття раціональності в експериментальній та поведінковій економіці: точки дотику та розходження, поведінка споживача на товарному ринку

3.1. Поняття конструктивістської раціональності. На думку В. Сміт одночасно існує 2 види раціонального порядку, кожен з них слугує характеристикою людини як соціальної істоти, і обидва вони важливі для розуміння й систематизації великої кількості фактів соціально-економічного життя людей і результатів лабораторних експериментів, а також для позначення нових напрямків розвитку економічної теорії та відповідних програм емпіричних досліджень.

Перша концепція раціональності випливає зі стандартної соціально-економічної теорії, що виникла в XVII ст. Характерною рисою цієї теорії є те, що Фрідріх фон Хайек назвав конструктивістською раціональністю (або конструктивізмом), початок якої заклав Рене Декарт (а також Френсіс Бекон і Томас Гоббс), який вважав і доводив, що всі гідні соціальні інститути створювалися і надалі будуть створюватися шляхом свідомої дедукції в процесі розвитку людського мислення. В економічній теорії на основі висновків стандартної соціально-економічної теорії розробляються раціональні прогностичні моделі прийняття рішень. Так, наприклад в умовах лабораторних експериментів при проведенні різноманітних ігор з двома і більше особами, майже половина учасників прагнула до кооперації та домагалася її. Ці результати сприяли виникненню конструктивістського напрямку теорії ігор, в основу якого були покладені не лише власні переваги індивіда, але і його переваги, що враховують інтереси інших осіб а також ідея «навчання», відповідно до якої з часом точність прогнозів на основі стандартної соціально-економічної моделі може зрости за рахунок процесів адаптації шляхом використання методу проб і помилок

Альтернативне і, можливо, розумне пояснення деяких випадків, коли результати спостереження суперечать теорії, полягає в тому, що люди можуть керуватися соціальними нормами довіри і реципрокності (включаючи принцип справедливості, що означає отримання кожним «заслуженого», тобто рівність можливостей, а не результатів) для досягнення кооперативних результатів, що перевершують результати егоїстичних дій на основі індивідуальної раціональності.

Отже, конструктивізм припускає використання людського розуму для свідомого вироблення правил людської поведінки в рамках соціально-економічних інститутів, які, як вважається, з урахуванням конкретних умов приносять більш бажані результати, ніж альтернативні механізми. Незважаючи на те що конструктивізм є одним з найвищих досягнень людської думки, важливо не забувати про той факт, що інститути людського суспільства і переважна частина механізмів процесу прийняття рішень базуються не лише на конструктивізмі, якщо взагалі дотримуються цього принципу. Новоутворені механізми, навіть якщо спочатку вони є конструктивістськими за своєю формою, повинні мати здатність до виживання з урахуванням альтернативних витрат і проблем, породжуваних зовнішнім середовищем, які залишаються поза увагою тих, хто розробляє теоретичні моделі.

Обмеженість і недоліки конструктивістської раціональності. Оскільки усі теорії і роздуми про устрій соціальних систем припускають свідоме використання нашого інтелекту, необхідно постійно віддавати собі звіт в тому, що людська діяльність носить неорганізований характер і підпорядковується несвідомим і автономним нейропсихічним системам, які дозволяють людям ефективно діяти, не звертаючись до такого особливого ресурсу людського мозку, як система уваги і міркувань. Це важлива особливість роботи мозку, що дозволяє економити його ресурси. В іншому випадку ніхто не зміг би прожити й дня під тягарем свідомого контролю і легального планування кожної незначної дії. Крім того, ніхто не може подумки уявити, не кажучи вже про те, щоб виразити в словесній формі, все те, що йому відомо і невідомо, але він може це згадати або спробувати усвідомити, щоб зробити деякі цілеспрямовані дії. Уявімо собі навантаження на мозок, якщо від людини, що здійснює покупки в супермаркеті, потрібно докладна оцінка своїх переваг для кожної комбінації десятків тисяч бакалійних товарів, доступної для його бюджету. Такі розумові процеси супроводжуються надзвичайно високими альтернативними витратами, і, якщо це недоступно свідомому мисленню, наш мозок підсвідомо розуміє, що ми повинні уникати цих витрат, які занадто високі у порівнянні з виграшем. Вирішення будь-якої незнайомої проблеми або виконання нової дії, насамперед, мабуть, приводить в дію наявну в розпорядженні мозку систему пошуку, щоб свідомо осмислити те, що вже відомо індивіду про умови прийняття рішення. Умови приводять в дію механізм автобіографічної емпіричної пам'яті, і цим пояснюється, чому вони відіграють значну роль при проведенні експериментів в малих групах. Мозок (включно з нейрофізіологічною системою в цілому) просто відтворює в пам'яті знайомі і освоєні вирішення завдання і виступає в ролі блискучого шахіста, водночас коли бейсболіст приймає м'яч, що летить зі швидкістю 95 миль на годину, і це все робиться без усвідомлених розумових зусиль. Ми зовсім не здатні управляти природними механізмами автобіографічної пам'яті, які побудовані на автономній роботі мозку. Ми не пам'ятаємо, яким чином ми придбали переважну частину наших оперативних знань. Найбільш яскравим прикладом є природне оволодіння мовою, проте сюди можна віднести і навчання музиці, а також всьому тому, що передбачає процес нашої соціалізації. Те, що мозок має здатність до автономного підсвідомого навчання, показали численні експерименти з людьми, що страждають амнезією, яким пропонувалося обміркувати нову проблему. Вони могли навчитися успішно її вирішувати, однак забували, яким чином їм це вдавалось робити.

3.2. Поняття екологічної раціональності. Міркування щодо недоліків конструктивістської раціональності сприяли розробці іншої концепції, в межах якої раціональний порядок розглядається як такий, що не має певної структури, і виникає в процесі культурної і біологічної еволюції під впливом звичаїв, норм, традицій і моралі. Поняття екологічної раціональності зазвичай розкривають через категорію «розуму», який уможливлює здатність людей до прорахунку ситуацій через алгоритм «уявного відтворення», який уможливлює вивчення і прогнозування поведінки індивідів (на основі певного досвіду і знань). Водночас такі модулі є занадто «прості» і малопридатні в світлі опису конструктивістського підходу. На думку В. Сміта саме через категорію «екологічної раціональності» можливо описати більшість процесів прийняття рішень, а також поглибити розуміння існуючого порядку певних форм людської культури, та шукати сенс, який втілено в правилах, нормах та інститутах нашої культурної та біологічної спадщини, що виникли завдяки взаємодії людей, але не по заздалегідь продуманому ними плану. Люди керуються правилами, будучи не в змозі чітко їх сформулювати, але ці правила можна виявити, аналізуючи їх дії. Далекий попередник Герберга Саймона Девід Юм, який жив у XVIII ст., замислювався про межі розумових здібностей і межі людського розуму, тим самим ставлячи під питання завищені претензії конструктивістів. Раціональність, згідно з Юмом, є феноменом, який розум виявляє в існуючих інститутах. Так, «правила моралі ... не є висновками (нашого) розуму». Адам Сміт висунув ідею емерджентного порядку для економіки. Істина відкривається у вигляді сенсу, втіленого в правилах і традиціях, які сформувалися нез'ясовним чином в глибоку давнину завдяки соціальній взаємодії людей. Це повна протилежність антропоцентричної точки зору, згідно якої, якщо реально існуючий соціальний механізм є функціональним, то хтось у далекому минулому створив його навмисно шляхом використання власного розуму. В експериментальній економіці традиційні уявлення шотландських філософів XVIII ст. дають про себе знати, коли численні дослідження існуючих ринкових інститутів, таких як безперервний подвійний аукціон, свідчать про існування певного емерджентного інституційного порядку. Якщо перефразувати ідею Адама Сміта, можна сказати, що люди, які беруть участь в цих експериментах, сприяли досягненню результатів, які підвищують груповий добробут, що спочатку не входило в їхні плани. Цей висновок підтверджується сотнями експериментів, умови та інститути яких (закритий аукціон, ринки з одностороннім призначенням продавцями) виходили за рамки можливостей традиційного теоретико-ігрового аналізу у побудові прогностичних моделей. Однак вони не виходили за рамки функціональних здібностей колективів, що складалися з людей, що приймають рішення на основі неповної інформації, автономні розумові алгоритми яких координували поведінку за допомогою інституційних правил – соціальних алгоритмів, і це приносило дуже хороші результати. Визнання існування невидимих процесів і вивчення механізмів їх дії має велике значення для поглиблення нашого розуміння соціальних явищ і дозволяє нам проводити дослідження, не обмежені антропоцентричним підходом конструктивізму.

Обидва види раціональності вплинули на програми проведення і пояснення результатів економічних експериментів. Так, якщо в тих чи інших умовах люди роблять вибір, що суперечить нашій формальній теорії раціональності, замість того щоб зробити висновок про ірраціональності, слід відповісти на питання, чому вони так поступають, переглянувши висунуті гіпотези з урахуванням усіх аспектів експерименту – процедур, винагород, умов, інструкцій і т.д. – відтак з'ясувавши, які ж нові концепції і програми проведення експериментів можуть допомогти нам глибше зрозуміти поведінку людей. Як учасники експериментів сприймають проблему, яку вони намагаються вирішити? І нарешті, розуміння процесу прийняття рішень вимагає знань, що виходять за рамки традиційної економічної теорії, і ця проблема була знайома як Юму, так і Сміту. Це стало очевидним при проведенні досліджень взаємозв'язку стратегічної взаємодії з певними функціями нервової системи з використанням fМКІ та інших технологій тривимірного зображення функціонування головного мозку. В їх рамках вивчалися нейропсихологічні кореляти намірів або «читання думок» а також інші гіпотези щодо інформації і вибору, а також ролі власного або чужого вибору в процесі взаємодії.

3.3. Психологія і ринки: раціональність на рівні окремого індивіда і ринку в цілому. І психологи, і економісти «біхевіористського напрямку» досліджують поведінку при прийнятті рішень, повідомляють про практично однакові результати, які суперечать теорії раціональності. Так було не завжди, але концентрація уваги на «аномаліях», розпочинаючи з 70-х років, звела нові дослідницькі ініціативи до пошуку протиріч між описами реальної поведінки і його карикатурним - зображенням в теорії мейстриму в частині його основних ідей. Заслугою психологів стала реалізація інтенсивної програми досліджень природи поведінки, що суперечить класичній моделі. Наприклад, у роботах Сідні Зігеля і Лоуренса Фуракера говорилося як про підтвердження, так і про суперечності даної моделі і розглядалися принципи її удосконалення. Аналогічним чином Канеман і Тверські у своїй теорії перспектив запропонували модифікувати функції корисності і зважених ймовірностей стандартної теорії очікуваної корисності. Однак стратегії дослідження, зосереджені на вивченні помилок, можуть створити у вчених, не кажучи вже про широку публіку, помилкове уявлення про те, що прогнози теорії виправдовуються надзвичайно рідко. Потрібно мати на увазі, що експериментальна і поведінкова економіка багато в чому доповнюють одна одну. Економісти-експериментатори вивчають характеристики ринку (раціональність) з урахуванням індивідуальних оцінок, в той час як представники когнітивної психології досліджують процес вироблення оцінок (раціональність) індивідами. Якщо об'єкти торгівлі відносяться до майбутнього, то їх відповідні оцінки являють собою їх «ринкову вартість», яка визначається на основі теорії очікуваної корисності, теорії перспектив

(Каннеман і Тверскі, 1979) або будь-якої іншої теорії. Так, Плотта і Джонатан Уль досліджували експериментальні ринки, на яких об'єкти якими торгують є азартні ігри, і виявили, що досягнення конкурентної рівноваги визначалося попитом і пропозицією на основі їх очікуваної цінності. Однак проміжна ланка між раціональністю на рівні окремого індивіда і ринку в цілому, а також те, яку роль у цьому відіграють інститути, були вивчені слабко. Ринки роблять свою справу незалежно від того, раціональними, ірраціональними або нераціональними є індивідуальні цінності.

Спільне та відмінне в поглядах психологів та економістів щодо категорії раціональності.

Цікаво, що відмінності в наукових підходах економістів і психологів роблять непомітним збіг фундаментальних основ їх теорій. І ті й інші покладаються на конструктивізм: 1) вони вважають, що раціональність або ірраціональність ринків випливає безпосередньо і лише з раціональності або ірраціональності агентів;

2) вони відзначають, що індивідуальна раціональність являє собою усвідомлений і заснований на розрахунках процес максимізації виграшу;

3) ті і інші неохоче допускають думку, що прості і наївні агенти можуть досягти соціально оптимального результату, не маючи уявлення ні про процес в цілому, ні про його окремих частинах, що приводяться в рух шляхом свідомих дій (в цьому немає жодного чаклунства і немає місця учаснику з нульовою інформацією);

4) в результаті психологи досліджують раціональність індивідуальних рішень переважно шляхом опитувань суб'єктів з проблем вибору, щоб з'ясувати, як вони обмірковують свої рішення. Економісти ж замість того щоб піддати сумніву дану конструктивістську точку зору, схильні її розділяти (яким чином розмірковують агенти?), але не схвалюють методів опитувальних досліджень, що практикуються в рамках когнітивної психології: ставки винагород або дорівнюють нулю, або занадто низькі, а суб'єкти занадто наївні, недосвідчені або непідготовлені, щоб дослідник зміг виявити, про що реально думають конкретні агенти». Виникає враження, що багато психологів усюди виявляють ірраціональність, а багато економістів вважають, що її там немає. Відзначимо, що дослідження громадської думки можуть дати цікаві результати. Іноді отримані за їх допомогою висновки можна перевірити в лабораторії або при проведенні польових досліджень при більш строгих умовах з використанням мотивації вибору та винагороди, щоб підтвердити достовірність прогнозів (наприклад, асиметричне ставлення до втрат і виграшів). Іноді те що роблять люди повністю суперечить тому що вони говорять, а іноді розпитуючи їх «чому так?», це з'ясувати неможливо, тому що вони самі не знають чого хочуть і що збираються зробити. Ось приклад. Канеман і його колеги (1986) наводять численні приклади, коли респондентів попросили оцінити за чотирибальною шкалою ступінь справедливості простих дій, здійснюваних бізнесменами в умовах конкуренції. В одному з випадків після сильного снігопаду господарський магазин підняв ціни на лопати для прибирання снігу з $ 15 до $

20, 82% респондентів розцінили цей крок як несправедливий, або надзвичайно несправедливий. Франчіозі і його колеги замінили слово «справедливий» на «прийнятний», а «несправедливий» – на «неприйнятний», а також додали до опису даного прикладу Канемана одну фразу: «Магазин зробив це, щоб зберегти запас лопат для своїх постійних покупців, оскільки інший магазин підняв свою ціну до $ 20». Після цього лише 32% респондентів дали його діям негативну оцінку. Це говорить про те, що на результати опитування можуть вплинути емоційне забарвлення термінів і передбачувана «виправданість» дій з точки зору рушійних сил знеособленого обміну.

Підбиваючи підсумки щодо раціонального і ірраціонального в економічній теорії, відзначимо, що 80% в ній засновано на парадигмі раціонального і 20% – на парадигмі ірраціонального.

3.4. Раціональні та ірраціональні моделі теорії споживання.

1. Неокласична задача теорії споживання. Згадаємо деякі означення із економічної теорії.

Під *товаром* будемо розуміти будемо розуміти споживче благо або послугу, що надійшли у продаж у певний час та у певному місці.

Під *споживачем* будемо розуміти групу індивідуумів (може й одного), які спільно розподіляють свій дохід на закупівлю товарів.

Головна проблема раціонального ведення господарства споживачем полягає у вирішенні питання про те, яку кількість наявних товарів він повинен придбати за певний період при заданих цінах та споживчому доході. Математичні моделі подібної поведінки та результати їх аналізу і утворюють теорію особистого споживання.

Будемо вважати, що існує скінчене число n наявних товарів, які мають властивість *кількісної вимірності.* Це припущення не є обмежувальним, оскільки в економіці завжди можна перейти до *цінового індекс* кількості бідь якого товару чи групи товарів. Така операція робить кількісно порівняними (сумірними) всі якісно різні товари і дає можливість, якщо це потрібно, агрегувати товари в один *комплексний (складний)* товар. При цьому ціновий індекс деякого товару є ціною одиниці цього товару в певний базовий період часу: вектор таких цін $p \in R_+^n$: $p_i \geq 0$, $p_i \in R^1$, $i = \overline{1, n}$, (R^1 – дійсні числа).

Вибір споживача характеризуэться *набором товарів*$x' = (x_1, \ldots, x_n) \in R_+^n$, тобто товари вважаються *необмежено подільними,* а їх кількості невід’ємними. Тоді під *товарним простором* будемо розуміти множину векторів (наборів товарів) $X \in R_+^n$.

Вибір споживачем певного набору товарів залежить не тільки від його потреб, але і віл його смаків. Він характеризується суб’єктивним *відношенням переваги,* яке позначається через $\succeq$ і є парним порівнянням партій товарів (векторів). Запис $x \succeq y$, x, $y \in X$ означає, що споживач віддає перевагу набору товарів x перед набором товарів y ($x \succ y$) або вважає їх рівноцінними ($x \sim y$). У першому випадку говорять, що x *строго переважає* y, а у другому випадку говорять, що набори знаходяться у відношенні *байдужості.* Тоді $x \succeq y$ означає, що набір x *нестрого переважає* набір y.

Формалізувати відношення нестрогої переваги $\succeq$ у явному вигляді для векторів (наприклад, як відношення $\geq$ для дійсних чисел R^1) неможливо. Тому вводимо його аксіоматично.

Аксіома 1. Відношення нестрогої переваги $\succeq$ є повним квазіпорядком.

Аксіома 2. Відношення нестрогої переваги $\succeq$ є неперервним, тобто множина $\{(x, y) \in X \times X: x \succ y\}$ являється відкритою у декартовому добутку $X \times X$.

Аксіома 1 встановлює певний порядок відносно споживчих наборів з таким властивостями: 1) відношення нестрогої переваги $\succeq$ є рефлексивним, тобто $x \succeq x, \forall x \in X$; 2) відношення нестрогої переваги $\succeq$ є транзитивним, тобто якщо $x \succeq y$, $y \succeq z$, то $\forall x \succeq y$, $x \succeq z$ $\forall$ $x, y, z \in X$; 3) відношення нестрогої переваги $\succeq$ є повним (або зв'язним), якщо довільні x, $y \in X$ порівнювальні по $\succeq$ (в тому числі при $x = y$). Зміст аксіоми 2 полягає в наступному: для любих наборів $x^0, y^0 \in X: x^0 \succ y^0$ $\exists$ $\varepsilon_1, \varepsilon_2 > 0$ такі, що для всіх $x \in O_{\varepsilon_1}(x^0)$, $y \in O_{\varepsilon_2}(y^0) \Rightarrow x \succ y$, де $O_{\varepsilon_1}(x^0)$, $O_{\varepsilon_2}(y^0)$ – околи відповідних точок в деякій метриці.

Далі пару $(X, \succeq)$, тобто простір товарів з відношенням нестрогої переваги $\succeq$ певного споживача будемо називати *полем переваги* цього споживача.

Нехай $(X, \succeq)$ − поле переваг, $X \subseteq R^n$, відношення переваги $\succeq$ задовольняє аксіомі I.

Означення 3.1. *Числова функція $U: X \to R$ називається індикатором переваги $\succeq$, або функцією корисності, що зображує відношення переваги $\succeq$, якщо*

$$U(x) \geq U(y) \Leftrightarrow x \succeq y \ \forall x, y \in X \ \bullet$$

Якщо функція корисності $U(x)$ зображує відношення переваги $\succeq$, то множина рівнів цієї функції є класами байдужості для $\succeq$, тобто

$$U(x) = U(y) \Leftrightarrow x \succeq y \sim x, y \in X.$$

Теорема 3.1. I) *Якщо $U(x)$, $x \in X$ − функція корисності для поля переваг $(X, \succeq)$ і $f: U(X) \to R^1$ строго зростаюча функція, то суперпозиція $f \circ U(x) = f(U(x))$ також є функцією корисності, що зображує поле переваг $(X, \succeq)$;*

II) Якщо $U(x)$ і $V(x)$ − дві функції корисності, які зображують поле переваг $(X, \succeq)$, то існує така строго зростаюча дійсна функція $f(t,)$ визначена на $U(X)$, що $V(x) = f \circ U(x) = f\big(U(x)\big)$, $x \in X \bullet$

Із теореми 3.1 випливає, що коли для будь - якого поля переваг існує хоча б одна функція корисності, то є безліч функцій корисності, які можна отримати одну з одної за допомогою строго монотонно зростаючих перетворень.

Приклади функцій корисності.

Приклад 3.1 (*лінійна функція корисності*). Ця функція має вигляд

$$U(x) = \sum_{i=1}^{n} a_i x_i, \ x \ \in R_+^n,$$

де a_j – граничні корисності споживача за товаром j.

За допомогою квадратичної функції $f(z) = z^2, \ z \ \geq 0,$ яка є строго зростаючою, одержимо квадратичну функцію корисності

$$V(x) = \ f(U(x)) = (\sum_{i=1}^{n} a_i x_i)^2 = \sum_{i=1}^{n} a_i^2 x_i^2 \ + \ 2\sum_{i=1}^{n} a_i x_i a_j x_j,$$

яка характеризує теж відношення переваги, що і функція $U(x)$ •

Приклад 3.2 (*мультиплікативна функція корисності*). Ця функція має вигляд

$$U(x) = \prod_{i=1}^{n} x_i^{\alpha_i}, \ x \ \in R_+^n, \alpha_i > 0, \ i \ = \overline{1,n}.$$

При цьому граничні корисності мають вигляд

$$MU_i(x) = \alpha_i \frac{U(x)}{x_i} > 0, \ x \ \in \ intR_+^n.$$

За допомогою строго зростаючої функції $f(z) = z^\gamma, \ z \ \geq \ 0, \ \gamma \ = (\sum_{i=1}^{n} \alpha_i)^{-1}$ одержимо функцію корисності Кобба - Дугласа

$$V(x) = \prod_{i=1}^{n} x_i^{\beta_i}, \ x \ \in R_+^n,$$

$$0 < \beta_i = \frac{\alpha_i}{\sum_{j=1}^{n} \alpha_j} < 1, \sum_{j=1}^{n} \beta_j = 1.$$

яка характеризує теж відношення переваги, що і функція $U(x)$.

Зауважимо, жо для функції корисності $V(x)$ граничні корисності $MV_i(x)$ є спадними функціями, оскільки

$$\frac{\partial \ MV_i(x)}{\partial x_i} = \beta_i(\beta_i \ - \ 1)\frac{V(x)}{x_i^2} < 0, \ x \ \in intR_+^n \quad \bullet$$

Таким чином, можна сказати, що функція корисності споживача виражає *порівняльну (ординалістську)* кількісну міру цінності різних споживчих наборів.

Одним із основних результатів теорії споживання є

Теорема 3.2 *(Дебре Ж.). Якщо множина X поля переваг $(X, \succeq)$ є зв'язною, а відношення переваги – неперервне, то існує функція корисності $U(x), \ x \ \in \ X$, що зображує це поле* •

Нехай функція корисності споживача $U(x), \ x \ \in R_+^n$ є двічі диференційованою, монотонно зростаючою і строго угнутою, а бюджетне обмеження має вигляд $p' \ x \ \leq I$, де $p \ \in \ R_+^n$ – вектор цін, I – бюджет (дохід) споживача. Тоді раціональна поведінка споживача визначається такою задачею опуклого програмування (неокласична задача споживання):

$$U(x_1, \dots, x_n) \ \rightarrow \ \max,$$

$$\sum_{i=1}^{n} p_i x_i = p' \ x \ \leq I,$$

$$x_j \ \geq \ 0, \ j \ = \overline{1,n}. \tag{3.1}$$

Відступ 1. Умови оптимальності в задачі математичного програмування.

Розглянемо задачу вигляду

$$f(x) \ \to \ \min,$$

$$g_i(x) \ \le \ 0, \ i \ = \overline{1,k},$$

$$g_i(x) = 0, \ i \ = \overline{k+1,m}, \ x \ \in \ U_0 \subset \ R^n. \tag{3.2}$$

Зв'яжемо із задачею (3.2) множину векторів

$$\Lambda = \{\lambda \ \in \ R^m: \lambda_i \ge \ 0, \ i \ = \overline{1,k}.\} \tag{3.3}$$

Для задачі (3.2) уведемо функцію Лагранжа

$$L(x,\lambda_0,\lambda) = \lambda_0 \ f(x) \ + \ \textstyle\sum_{i=1}^{n} \lambda_i g_i(x). \tag{3.4}$$

Градієнт функції Лагранжа по x будемо позначати через $L'_x(x,\lambda_0,\lambda)$.

Якщо функції в задачі (3.2) неперервні, множина U_0 – компактна, або замкнута і така, що в ній існує послідовність $\{x_k\}$: $\lim\limits_{k\to\infty} f(x_k) = \infty, \lim\limits_{k\to\infty} ||x_k|| = \ \infty, (||x|| = \ \rho(x,0))$, виконуються обмеження щодо нерівностей і рівностей, то така задача має розв'язок (теорема Вейерштраса.)

Теорема 3.3 (Принцип Лагранжа). Нехай в задачі (3.2) множина U_0 – опукла, функції $f(x), g_i(x), \ i \ = \overline{1,k}$ – диференційовні в точці $\hat{x}_* \ \in \ U_0$, функції $g_i(x), \ i \ = \overline{k+1,m}$ – диференційовні в околі точки $\hat{x}_*$. Якщо $\hat{x}_*$ – локальний розв'язок задачі (3.2), то існують число $\lambda_{0,*} \ \ge \ 0$ і вектор $\lambda_* \ \in \ \Lambda$, не рівні одночасно нулеві і такі, що

$$(L'_x(\hat{x}_*,\lambda_{0,*},\lambda_*), x \ - \ \hat{x}_*) \ \ge \ 0 \ \forall \ x \ \in \ U_0, \tag{3.5}$$

$$\lambda_{i,*} g_i(\hat{x}_*) = 0, \ i \ = \overline{1,k} \ \ \bullet \tag{3.6}$$

Будь-яка точка $\hat{x}_* \ \in \ \Omega$, що задовольняє умовам (3.5) – (3.6) при деяких $\lambda_{0,*} \ \ge \ 0, \lambda_* \ \in \ \Lambda, (\lambda_{0,*},\lambda_*) \ \ne \ 0$, називається стаціонарною точкою задачі (3.2). Принцип Лагранжа стверджує, що при вказаних припущеннях любий локальний розв'язок задачі (3.5) – (3.6) являєтьсям стаціонарною точкою. Зворотнє гарантується лише при додаткових припущеннях щодо задачі (3.2).

Числа $\lambda_{i,*}, \ i \ = \overline{0,m}$ називаються множниками Лагранжа. Вони визначені з точністю до додатної постійної. Це дозволяє розглядати в теоремі 2.3 лише два випадки: $\lambda_{0,*} = 0$ або $\lambda_{0,*} = 1$. Любе додаткове припущення, яке забезпечує в рамках даної теореми випадок $\lambda_{0,*} = 1$, називають умовою регулярності. Саму задачу (3.2) при цьому називають регулярною. Для регулярної задачі функція Лагранжа має вигляд

$$L(x,\lambda) = \ L(x,1,\lambda) = \ \ f(x) \ + \textstyle\sum_{i=1}^{n} \lambda_i g_i(x). \tag{3.7}$$

Для регулярної задачі опуклого програмування умови (3.5) – (3.6) є не тільки необхідними, але й достатніми.

Теорема 3.4. Нехай в задачі (3.2) множина U_0 – опукла, функції $f(x), g_i(x)$, $i \ = \overline{1,k}$ – опуклі на U_0 та диференційовні в точці $\hat{x}_* \ \in \ \Omega$, функції $g_i(x), \ i \ = \overline{k+1,m}$ – лінійні. Якщо при $\lambda_{0,*} = 1$ і деякому $\lambda_* \ \in \ \Lambda$ виконуються умови

(3.5) – (3.6), то $\hat{x}_* = x_*$ •

Наведемо деякі випадки реалізації умови (3.5) при конкретизації множини U_0.

Лема 3.1. 1) Якщо $U_0 = R^n$, то умова (3.5) еквівалентна умові

$$L'_x(\hat{x}_*, \lambda_{0,*}, \lambda_*) = 0;$$

2) якщо

$$U_0 = \{x \in R^n : a_i \le x_i \le b_i,\ i = \overline{1,n}\},$$

де $-\infty \le a_i < b_i \le \infty,\ i = \overline{1,n}$ (коли $a_i = -\infty$ або $b_i = \infty$, то відповідний знак нерівності слід розуміти як строгий). Тоді умова (3.5) буде еквівалентною умові

$$\frac{\partial L(\hat{x}_*, \lambda_{0,*}, \lambda_*)}{\partial x_i} \begin{cases} = 0, & a_i < \hat{x}_{*,i} < b_i, \\ \ge 0, & \hat{x}_{*,i} = a_i \ne -\infty, \\ \le 0, & \hat{x}_{*,i} = b_i \ne \infty, i = \overline{1,n}; \end{cases}$$

3) якщо

$$U_0 = \{x \in R^n : x_i \ge 0,\ i = \overline{1,s}\},$$

де $0 \le s \le n$ ($s = 0$ відповідає випадку $U_0 = R^n$). Тоді умова (3.5) буде еквівалентною сукупності умов

$$\frac{\partial L(\hat{x}_*, \lambda_{0,*}, \lambda_*)}{\partial x_i} \ge 0, \hat{x}_{i,*}\frac{\partial L(\hat{x}_*, \lambda_{0,*}, \lambda_*)}{\partial x_i} = 0,\ i = \overline{1,s},$$

$$\frac{\partial L(\hat{x}_*, \lambda_{0,*}, \lambda_*)}{\partial x_i} = 0,\ i = \overline{s+1,n} \ •$$

Повернемось до задачі (3.1). Для неї необхідні і достатні умови оптимальності, згідно теореми 3.3 і леми 3.1 , будуть мати вигляд

$$ML_i(x^*, \lambda^*) = MU_i(x^*) - \lambda^* p_i \le 0,$$

$$x_i^* \ ML_i(x^*, \lambda^*) = x_i^*(MU_i(x^*) - \lambda^* p_i) = 0,\ i = \overline{1,n},$$

$$\frac{\partial L(x^*, \lambda^*)}{\partial \lambda} = I - p'x^* \ge 0, \lambda^*(I - p'x^*) = 0. \quad (3.8)$$

Припустимо, що всі товари повинні бути купленими, тобто $x_i^* > 0,\ i = \overline{1,n}$. Тоді із другого співвідношення умов оптимальності (3.8) і додатності $MU_i(x^*)$ отримаємо, що

$$\lambda^* = \frac{MU_i(x^*)}{p_i} > 0,\ i = \overline{1,n}. \quad (3.9)$$

Звідси і четвертого співвідношення умов оптимальності (3.8) будемо

$$I - p'x^* = 0.$$

Таким чином, умови оптимальності (3.8) приймають вигляд системи рівнянь

$$MU_i(x^*) - \lambda^* p_i = 0, \overline{1,n},$$

$$I - p'x^* = 0. \quad (3.10)$$

Нехай $x^*(p, I)$ - розв’язок системи (10). Тоді

$$\lambda^* = \frac{1}{p_i}\frac{\partial U_i(x^*(p,I))}{\partial I}\frac{\partial I}{\partial x_i} = \frac{\partial U_i(x^*(p,I))}{\partial I},$$

тобто в цій моделі споживання множник Лагранжа називають *граничною корисністю грошей,* а функцію

$$V(p,I) = U(x^*(p,I))$$

називають *непрямою корисністю* споживача.

Надамо геометричну ілюстрацію умовам оптимальності (10) при $n = 2$. Розв'язок системи (3.10) лежить на бюджетній прямій

$$I - p_1 x_1^* - p_2 x_2^* = 0$$

і є точкою дотику її до кривої байдужості (див. Рис. 3.1).

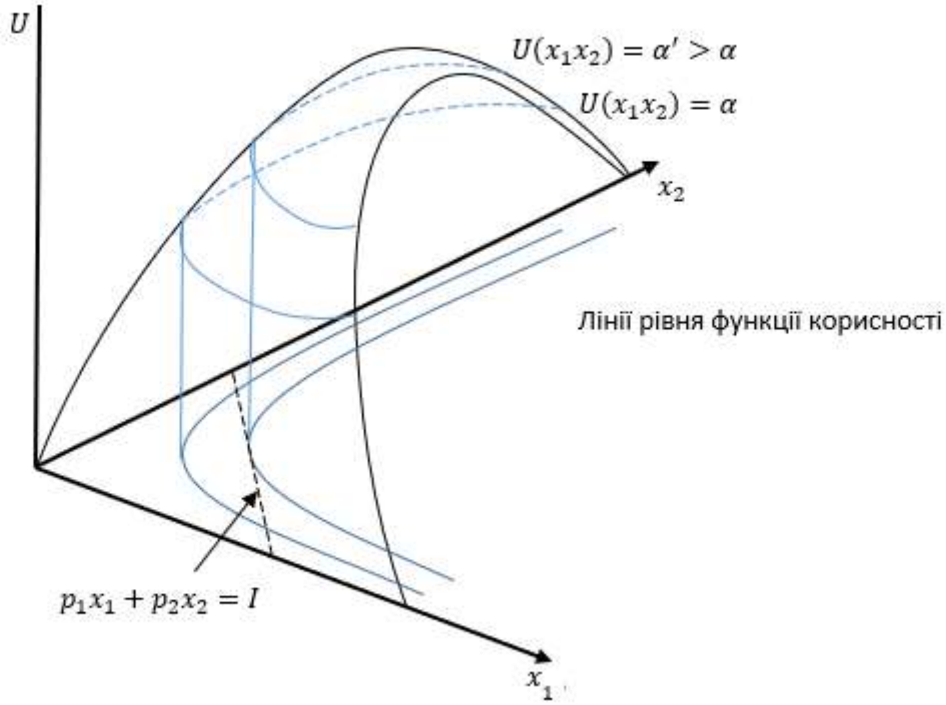

Рис. 3.1

При цьому нахил (кутовий коефіцієнт) бюджетної прямої дорівнює $-p_1/p_2$, а нахил відповідної кривої байдужості dx_2/dx_1 визначається із рівняння

$$dU = \frac{\partial U}{\partial x_1}\, dx_1 + \frac{\partial U}{\partial x_2}\, dx_2 = 0$$

і дорівнює

$$\frac{dx_2}{dx_1} = - \frac{\partial U}{\partial x_1}\left(\frac{\partial U}{\partial x_2}\right)^{-1}.$$

Звідси

$$\frac{\partial U}{\partial x_1}\left(\frac{\partial U}{\partial x_2}\right)^{-1} = \frac{p_1}{p_2}.$$

Із (2.10) витікає, що функція попиту споживача $x^*(p,I)$ є однорідною нульового ступеня відносно цін і бюджету, тобто

$$x^*(\alpha p, \alpha I) = x^*(p,I) \ \forall\ \alpha > 0.$$

Розглянемо деякі приклади, що розкривають особливості оптимального вибору споживача в різних ситуаціях.

В задачі (3.1) при $n = 2$ функцію корисності візьмемо у вигляді функції

Бернуллі

$$U(x_1, x_2) = a_1 \ln x_1 \ + \ a_2 \ln x_2, a_1, a_2 > 0.$$

Система (3.10) буде мати вигляд

$$\frac{a_1}{x_1} \ - \ \lambda \ p_1 = 0, \frac{a_2}{x_2} \ - \ \lambda \ p_2 = 0,$$

$$x_1 p_1 \ + \ x_2 p_2 = \ I.$$

Тоді

$$x_1^* = \frac{a_1}{a_1 \ + \ a_2} \frac{I}{p_1}, x_2^* = \frac{a_2}{a_1 \ + \ a_2} \frac{I}{p_2}.$$

Розглянемо більш загальний підхід до задачі вибору споживача. При цьому функція корисності споживача повинна включати для кожного товару його мінімальну кількість $\bar{x}_i$, яка не є об'єктом вибору, а купується ним обов'язково при відповідних бюджетних можливостях. Якщо $\bar{x}_i > 0$, то відповідний товар є *товаром першої потреби.* Набір усіх товарів першої потреби $\bar{x}$ утворює *мінімальний споживчий кошик.*

Усереднений за певною методикою мінімальний споживчий кошик та його вартість визначають рівень бідності економіки.

Якщо $\bar{x}_i = 0$, то товар i є *товаром вибору.* Товари вибору характеризуються швидким темпом зростання попиту на них при збільшенні доходу, ніж товари першої потреби, попит на які є обмеженим. Серед товарів вибору іноді виділяють групу *товарів розкоші,* попит на які необмежено зростає при необмеженому зростанні доходу I, причому в більших пропорціях, ніж зростання I.

З наведеного витікає, що формально i - й товар є:

товаром першої потреби, якщо

$$\lim_{I \to \infty} \frac{x_i^*(p,I)}{I} = 0;$$

товаром вибору, якщо

$$\lim_{I \to \infty} \frac{x_i^*(p,I)}{I} = \ K \ < \infty;$$

товаром розкоші, якщо

$$\lim_{I \to \infty} \frac{x_i^*(p,I)}{I} = \ \infty$$

Розглянемо модель споживання Стоуна із загальною мультиплікативною функцією корисності

$$U(x) = \ C \ \prod_{i=1}^{n} \ (x_i \ - \ \bar{x}_i)^{\alpha_i},$$

де $C \ > 0, \alpha_i > 0, \ i \ = \overline{1, n},$

$$\sum_{i=1}^{n} \ p_i \bar{x}_i < \ I, \sum_{i=1}^{n} \ p_i x_i \ \leq \ I, \ x \ \in \ R_+^n.$$

Система оптимальності (10) тут буде мати вигляд

$$\frac{\partial U(x^*)}{\partial x_i} \ - \ \lambda^* p_i = \frac{\alpha_i \ U(x^*)}{x_i^* \ - \ \bar{x}_i} \ - \ \lambda^* p_i = 0, \ i \ = \overline{1, n},$$

$$\sum_{i=1}^{n} \ p_i x_i^* = \ I.$$

Із перших n рівнянь цієї системи отримаємо

$$x_i^* = \bar{x}_i + \frac{\alpha_i}{p_i}\frac{U(x^*)}{\lambda^*}, i = \overline{1,n}.$$

У виписаних вище рівняннях невідомою є величина $U(x^*)/\lambda^*$. Для її визначення домножимо кожне із цих рівнянь на p_i і складемо всі добутки з урахуванням останнього рівняння системи оптимальності

$$I = \sum_{i=1}^n p_i\bar{x}_i + \frac{U(x^*)}{\lambda^*}\sum_{i=1}^n \alpha_i.$$

Звідси отримаємо відповідно

$$\frac{U(x^*)}{\lambda^*} = \frac{I - \sum_{i=1}^n p_i\bar{x}_i}{\sum_{i=1}^n \alpha_i},$$

$$x_i^* = \bar{x}_i + \frac{\alpha_i}{p_i}\frac{I - \sum_{j=1}^n p_j\bar{x}_j}{\sum_{k=1}^n \alpha_k}, i = \overline{1,n}. \quad (3.11)$$

Отриманий результат можна інтерпретовати таким чином:

1) спочатку споживач витрачає суму коштів $\sum_{j=1}^n p_j\bar{x}_j$ на придбання товарів першої потреби $\bar{x}$;

2) після чого в нього залишається сума грошей $I - \sum_{j=1}^n p_j\bar{x}_j$, на яку він закуповує додаткову кількість товарів $(I - \sum_{j=1}^n p_j\bar{x}_j)/p_i$, $i = \overline{1,n}$ у пропорції $\alpha_i(\sum_{k=1}^n \alpha_k)^{-1}$.

Відзначимо, що в моделі Стоуна, згідно введеної вище класифікації, всі товари при $\bar{x}_j \neq 0, j = \overline{1,n}$ є одночасно і товарами першої необхідності, і товарами вибору

$$\lim_{I\to\infty}\frac{x_i^*(p,I)}{I} = \frac{\alpha_i}{p_i\sum_{k=1}^n \alpha_k}.$$

Іноді функція корисності не включає в себе мінімальний споживчий кошик. Дійсно, нехай в моделі (2.1) функція корисності має вигляд

$$U(x_1,x_2) = x_1^a x_2^{b-a}(x_2 + b - a)^{-b},$$

де $a > 0,\ b > a,\ x \in R_+^2$.

Умови оптимальності для задачі (1) тоді запишуться таким чином

$$\frac{a}{x_1}\ U(x^*) - \lambda^* p_1 = 0,$$

$$\frac{b - a}{x_2}\ U(x^*) - \frac{b}{x_2 + b - a}\ U(x^*) - \lambda^* p_2 = 0.$$

Виключаючи із умов оптимальності невідому величину $U(x^*)/\lambda^*$ і враховуючи бюджетне обмеження, отримаємо рівняння відносно невідомої x_2^*

$$\frac{I - p_2x_2^*}{a} = \frac{p_2x_2^*(x_2^* + b - a)}{(b - a)^2 - a\ x_2^*}.$$

Звідси визначаємо

$$x_2^* = \frac{I\ (b - a)^2}{I\ a + p_2\ b\ (b - a)}.$$

Тоді

$$x_1^* = \frac{a\ I\ (I + p_2(b - a))}{I\ a + p_2\ b\ b - a}.$$

Згідно уведеної вище класифікації перший товар є товаром вибору, а другий – товаром першої потреби.

2. Неокласична модель споживання з урахуванням поведінкових ефектів. Виділимо три базові економічні ефекти, що спостерігаються в поведінковій економіці та розглянемо їх:

1. *Евристика.* Сенс тут зводиться до того, що людина часто приймає рішення, керуючись практичними доводами, далеко не завжди логічно обґрунтованими. Власне, і вивчається механіка прийняття рішень.

2. *Ринкова ефективність.* У цьому випадку основна увага спрямована на помилки при прийнятті економічних рішень. Вони можуть проявлятися в ірраціональності прийнятих рішень, аномаліях при розрахунку прибутку, встановлення неправильних цін і т. д.

3. *Фреймінг.* Фрейм є смисловою рамкою, яку використовує людина для розуміння чого-небудь, і його подальші дії, що відповідають цьому розумінню. Фреймінг являє собою формулювання проблеми, яка впливає на переваги. Створюваний ним ефект зводиться до того, що люди є чутливими до тонкощів формулювань. Виходячи з цього, у фахівців (експертів, політиків, рекламістів і т. д.) є можливість впливати на громадську думку, і при цьому ні про що не замовчуючи та не перекручуючи факти.

Відомо, що в економічній теорії економічний агент вважається раціональним, якщо:

- він завжди діє в своїх інтересах (егоїст);
- володіє повною інформацією;
- має необмежені обчислювальні можливості для прийняття кращих для себе економічних рішень.

2а. Неокласична модель споживання в умовах неповної інформації. Припустимо, що в базовому періоді, ми не знаємо цін на товари і послуги, а знаємо лише можливі границі їх змін, тобто множину

$$\mathrm{P} = \{\mathrm{p} \in R_+^n:\ 0 < \underline{p_i} \le p_i \le \overline{p_i},\ \mathrm{i} = \overline{1,n}\ \}. \quad (3.12)$$

<u>*Будемо вважати додатково, що економічний агент не схильний до ризику.*</u> Тоді модель (3.1) споживчого вибору набуде вигляду

$$\min_P U(x_1, \dots, x_n) \ \to\ \max,$$

$$\sum_{i=1}^{n} p_i x_i = p'\ x\ =\ I,$$

$$X = \{\mathrm{x}\ \in\ R_+^n:\ x_j\ \ge\ 0,\ j\ = \overline{1,n}\ \}. \quad (3.13)$$

В результаті розв'язку економічний агент отримає розрахунковий попит на товари при найгіршому варіанті реалізації цін. В дійсності попит буде не менше розрахункового. Для прикладу розглянемо задачу споживання з функцією корисності Бернуллі для двох товарів. Для цієї функції виконуються необхідні і достатні умови існування сідлової точки: існують

$$\max_X \min_P U(x_1, \ldots, x_n), \quad \min_P \max_X U(x_1, \ldots, x_n)$$

і виконується рівність

$$\max_X \min_P U(x_1, \ldots, x_n) = \min_P \max_X U(x_1, \ldots, x_n).$$

Розрахунковий попит на товари при найгіршому варіанті реалізації цін буде мати вигляд

$$\underline{x}_1^* = \frac{a_1}{a_1 + a_2} \frac{I}{\overline{p}_1}, \quad \underline{x}_2^* = \frac{a_2}{a_1 + a_2} \frac{I}{\overline{p}_2}. \tag{3.14}$$

При цьому оптимальний попит буде

$$x_1^* = \frac{a_1}{a_1 + a_2} \frac{I}{p_1} \geq \underline{x}_1^*, \quad x_2^* = \frac{a_2}{a_1 + a_2} \frac{I}{p_2} \geq \underline{x}_2^*$$

і економічний агент (споживач) нічим не ризикує.

<u>Нехай економічний агент в умовах цінової невизначеності хоче зайняти найбільш врівноважену позицію.</u> Для такої ситуації Л. Гурвіц запропонував компромісний критерій, який забезпечує компроміс між граничним оптимізмом і крайнім песимізмом, тобто замість задачі (3.13) будемо розв'язувати задачу

$$U_1(x_1, \ldots, x_n) = \alpha \max_P U(x_1, \ldots, x_n) + (1 - \alpha) \min_P U(x_1, \ldots, x_n) \rightarrow \max,$$

$$\sum_{i=1}^{n} p_i x_i = p' \, x = I,$$

$$X = \{x \in R_+^n : x_j \geq 0, \ j = \overline{1, n}\}, \quad \alpha \geq 0. \tag{3.15}$$

Для прикладу розглянемо задачу споживання з функцією корисності Бернуллі для двох товарів. Тоді задача (3.15) зводиться до такої задачі

$$U_1(x_1, \ldots, x_n) = \alpha \max_P \left(a_1 \ln x_1 + a_2 \ln \frac{I - p_1 x_1}{p_2}\right) +$$
$$+ (1 - \alpha) \min_P \left(a_1 \ln x_1 + a_2 \ln \frac{I - p_1 x_1}{p_2}\right) \rightarrow \max,$$
$$0 \leq x_1 \leq \frac{I}{p_1}. \tag{3.16}$$

Оптимальна кількість товару x_1 є розв'язком задачі

$$\alpha \left(a_1 \ln x_1 + a_2 \ln \frac{I - \underline{p}_1 x_1}{\underline{p}_2}\right) +$$
$$+ (1 - \alpha) \left(a_1 \ln x_1 + a_2 \ln \frac{I - \overline{p}_1 x_1}{\overline{p}_2}\right) \rightarrow \max,$$
$$0 \leq x_1 \leq \frac{I}{p_1}. \tag{3.17}$$

Необхідні і достатні умови оптимальності для задачі (3.17) мають вигляд

$$\frac{a_1}{x_1} - \alpha a_2 \frac{\underline{p_1}}{I - \underline{p_1} x_1} - (1 - \alpha)\, a_2 \frac{\overline{p_1}}{I - \overline{p_1} x_1} = 0. \qquad (3.18)$$

Далі це поліноміальне рівняння третього ступеня аналітично розв'язати в загальному випадку неможливо.

Нехай економічний агент в умовах цінової невизначеності хоче зайняти оптимістичну позицію з певним рівнем ризику. Для такої ситуації розглянемо задачу прийняття рішення щодо кращого споживчого набору з критерієм шкодування Севіджа

$$U_2(x_1,\dots,x_n) = \max_P \left(\max_{z\in X} U(z_1,\dots,z_n) - U(x_1,\dots,x_n)\right) \to \min,$$

$$\sum_{i=1}^{n} p_i x_i = p'\ x = I,$$

$$X = \{x \in R_+^n:\ x_j \geq 0,\ j = \overline{1,n}\},\quad \alpha \geq 0. \qquad (3.19)$$

Для прикладу розглянемо задачу споживання з функцією корисності Бернуллі для двох товарів. Тоді

$$\max_P \left(a_1 \ln \frac{a_1}{a_1 + a_2}\frac{I}{p_1} + a_2 \ln \frac{a_1}{a_1 + a_2}\frac{I}{p_2} - a_1 \ln x_1 - a_2 \ln \frac{I - p_1 x_1}{p_2}\right) =$$

$$= a_1 \ln \frac{a_1}{a_1 + a_2}\frac{I}{\underline{p_1}} + a_2 \ln \frac{a_1}{a_1 + a_2}\frac{I}{\underline{p_2}} - a_1 \ln x_1 - a_2 \ln \frac{I - \overline{p_1} x_1}{\overline{p_2}}\Big),\ 0 \leq x_1 \leq \frac{I}{\underline{p_1}}.$$

(3.20)

Величина (3.20) досягає найменшого значення в точці

$$x_1^* = \frac{a_1}{a_1 + a_2}\frac{I}{\overline{\underline{p_1}}},\quad x_2^* = \frac{I - \overline{p_1} x_1^*}{\overline{p_2}}.$$

Величина ризику задається виразом $U_2(x^*)$. Якщо значення $U_2(x^*)$ значно менше значення $U(x^*)$, то оптимістичний економічний агент надає перевагу кошику x^*.

Зазначимо, що врівноважений економічний агент може обрати в поточний базовий період відповідний кошик попереднього періоду, якщо ситуаціяя на товарному ринку мало змінюється (економічний агент діє згідно прототипу).

2b. Гіперболізоване дисконтування при прийнятті рішень.

«Дисконтована корисність» (DU) широко використовується для моделювання міжчасового вибору в економіці і інших галузях, наприклад, в поведінковій екології в біології. Модель DU передбачає, що особи, які приймають рішення, роблять поточні вибори, які максимізують дисконтовану суму миттєвих благ в майбутніх періодах. Найбільш поширеним припущенням є те, що особи, які приймають рішення, дисконтують майбутню корисність в момент часу t за допомогою експоненційно зменшуваного коефіцієнта дисконтування,

$$d(t) = \delta^t, \;\; \delta \in (0,1]. \tag{3.20}$$

Формально, якщо u_t є миттєвою корисністю агента в момент часу t, то його міжчасова корисність U_t в період t, визначається за формулою

$$U_t = u_t + \sum_{\tau=t+1}^{T} \delta^{\tau-1} u_{\tau.} \tag{3.21}$$

Модель DU була вперше представлена Самуельсоном (1937) і отримала широке поширення, головним чином, завдяки аналітичній зручності «підсумовування» майбутніх переваг агентів за допомогою єдиного постійного параметра δ. Експоненціальна функція $d(t) = \delta^t$, також, є єдиною формою, яка задовольняє узгодженості в часі коли агенти будують плани на основі очікуваних майбутніх компромісів, вони тим самим провокують ці компроміси, коли настає майбутнє (за умови, що нової інформації немає). Незважаючи на свою простоту і нормативну привабливість, багато досліджень показали, що модель DU емпірично проблематична. Було показано, що гіперболічна функція дисконтування в формі

$$d\,(t) = \frac{1}{1+m\,t}$$

підходить для даних про тимчасові переваги краще, ніж експоненціальна форма.

Гіперболічне дисконтування передбачає, що агенти відносно далекоглядні, коли оцінюють нагороди в різний час в майбутньому, але прагнуть до негайного задоволення, коли це можливо. Основним наслідком гіперболічного дисконтування є те, що поведінка осіб, що приймають рішення, буде непослідовною: особи, які приймають рішення, можуть не прийняти того рішення, яке планували прийняти, (коли вони оцінювали рішення в більш ранні періоди), коли настане фактичний час.

Розглянемо наступну узагальнену модель для апроксимації гіперболічного дисконтування ((β, δ) – модель) : введемо один додатковий параметр в стандартну структуру DU. Ця узагальнена модель відома як «квазігіперболічна» або «зміщена у теперішньому часі» модель. Ця модель задається формулою

$$U_t = u_t + \beta \sum_{\tau=t+1}^{T} \delta^{\tau-1} u_{\tau.} \tag{3.22}$$

У моделі (3.22) параметр δ відображає «довгострокові» переваги особи, що приймає рішення, а β (де $0<\beta<1$) вимірює «силу смаку» для негайного задоволення або, іншими словами, ступінь поточного зміщення. Більш низькі значення β означають «сильніший смак» до неупередженості. Коефіцієнт дисконтування, розміщений в наступному періоді після поточного, дорівнює $\delta\beta$, але коефіцієнт прирощеного дисконту між будь-якими двома періодами в майбутньому дорівнює $\frac{\beta\delta^{t+1}}{\beta\delta^{t}}=\delta$. Особи, які приймають рішення, діють сьогодні так, як ніби вони будуть більш терплячими в майбутньому (використовуючи співвідношення δ), але, коли настане майбутнє, коефіцієнт дисконтування для наступного періоду дорівнюватиме $\delta\beta$.

Виникає природне запитання: чи знають особи, які приймають рішення, що вони гіперболічно дисконтують? Один із способів оцінювання самосвідомості агентів про їх самоконтроль полягає в тому, щоб представити переконання щодо їх власної майбутньої. Нехай $\hat{\beta}$ позначає «віру» агента у β. Агенти можуть бути розділені на два типи. Перший тип наївний, який зовсім не знає, що він гіперболічний дискаунтер і вважає, що він дисконтує експоненційно ($\beta< \hat{\beta} < 1$). Другий тип розсудливий ($\beta= \hat{\beta} <1$), який повністю усвідомлює свою непослідовність в часі і приймає рішення, які раціонально передбачають ці проблеми. Розважлива людина буде шукати зовнішні способи самоконтролю, щоб взяти на себе зобов'язання діяти терпляче в майбутньому.

Для прикладу розглянемо ситуацію з покупкою та споживанням чипсів, щоб дослідити, як гіперболічне дисконтування і переконання агентів про свої переваги впливають на поведінку. Для простоти приймемо $\delta=1$. Тут зауважимо, що в попередніх прикладах економічний агент приймав рішення щодо формування споживчого кошика одномоментно. Воно включало як купівлю предметів та послуг, так і результат їх споживання (відношення нестрогої переваги включало як потреби, так і смаки споживача). Тепер ми розділимо процес прийняття рішень на два кроки. Особа, яка приймає рішення, стикається з двома послідовними рішеннями:

1.Рішення про покупку. В період 0 він повинен вирішити, купити маленьку (що містить 1 порцію) або велику (містить 2 порції) пачку чипсів. Великий пакет чипсів поставляється зі знижкою за кількість, тому він має більш низьку ціну за порцію.

2. Рішення про фактичне споживання. В період 1 він повинен прийняти рішення про кількість споживаних порцій. Якщо він купив маленьку пачку, він може споживати тільки 1 порцію. Однак, якщо він купив велику пачку, він повинен вирішити, чи їсти 2 порції одночасно або з'їсти 1 порцію і зберегти другу порцію для майбутнього споживання.

Споживач отримує безпосередню вигоду від споживання в залежності від кількості порцій, які він їсть, мінус ціна за порцію, яку він заплатив. Однак, оскільки чипси не поживні для здоров'я, в період 2 будуть понесені «витрати», які залежать від розміру порції, спожитої в період 1. Чисельні вигоди і витрати для кожного рішення про покупку і споживання наведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Корисність і витрати на споживання за рішенням про покупку **Рішення про покупку**	**Миттєва корисність період 1**	**Миттєва корисність період 2**
Маленька пачка:		
1 порція	2,5	-2
Велика пачка:		
1 порція	3	-2
2 порції	6	-7

По-перше, незважаючи на те, що споживач їсть 1 порцію, виграш в споживанні вище, коли він купує велике упакування завдяки дисконту кількості (ціна за порцію нижче). По-друге, вживання 2 порцій в 3,5 раза гірше, ніж вживання 1 порції, що відображає витрати на перевищення щоденного «порога» для нездорової їжі. Тепер можемо з'ясувати, як будуть поводитися наївний ($\beta < \widehat{\beta} = 1$) і розважливий ($\beta = \hat{\beta} < 1$) агенти, припускаючи, що $\beta = 0{,}5$. Також зіставляємо їх поведінку з поведінкою узгодженого за часом раціонального споживача з $\beta = 1$. Використовуючи нашу узагальнену модель, міжчасова корисність споживача, який стикається з рішеннями про покупку і споживання в період 0 і період 1, показана в табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Корисність споживання за рішенням про покупку (3 типи поведінки) **Розмір споживання**	**Раціональний**	**Наївний**	**Розважливий**
Рішення про покупку період 0			
Маленька пачка	$2.5 - 2$	$\beta * (2.5 - 2)$	$\beta * (2.5 - 2)$
Велика пачка	$M\{U1L, U2L\} = M\{3-2, 6-7\}$	$\beta * M\{U1L, U2L\} = \beta * M\{3-2, 6-7\}$	$\beta * Uj{*}L$, де $j*$=argmax{Велика-J порцій у період 1}
Споживання період 1			
Маленька пачка, перше споживання	$2.5 - 2$	$2.5 - \beta * 2$	$2.5 - \beta * 2$
Велика пачка, перше споживання	$3 - 2$	$3 - \beta * 2$	$3 - \beta * 2$
Велика пачка друге споживання	$6 - 7$	$6 - \beta * 7$	$6 - \beta * 7$

Величина U_{j*L} є чистим потоком корисності споживання j порцій, оціненим в період 0, за умови покупки великої пачки. Отже, три типи поведінки: раціональний, наївний і розважливий приймають такі рішення про покупку і споживання в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Рішення трьох типів поведінки	**Раціональний**	**Наївний**	**Розважливий**
Розмір споживання			
Рішення про покупку в період 0			
Маленька пачка	0,5	0,25	0,25
Велика пачка	1	0,5	−0,5
Споживання в період 1			
Маленька пачка, перше споживання	−	−	1,5
Велика пачка, перше споживання	1	2	−
Велика пачка, друге споживання	−1	2,5	−

Почнемо з раціонального споживача. У період 0 він купує велику пачку, щоб скористатися знижкою за кількість. Коли настає період 1, у нього не виникає проблем з самоконтролем, і він з'їдає лише 1 порцію і зберігає іншу порцію на майбутнє. Його прогнозована корисність дорівнює 1, і це його фактична корисність (табл. 3.3). Наївний також купує великий пакет в період 0, але з іншої причини. Приймаючи рішення про покупку в період 0, він помилково передбачає застосування коефіцієнта дисконтування 1, коли стикається з вибором «одна проти двох порцій» в період 1 (табл. 3.2). В результаті він думає, що він буде споживати тільки 1 порцію в період 1. З огляду на цей план, покупка великого пакета, здається, перевершує поточну дисконтну корисність ($\beta*1$) над купівлею маленького пакета). Однак, коли настає період 1, вживання 2 порцій дає корисність в цей момент часу (6-$\beta*7$), що більше (3-$\beta*2$) за приймання тільки 1 порції. Ключовим моментом є те, що наївний робить помилку в прогнозуванні його власної майбутньої поведінки. В періоді 0 він обирає, так, як би він порівнював лише період 1 між корисностями (3–2) і (6–

7), нехтуючи вагою β, яка фактично з'явиться і дасть велику майбутню вартість в період 1, змушуючи його прагнути з'їсти обидві порції одночасно. В результаті фактична корисність, оцінена в період 0, становить не (0,5), а $0{,}5*(6-7) = -0{,}5$. Розсудливий точно пророкує, що він зробить, якщо купить великий пакет. Тобто, записи в табл. 3.2 для споживання великої пачки, коли настає період 1, абсолютно однакові для наївного і розсудливого. Різниця в тому, що розсудлива людина очікує цей фактичний вибір при плануванні того, який пакет купити в період 0. В результаті розважлива людина свідмоо купує маленький пакет, з'їдає тільки одну порцію і має як прогнозовану, так і фактичну дисконтовану корисність 0,25. Важливо, що наївний не збирається їсти обидві порції, тому він купує великий пакет. Розсудливий знає, що не може встояти, тому він купує малий пакет.

Запитання для самоперевірки

1. Що розуміють під конструктивістською раціональністю та з якими іменами вона пов'язана?
2. У чому полягає принципова обмеженість конструктивістської раціональності з точки зору роботи людського мозку?
3. Що таке екологічна раціональність і як вона пов'язана з еволюцією норм, правил та інститутів?
4. Чому відхилення поведінки людей від формальної теорії не обов'язково означає ірраціональність?
5. У чому полягає різниця між раціональністю індивіда та раціональністю ринку в цілому?
6. Яку роль відіграють інститути у поєднанні індивідуальних рішень і ринкових результатів?
7. Що таке відношення переваги та яку роль відіграє функція корисності в неокласичній теорії споживання?
8. Який економічний зміст множника Лагранжа в задачі споживчого вибору?
9. Чим відрізняються товари першої потреби, товари вибору та товари розкоші?
10. Які три базові поведінкові ефекти (евристика, ринкова неефективність, фреймінг) виділяють у поведінковій економіці?

Питання для самостійного опрацювання

1. Чому конструктивістська раціональність не може бути єдиною основою для пояснення економічної поведінки людей?
2. Як екологічна раціональність дозволяє пояснити ефективність інститутів, які не були свідомо спроєктовані?
3. У чому полягає відмінність між «помилкою» та «адаптивною поведінкою» в експериментальній економіці?

4. Чому зосередження лише на «аномаліях» може створювати хибне уявлення про неадекватність економічної теорії?
5. Як поєднання психологічних та економічних підходів дозволяє краще зрозуміти раціональність вибору?
6. Чому ринок може демонструвати раціональні результати навіть за наявності ірраціональних індивідуальних рішень?
7. Які припущення неокласичної теорії споживання є найбільш уразливими з точки зору поведінкової економіки?
8. Як урахування неповної інформації змінює задачу раціонального споживчого вибору?
9. У чому економічний сенс критеріїв Гурвіца та Севіджа для моделювання поведінки споживача в умовах невизначеності?
10. Чому гіперболічне дисконтування призводить до часової непослідовності рішень?
11. У чому полягає відмінність між наївним і розсудливим агентом у (β, δ)-моделі?
12. Як приклад із купівлею чипсів ілюструє проблему самоконтролю та роль зобов’язань у поведінці споживача?

Тема 4. Статичні ігри з неповною інформацією. Динамічні ігри з повною інформацією

4.1. Байєсівські статичні ігри в нормальній формі. При розгляді некооперативних ігор вважалось, що гравці мали всю інформацію один про одного, включаючи виграші. В реальних ситуаціях все виглядає інакше: фірми можуть не знати витрат інших фірм. Тому тут виникає ситуація, в якій учасники повинні мати деякі представлення відносно переваг інших учасників, повинні мати представлення про їх представлення відносно переваг інших і т.д., тобто тут ми будемо враховувати обмеженість інформації гравців щодо поведінки один одного. Це призводить нас до поняття Байєсовських ігор.

Розглянемо приклад дуополії Курно, але з деякими інформаційними обмеженнями. Два гравці випускають однотипну продукцію. Ціна одиниці товару виражається формулою (обернена функція попиту)

$$P(Q) = a - Q, \; Q = q_1 + q_2, \; P(Q) > 0.$$

Розглянемо наступну модифікацію цієї задачі. Нехай фірма 1 має функцію витрат $C_1(q_1) = \hat{c}\; q_1$. Фірма 2 має витрати $C_2(q_2) = C_H\; q_2$ із ймовірністю θ і витрати $C_2(q_2) = C_L\; q_2$ із ймовірністю 1 - θ, причому $C_L < C_H$. Крім того, будемо припускати, що фірма 2 знає свою функцію витрат і функцію витрат фірми 1, а фірма 1 знає тільки свою функцію витрат та ймовірності θ і 1 - θ того, що граничні витрати другої фірми є C_L та C_H відповідно. При цьому все це є загальновідомим: фірма 1 знає, що фірма 2 має «більше» інформації, фірма 2 знає, що 1 знає про це і т.д. Природньо було б чекати, що фірма 2 буде приймати різні рішення в залежності від свого типу, тобто від рівня своїх граничних витрат. Тобто в даному випадку під стратегією слід розуміти відображення, яке ставить у відповідність кожному із двох можливих рівнів граничних витрат C_L та C_H деякий об'єм випуску, який визначався би фірмою 2 у випадку, коли б її граничні витрати були високими – C_H або низькими – C_L. Це пов'язано з припущенням, що гра «протікає» як би таким чином: спочатку Природа «обирає» із ймовірністю θ і 1 - θ відповідний рівень граничних витрат і «повідомляє» обраний рівень тільки фірмі 2, а вже потім фірми приймають свої рішення щодо випусків.

Нехай $q_2^*(C_H)$ та $q_2^*(C_L)$ відповідно вибір фірми 2, а q_1^* − вибір фірми 1. Якщо граничні витрати високі, то $q_2^*(C_H)$ (в рівновазі Неша) розв'язує задачу:

$$\max_{q_2}((a - q_1^* - q_2 - C_H)\, q_2)$$

Аналогічно, якщо граничні витрати низькі, то $q_2^*(C_L)$ (в рівновазі Неша) розв'язує задачу:

$$\max_{q_1}((a - q_1^* - q_2 - C_L)\, q_2)$$

Для фірми 1 q_1^* розв'язує задачу:

$$\max_{q_1}(\theta\,(a - q_1 - q_2^*(C_H) - c)\, q_1 \; +$$
$$+ (1 - \theta)(a - q_1 - q_2^*(C_L) - \text{c})\, q_1).$$

Для наведених вище оптимізаційних задач умови оптимальності першого порядку дають:

$$q_2^*(C_H) = \frac{a - q_1^* - C_H}{2},$$
$$q_2^*(C_L) = \frac{a - q_1^* - C_L}{2},$$
$$q_1^* = \frac{\theta\,(a - q_2^*(C_H) - c) + (1-\theta)(a - q_2^*(C_L) - c)}{2}.$$

Розв'язуючи виписану систему відносно об'ємів випусків, будемо мати

$$q_2^*(C_H) = \frac{a-2\,C_H + c}{3} + \frac{\theta}{6}\,(C_H - C_L),$$
$$q_2^*(C_L) = \frac{a-2\,C_L + c}{3} - \frac{\theta}{6}\,(C_H - C_L),$$
$$q_1^* = \frac{a-2\,c + \theta\,C_H + (1-\theta)C_L}{3}.$$

Якби у нас була повна інформація із граничними витратами c_1і c_2 відповідно, то ми б мали (рівновага Неша)

$$q_i^* = \frac{a-2\,c_i + c_j}{3}$$

Зауважимо, що

$$q_2^*(C_H) > \frac{a-2\,C_H + c}{3},$$
$$q_2^*(C_L) < \frac{a-2\,C_L + c}{3}.$$

Це відбувається тому, що при високих витратах фірми 2 конкурент (фірма 1) «недовиробляє», а при низьких витратах – «переробляє». Пов'язано це з тим, що фірма 1 не знає точно структуру витрат фірми 2, а знає, що вони можуть бути (з відповідними ймовірностями) або високими, або низькими. Тому, приймаючи рішення про об'єм випуску своєї продукції, фірма повинна враховувати потенційно обидві можливості. При цьому, якщо б випуск фірми 2 при високих затратах виражався обсягом

$$q_2(H) = \frac{a-2\,C_H + c}{3},$$

то такому обсягу відповідав би обсяг фірми 1

$$q_1(H) = \frac{a-2\,c + C_H}{3}.$$

Але фірма 1 повинна враховувати можливість низьких витрат у конкурента, тобто що він випускає обсяг товарів $q_2^*(C_H) > q_2(H)$. Тому фірма 1 повинна зменшити свій об'єм випуску до величини $q_1^* < q_1(H)$. Саме в цьому сенсі фірма 1 «недовиробляє» продукцію при високих затратах конкурента. Аналогічно при низьких витратах конкурента фірма випускає «зайву» продукцію.

Нагадаємо, що для ігор з повною інформацією нормальна форма гри:

$$G = \{I = (1, \dots m);\ X_i;\ H_i(x_1, \dots, x_m),\ x_i \in X_i,\ i \in I\}.$$

Якщо ми розглядаємо гру з одночасними ходами, то $X_i = A_i$ – множина ходів.

Ігри з повною інформацією проходять так:

(1) гравці одночасно обирають ходи;

(2) гравці отримують свої виграші $H_i(a_1, \dots, a_m),\ i \in I$.

Опишемо тепер ситуацію ігор з неповною інформацією. Ми повинні спочатку врахувати той факт, що гравець знає свою функцію виграшу, але може не знати функцій виграшів інших гравців. Нехай можлива функція виграшу гравця і має вигляд:

$$H_i(a_1, \ldots, a_m;\ t_i),$$

де t_i – тип гравця, $t_i \in T_i$ – множина (простір) можливих типів гравця i.
У наведеному вище прикладі з дуополією Курно: $T_1 = \{c\}$, $T_2 = \{C_H,\ C_L\}$. Сказати, що гравець *I* знає свою функцію виграшу, означає, що він знає свій тип. Аналогічно, якщо гравець не знає функцій виграшів інших гравців, то він не знає їх типу, тобто

$$t_{-i} = \{t_1, \ldots, t_{i-1}, t_{i+1}, \ldots, t_m) \in \ T_{-i},$$

де T_{-i} – множина можливих значень t_{-i}.
Тепер уведемо поняття про представлення гравця. Представлення гравця і про типи інших гравців –- це ймовірність $p_i(t_{-i}|t_i)$ того, що типи інших гравців описуються вектором
$t_{-i} = \{t_1, \ldots, t_{i-1}, t_{i+1}, \ldots, t_m)$ при умові, що i - й гравець має (і знає) свій тип t_i.

Означення 4.1. *Байєсовська гра m осіб у нормальній формі визначається:*

- *набором множин (просторів) ходів $A_1, \ldots, A_m$;*
- *набором множин (просторів) типів $T_1, \ldots, T_m$;*
- *представленнями $p_1, \ldots, p_m$ гравців;*
- *функціями виграшів $H_1, \ldots, H_m$ гравців .*

Тип $t_i \in T_i$ гравця і йому відомий та визначає його функцію виграшів H_i $(a_1, \ldots, a_m;\ t_i)$.
Представлення $p_i(t_{-i}|t_i)$ гравця I описують невизначеність відносно типів t_{-i} інших $m – 1$ гравців, при даному типі t_i гравця I.
Цю гру будемо позначати G = {A, T, p, H}, де $A = A_1 \times \ldots \times A_m$,
$T = T_1 \times \ldots \times T_m$, $p = (p_1, \ldots, p_m)$, $H = (H_1, \ldots, H_m)$ •

Гра буде протікати таким чином:

(1) природа обирає вектор типів $t = (t_1, \ldots, t_m) \in T = T_1 \times \ldots \times T_m$;
(2) природа повідомляє кожному гравцю і його тип t_i;
(3) гравці одночасно обирають свої ходи;
(4) гравці отримують виграші $H_i\ (a_1, \ldots, a_m;\ t_i)$, $i \in I$.

Уведення етапів 1) – 2) зводять нашу гру до гри з неповною інформацією.

Коли Природа «об'являє» гравцю *I* його тип t_i, то він може обчислити представлення $p_i(t_{-i}|t_i)$, використовуючи формулу Байєса

$$p_i(t_{-i}|t_i) = \frac{p(\,t_{-i},t_i)}{p(t_i\,)} = \frac{p(\,t_{-i},t_i)}{\sum_{t_{-i}\in T_{-i}} p(\,t_{-i},t_i)}.$$

Далі, інші гравці можуть також обчислити різні представлення, які гравець *I* може мати в залежності від типу t_i.

Означення 4.2. *В статичній Байєсовській грі*
$G = \{A_1, \ldots, A_m; T_1, \ldots, T_m; p_1, \ldots, p_m;\ H_1, \ldots, H_m\}$
стратегія гравця і –- це функція s_i: $T_i \to A_i$, яка для кожного типу $t_i \in T_i$ визначає хід із A_i, котрий би був обраний гравцем і, якби Природою був обраний його тип t_i. Символічно пишуть: $S_i = A_i^{T_i}$ •

Прийнято виділяти стратегії розділяючі, коли різні типи t_i обирають різні ходи, і об'єднуючі, коли всі типи обирають одну і туж дію.

Зауважимо наступне: на перший погляд здається, що після того як Природа обрала тип і повідомила його гравцеві, йому вже не потрібно думати про ті ходи, які він обрав би, якби був обраний інший його тип. Але гравець I повинен розглядати дії інших гравців, які залежать від того, що буде робити гравець I, маючи любий із можливих типів $t_i \in T_i$:
оскільки інші гравці не знають обраний Природою тип гравця I, вони зобов'язані орієнтуватись на всі можливі типи гравця I (згадаємо «перевиробництво» і «недовиробництво» в дуополії Курно, яку було розглянуто на початку лекції). Тому гравець I повинен думати і про те, щоб він робив, якби були вибрані інші його можливі типи. В моделі дуополії Курно стратегія гравця 2 – це пара $(q_2^*(C_H), q_2^*(C_L))$.

Сформулюємо тепер означення рівноваги Байєса, або рівноваги Байєса - Неша (БН - рівноваги). При цьому центральна ідея лишається тією ж самою: стратегія кожного гравця повинна бути кращою відповіддю на стратегії інших гравців, тобто БН - рівновага – це рівновага Неша в Байєсовській грі.

Означення 4.3. *В статичній Байєсовій грі* $G = \{A_1, \ldots, A_m; T_1, \ldots, T_m; p_1, \ldots, p_m; H_1, \ldots, H_m\}$ *ситуація (тобто набір «чистих» стратегій)* s^* *є БН - рівновагою, якщо для любого* I *і любого типу* $t_i \in T_i$ *стратегія* $s_i^*(t_i)$ *розв'язує задачу*

$$\max_{a_i \in A_i} \sum_{t_{-i} \in T_{-i}} H_i(s_1^*(t_1), \ldots, s_{i-1}^*(t_{i-1}), a_i, s_{i+1}^*(t_{i+1}), \ldots, s_m^*(t_m); t_i)\, p_i(t_{-i}|t_i) \bullet$$

Далі на прикладі дуополії Курно розглянемо узагальнення ігор Байєса, які пов'язані зі зростанням асиметрії інформаційних обмежень гравців. Два гравці випускають однотипну продукцію. Ціна одиниці товару виражається формулою (обернена функція попиту) $P(Q) = a - Q$, $Q = q_1 + q_2$, $P(Q) > 0$. Нехай фірма 1 має функцію витрат $C_1(q_1) = \hat{c}\, q_1$. Фірма 2 має витрати $C_2(q_2) =$ С q_2, причому $C \in [C_L, C_H]$. Крім того, будемо припускати, що фірма 2 знає свою функцію витрат і функцію витрат фірми 1, а фірма 1 знає тільки свою функцію витрат та те, що граничні витрати другої фірми $C \in [C_L, C_H]$. Припускаємо, що гра «протікає» таким чином: спочатку Природа «обирає» рівень граничних витрат С і «повідомляє» обраний рівень тільки фірмі 2, а вже потім фірми приймають свої рішення щодо випусків.

Нехай q_2^*(С) – вибір фірми 2, а q_1^* – вибір фірми 1. Тоді q_2^*(С) розв'язує задачу

$$\max_{q_2}((a - q_1^* - q_2 - C)\, q_2).$$

Для фірми 1 q_1^* розв'язує задачу

$$\max_{q_1} \min_{C \in [C_L, C_H]}((a - q_1 - q_2^*(C) - \hat{c})\, q_1).$$

Для першої оптимізаційної задачі умови оптимальності першого порядку дають

$$q_2^*(C) = \frac{a - q_1^* - C}{2}.$$

Для задачі на мінімум для фірми 1будемо мати виграш

$$H_1 = \min_{C \in [C_L, C_H]}((\frac{a - q_1}{2} + \frac{C}{2} - \hat{c})\, q_1 = (\frac{a - q_1}{2} + \frac{C_L}{2} - \hat{c})\, q_1.$$

Тоді оптимальний випуск продукції для фірми 1буде мати вигляд

$$q_1^* = \frac{a + C_L}{2} - \hat{c},$$

а для фірми 2 – відповідно

$$q_2^* = \frac{a - C}{2} - \frac{a + C_L}{4} + \frac{\hat{c}}{2}.$$

При цьому фірми отримають виграші

$$H_1^* = (\frac{a}{4} - \frac{C_L}{4} + \frac{C}{2} - \frac{\hat{c}}{2})(\frac{a + C_L}{2} - \hat{c}),$$

$$H_2^* = (\frac{a}{4} - \frac{C_L}{4} - \frac{C}{2} + \frac{\hat{c}}{2})^2.$$

Звідси витікає, що з ростом С виграші фірми 1 будуть зростати, а фірми 2 – спадати.

Зауважимо, що в наведених прикладах в залежності від інформованості першої фірми щодо політики випуску продукції другої фірми вона (фірма 1) визначає «якість» максимальної реакції на поведінку другої фірми. В першому прикладі це було максимальне математичне сподівання випуску, в другому прикладі – задача на максимін. Перша фірма може обрати в якості критерію прийняття кращого рішення в умовах невизначеності один із інших відомих критеріїв. Зокрема, розглянемо для нашого прикладу критерій Севіджа. Тоді функція ризику для першої фірми буде мати вигляд

$$\Phi(q_1, \mathrm{C}) = \max_z \left(\frac{a - z}{2} + \frac{C}{2} - \hat{c}\right) z - ((\frac{a - q_1}{2} + \frac{C}{2} - \hat{c})\, q_1 =$$

$$= \frac{1}{2}\, [(\frac{a + C}{2} - \hat{c})^2 - 2\, (\frac{a + C}{2} - \hat{c})\, q_1] + \frac{q_1^2}{2} =$$

$$= \frac{1}{2}\, (\frac{a + C}{2} - \hat{c} - q_1)^2 .$$

Величина ризику визначається як розв'язок задачі

$$\Phi_* = \min_{q_1} \max_{C \in [C_L, C_H]} \Phi(q_1, \mathrm{C}) .$$

Тоді при фіксованому q_1 максимальне значення ризику досягається при

С = C_H і

$$q_1^* = \frac{a + C_H}{2} - \hat{c},$$

$$q_2^* = \frac{a-C}{2} - \frac{a+C_H}{4} + \frac{\hat{c}}{2},$$

$$\Phi_* = 0.$$

Підсумовуючи наведене вище, скажемо, що навіть у межах парадигми раціональності економічних агентів поведінка останніх в умовах невизначеності породжує багатозначність рівноважних стратегій.

4.2. Динамічні ігри з повною інформацією. Позиційна форма гри. Для багатокрокових (динамічних) некооперативних ігор характерна позиційна форма їх задання.

Формально позиційна форма гри описується за допомогою таких елементів:

1) списку гравців;
2) дерева гри;
3) вказівки для кожної вершини номера гравця (або Природи – гравця з номером 0), який повинен ходити в цій вершині;
4) списку ходів, доступних гравцю в кожній вершині і відповідності між ходами і безпосередніми наступними вершинами;
5) інформаційних множин;
6) вказівок виграшів в кожній термінальній (остаточній) вершині;
7) ймовірностного розподілу на множині ходів в кожній вершині, в якій хід робить Природа.

Надалі визначимось із термінологією, пов'язаною з повнотою інформації. Інформаційну структуру гри можна охарактеризувати декількома способами. Перший ділить ігри на ігри з довершеною та ігри з недовершеною інформацією.

У грі з (*довершеною інформацією*) кожна інформаційна множина одноточкова. В іншому випадку гра є грою з недовершеною інформацією. У грі з довершеною інформацією кожен гравець завжди точно знає, в якому місці дерева гри він знаходиться, відсутні одночасні ходи і всі гравці спостерігають ходи Природи (якщо такі є) .

У грі з *(неповною інформацією*) Природа робить хід першою і він не спостерігається хоча б одним гравцем. В іншому випадку гра є грою з повною інформацією.

Гра з неповною інформацією є грою з недовершеною інформацією в силу того, що інформаційні множини деяких гравців містять більше однієї вершини дерева гри. Розглянемо більш ретельно позиційну форму гри. Для цього розглянемо простий приклад гри «хрестики – нолики» на полі 3 × 3. Перенумеруємо відповідні клітини (див. таблицю 4.1).

Таблиця 4.1

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Позначимо гравців відповідно через X та O. Тоді дерево цієї гри (інформаційні множини тут одноточкові) буде мати вигляд, зображений на Рис. 4.1. Цифри біля ребер позначають номера клітин, в яких ставиться відповідний X або O, а у вершині N рівноймовірний хід робить Природа – шляхом «підкидання» монети – для вибору ходу гравців. При цьому потрібно мати на увазі, що дерево відображає всі можливі ходи незалежно від їх розумності.

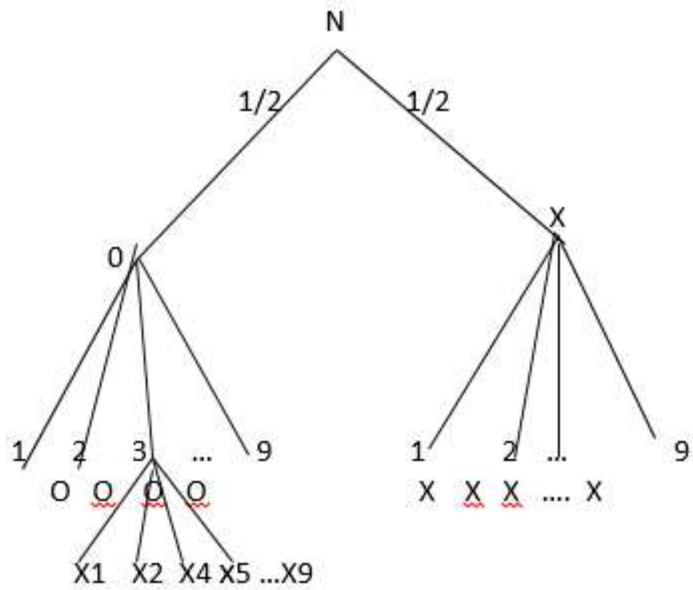

Рис. 4.1

Ми не будуємо дерево повністю. Зрозуміло, якщо вибудовується ряд із трьох хрестиків або нуликів, то гра закінчується і переможець отримує від переможеного, наприклад, одну у. о. У випадку нічиєї – (0,0).

Таким чином, ми вважаємо, що задані такі елементи:

1. $I = \{1, \dots, m\}$ – скінченна множина гравців.

2. Ми маємо дерево гри зі скінченною множиною вершин X і скінченною множиною ходів A. При цьому повинно бути визначено відображення p: X → $(X \cup \{\emptyset\})$, яке кожній вершині $x \in X$ ставить у відповідність єдину безпосередньо попередню вершину $p(x)$, за виключенням початкової вершини x_0, для якої $p(x_0) = \emptyset$. Далі, безпосередньо наступні за x вершини визначаються по p: $s(x) = p^{-1}(x)$. Щоб ми мали дійсно деревовидну структуру, необхідно, щоб множини всіх попередніх і множини всіх наступних вершин не перетинались для кожної вершини x. Множина термінальних вершин
$T = \{x\colon s(x) = \emptyset\}$.

3. Далі ми повинні мати відображення α: $X \setminus \{x_0\} \rightarrow A$, яке ставить у відповідність кожній вершині x, крім початкової, хід, котрий із безпосередньо попередньої вершини *p(x)* приводить до x і такий, що якщо $x', x'' \in$ *s(x)* і $x' \neq x''$, то $\alpha(x') \neq \alpha(x'')$. Множина можливих ходів, доступних у вершині *x*, є *c(x)* = $\{a \in A$: $a = \alpha(x')$ для деякого $x' \in s(x)\}$.
4. Набір інформаційних множин H і відображення H: $X \setminus T \rightarrow H$, яке ставить у відповідність кожній вершині (крім термінальної) інформаційну множину *H(x)* $\in H$. Інформаційні множини утворюють розбиття множини $X \setminus T$. При цьому необхідна умова така: всі вершини, які лежать в одній інформаційній множині мають одні і ті ж допустимі ходи, тобто формально c(x) = c(x'), якщо *H(x)* = $H(x')$. Таким чином, ми можемо визначити вибір, який буде доступним гравцеві в інформаційній множині H:

$$c(H) = \{a \in A: a \in c(x) \text{ для } x \in H\}.$$

5. Відображення μ: $H \rightarrow$ I $\cup$ $\{0\}$, яке ставить у відповідність кожній інформаційній множині H $\in H$ гравця (або Природу, тобто гравця під номером i = 0), який повинен ходити у вершині із цієї множини. Будемо позначати через H_i = {H $\in H$: $\mu(H) = i\}$ ті інформаційні множини, в яких черга ходу буде належати гравцю i.
6. Функція ρ: $H_0 \times A \rightarrow$ [0, 1], яка ставить у відповідність ходам в інформаційних множинах Природи ймовірності, що задовольняють умові

$$\rho \text{ (H, } a) = 0 \text{ для } a \overline{\in} c(\text{H})$$

і

$$\sum_{a \in c(H)} \rho \text{ (H }, a) = 1 \ \forall \text{ H} \in H_0.$$

7. Набір функцій виграшів $\widehat{H}$ = $\{\widehat{H_1}(.), \ldots, \widehat{H_m}(.)\}$: $T \rightarrow$ R.

Зауважимо, що наведені вище означення можна розповсюдити і на випадок нескінченних множин, але намалювати дерево тоді вже ми не зможемо. Далі будемо розглядати ігри з повною пам'яттю, в яких гравці не забувають всі свої ходи.

Означення 4.4. *Гра в позиційній формі називається грою з довершеною інформацією, якщо кожна інформаційна множина містить одну вершину. В протилежному випадку гра називається грою з недовершеною інформацією* •

Зупинимось на понятті стратегії для позиційних безкоаліційних ігор. *Стратегія* – це повний можливий план, який описує те, як гравець буде діяти в кожних можливих обставинах, коли йому, можливо, прийдеться робити хід. З точки зору гравця, множини можливих обставин представлені набором його інформаційних множин, причому кожна інформаційна множина представляє собою різні розріднені обставини, в яких йому може знадобитись ходити. Тим самим стратегія зводиться до опису того, як він планує ходити в кожній із його інформаційних множин.

Означення 4.5. *Нехай* H_i *– сім'я всіх інформаційних множин гравця і,* $\hat{A}$ *– множина всіх можливих ходів (дій) у грі,* $C(H) \subseteq \hat{A}$ *– множина ходів, можливих в інформаційній множині H. Стратегія гравця і – це відображення* $s_i: H_i \to \hat{A}$, *що* $s_i(H) \in C(H)\ \forall\ H \in H_i$ •

Для ілюстрації наведених понять розглянемо такий простий приклад (див. Рис.4.2.)

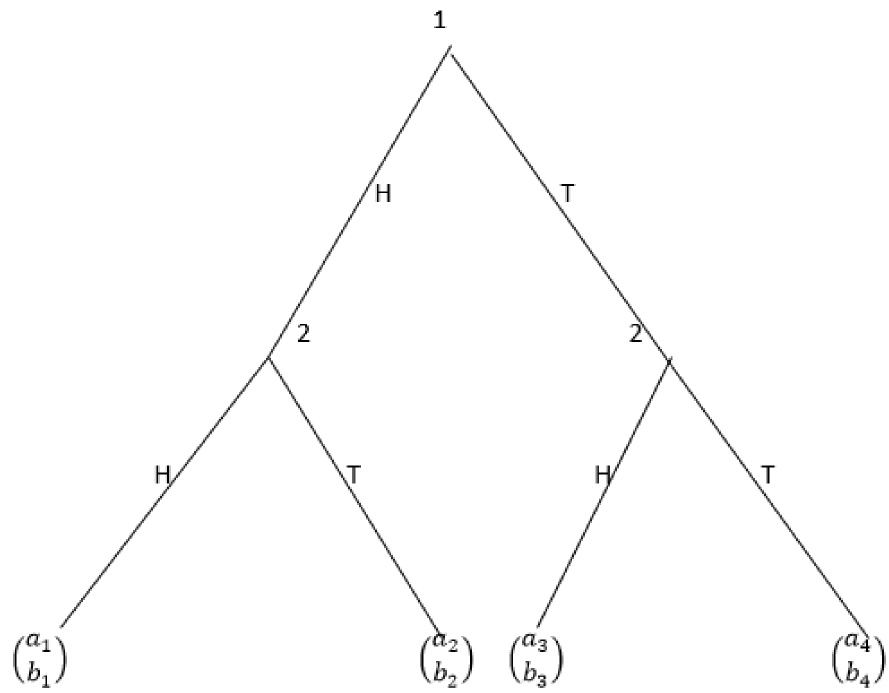

Рис. 4.2

У першого гравця дві стратегії: H і T. А у другого гравця їх чотири; оскільки у нього 2 інформаційні множини, то кожна стратегія повинна визначати хід в кожній із цих інформаційних множин, тобто

$$s_1: \text{H, якщо 1 - й зіграв H; H, якщо 1 - й зіграв T;}$$
$$s_2: \text{H, якщо 1 - й зіграв H; T, якщо 1 - й зіграв T;}$$
$$s_3: \text{T, якщо 1 - й зіграв H; H, якщо 1 - й зіграв T;}$$
$$s_4: \text{T, якщо 1 - й зіграв H; T, якщо 1 - й зіграв T.}$$

Зауважимо наступне: маючи набір стратегій кожного гравця, ми можемо побудувати нормальну форму даної гри. Вибір гравцями своїх стратегій визначає хід в кожній інформаційній множині і таким чином повністю визначає траєкторію, по якій буде розвиватись гра. Нормальна форма гри наведена в табл. 4.2.

Таблиця 4.2

X_2 / X_1	s_1	s_2	s_3	s_4
Н	(a_1, b_1)	(a_1, b_1)	(a_2, b_2)	(a_2, b_2)
Т	(a_4, b_4)	(a_3, b_3)	(a_4, b_4)	(a_3, b_3)

Кожен набір стратегій визначає траєкторію «руху» по дереву і тим самим визначає результат гри. Ясно, що ми маємо можливість говорити про рівновагу за Нешем. Але перед цим наведемо теорему існування.

Теорема 4.1. *У скінченній грі з довершеною інформацією існує рівновага за Нешем в чистих стратегіях* •

Розглянемо приклад, який показує, що рівновага за Нешем не завжди дає розумне передбачення.

Приклад 4.1. Нехай деяка фірма Е (новичок) хоче вийти на ринок зі своєю продукцією, на якому в поточний момент діє одна фірма І (старожил). Якщо фірма Е наважується на вхід, то фірма І на такі дії може відповісти двома способами: вона може надати вхід, віддавши частину своїх продаж, не міняючи ціну; вона може не сприяти діям фірми Е, вступивши з нею у хижацьку війну, яка приведе до «драматичного» зниження цін. Дерево, яке відповідає даній ситуації представлено на Рис. 4.3.

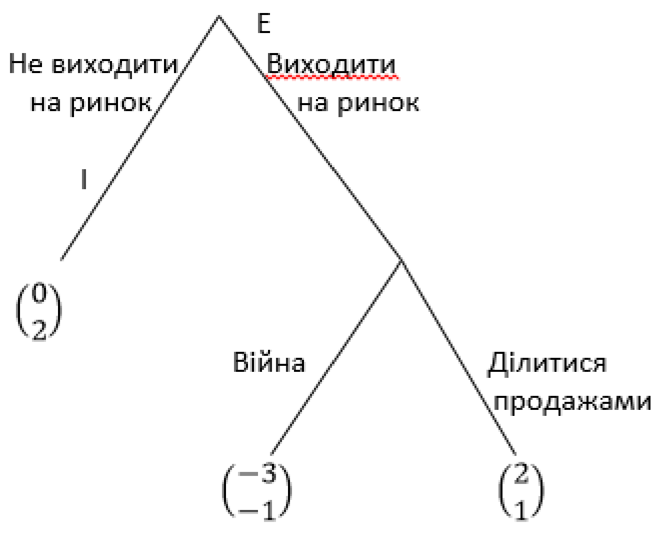

Рис. 4.3

Нормальна форма гри задана табл. 4.3.

Таблиця 4.3

X_1 \ X_2	I – війна	I – надати продажі
Е – ні	(0,2)	(0,2)
Е - вхід	(-3,-1)	(2,1)

Тут є дві ситуації рівноваги за Нешем в чистих стратегіях: (ні, війна) і (так, надати). Але перша із цих ситуацій – це не розумне передбачення: фірма Е може передбачувати, що якщо вона обере «вхід», то фірма I в дійсності обере «надати продажі», тобто (ні, війна) – не заслуговує довіри •

Для того щоб виключити ситуації типу (ні, війна), ми розглянемо «принцип послідовної раціональності»: стратегія гри повинна приписувати оптимальний хід в кожній вершині дерева. Тобто, якщо гравець знаходиться в деякій вершині дерева, його стратегія повинна приписувати оптимальний вибір, починаючи з цієї точки, при даних стратегіях його опонентів. В цьому сенсі стратегія (ні, війна) такою не являється, бо після входу єдина оптимальна стратегія для I – «надати». В нашому прикладі все можна зробити просто: визначимо оптимальну поведінку для I в грі на етапі «після входу» - це, очевидно, «надати». Далі ми можемо визначити оптимальну поведінку фірми Е до цього моменту, з урахуванням того, що відбудеться після входу. Це можливо зробити, розглянувши «редуковану» позиційну форму, де «поствхідне» прийняття рішення фірмою I замінено на відповідні виграші, які виникають при оптимальній «поствхідній» поведінці фірми I (див. Рис. 4.4).

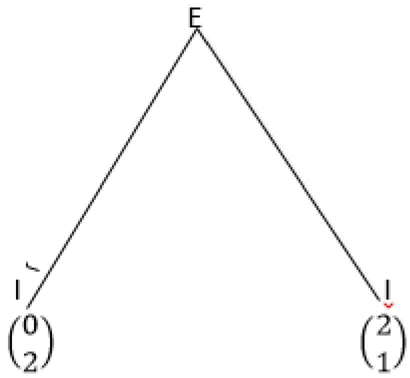

Рис. 4.4

А це вже проста задача прийняття індивідуального рішення і це рішення – «вхід».

Цей тип процедури, яка починається з находження оптимальної поведінки «в кінці гри», а потім визначення оптимальної поведінки на більш ранніх кроках в передбаченні того, що буде відбуватись далі, називається *зворотньою індукцією.*

4.3. Довершена під-ігрова рівновага за Нешем. Приклади. Розглянемо продовження прикладу 4.1 зі входом деякої фірми Е на ринок, на якому до того «панівну» позицію займала фірма І. Але тепер модифікуємо його, вважаючи, що після входу на ринок обидві фірми можуть обирати, воювати їм чи ні (приймати) (див. Рис. 4.5.)

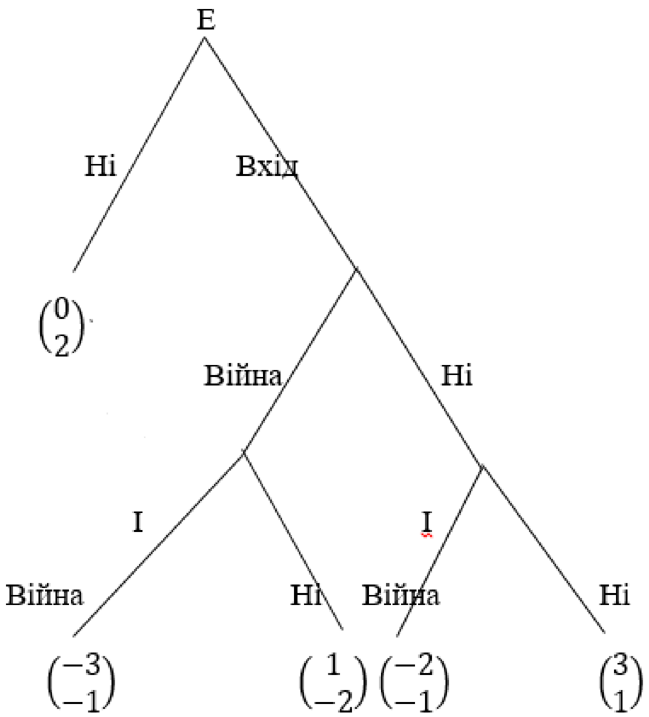

Рис. 4.5

Нормальна форма гри з одночасними ходами (після входу Е) задана табл. 4.4.

Таблиця 4.4

$X_1 \backslash X_2$	I – війна	I – ні
E – війна	(-3,-1)	(1,-2)
E –- ні	(-2,-1)	(3,1)

В ній рівновага за Нешем – це (ні, ні).

Неважко перевірити, що у вихідній грі є 3 рівноваги по Нешу в чистих стратегіях (σ_E, σ_I):

1) ((ні; прийняти, якщо вхід), (війна, якщо E входить));
2) ((ні; війна, якщо вхід), (війна, якщо E входить));
3) ((вхід; прийняти, якщо вхід), (прийняти, якщо E входить)).

Перші дві стратегії для E не здаються дуже розумними, але стратегії – це, за визначенням, повний план. Зауважимо, що (прийняти, прийняти) – єдина рівновага за Нешем у грі з одночасними ходами. Тому природньо очікувати, що обидві фірми зіграють «прийняти», дотримуючись входу E. Але якщо це так, то фірма E повинна входити. Тому логіка послідовної раціональності говорить, що тільки остання рівновага повинна бути розумним передбаченням.

Означення 4.6. *Під - грою гри G_Eв позиційній формі називається таке піддерево дерева вихідної гри, що*

(1) його початкова вершина – одноточкова інформаційна множина і воно (піддерево) містить всі наступні за нею вершини і тільки їх;

(2) якщо вершина x лежить у під - грі, то всі вершини $x' \in H(x)$ також лежать в цій під - грі, де H(x) – інформаційна множина, яка містить x •

Зауважимо, що у грі з довершеною інформацією кожна вершина (крім термінальної) ініціює під - гру.

Легко бачити, що у відповідності з означенням стратегій у позиційній грі люба стратегія гравця в позиційній грі індукує його стратегію у під - грі. Ця стратегія є звуженням вихідної стратегії на інформаційні множини гравця, які існуютьу у під - грі.

Означення 4.7. *Ситуація $\sigma' = (\sigma_1, \ldots,\ \sigma_m)$ у грі в позиційній формі G_Eназивається довершеною рівновагою по Нешу, якщо вона індукує рівновагу по Нешу в кожній під - грі* •

Не важко бачити, що у наведеному прикладі перші два набора стратегій не являються ДПРН (довершена підігрова рівновага за Нешем), тому що не індукує рівновагу за Нешем у пост-вхідній грі.

Має місце наступне твердження.

Твердження 4.1. *В любій кінечній грі з довершеною інформацією G_E існує ДПРН в чистих стратегіях. Якщо всі виграші всіх гравців різні в любих двох термінальних вершинах, то вона єдина* •

Для визначення множини ДПРН в динамічній грі G_Eпроцедура зворотньої індукції може бути узагальнена наступним чином:

1. Починаємо з кінця дерева гри і визначаємо рівноваги за Нешем для кожної із «кінцевих» під - ігор, тобто із під - ігор, які не мають власних під - ігор.
2. Обираємо одну із рівноваг за Нешем в кожній із цих «кінцевих» під - ігор і розглядаємо редуковану гру, в якій ці «кінцеві» під - ігри заміняються виграшами, які отримають гравці, коли використають ці рівноважні стратегії.

3. Повторюємо кроки 1 і 2 для редукованиї ігор. Продовжуємо цю процедуру доти, поки не будуть визначені всі ходи у грі G_E. Набір ходів в кожній інформаційній множині гри G_E утворює СПРН.
4. Якщо ні на одному із кроків процесу не виникла множинність рівноваг по Нешу, то отримана СПРН – єдина. Якщо ж множинність рівноваг мала місце, то множина всіх СПРН може бути отримана за допомогою повтору цієї процедури для кожної можливої рівноваги , які виникають у під - іграх.

Приклад 4.2. *(Дуополія по Штакельбергу).* Цей приклад – модифікація дуополії Курно. Тепер ми вважаємо, що є лідер, який робить перший хід. Потім, знаючи цей вибір, другий гравець робить свій хід.

Таким чином, гра протікає таким чином:

1) фірма 1 обирає обсяг продукції, яку вона випускає в базовому періоді, - $q_1 \geq 0$;
2) фірмі 2 стає відомим цей обсяг $q_1 \geq 0$, і після цього вона обирає свій обсяг $q_2 \geq 0$;
3) виграш фірми і (прибуток) є

$$\pi_i(q_i, q_j) = q_i\,(P(Q) - c),$$

де $P(Q) = a - Q \geq 0$, $Q = q_1 + q_2$, $c -$ постійні граничні витрати.
Для визначення рівноваги скористаємось зворотньою індукцією. Спочатку обрахуємо функцію реагування фірми 2, розв'язуючи задачу

$$\max_{q_2 \geq 0} \pi_2(q_2, q_1) = \max_{q_2 \geq 0} \; q_2\,(a - q_1 - q_2 - c).$$

Із умов оптимальності будемо мати

$$q_2 = R_2(q_1) = \frac{a - q_1 - c}{2}.$$

Такий же результат був і в дуополії Курно. Різниця тут в тому, що це (*дійсна,*) а не гіпотетична функція реагування фірми 2. Фірма 1, природньо, також може обчислити цю функцію реагування, і отже, задача фірми 1 на першому кроці полягає в наступному:

$$\max_{q_1 \geq 0} \pi_1(q_1,\, R_2\;(q_1)) = \max_{q_1 \geq 0} \; q_1\,(a - q_1 - \; R_2\;(q_1) - c) \; = \max_{q_1 \geq 0} \; q_1 \; \frac{a - q_1 - c}{2},$$

що дає

$$q_1^* = \frac{a - c}{2}, \;\; q_2^* = R_2(q^*{}_1) = \frac{a - c}{4}.$$

Прибутки фірм у випадку дуополії по Штакельбергу будуть мати вигляд

$$\pi_1 = \frac{(a-c)^2}{8}, \;\; \pi_2 = \frac{(a-c)^2}{16}.$$

Зауважимо, що у випадку дуополії за Курно, коли фірми знаходяться в однакових інформаційних умовах і обсяги їх випуску визначаються із системи оптимальності

$$\frac{\partial \pi_1}{\partial q_1} = 0, \;\; \frac{\partial \pi_2}{\partial q_2} = 0,$$

будемо мати

$$q_1 = q_2 = \frac{a - c}{3}, \;\; \pi_1 = \pi_2 = \frac{(a-c)^2}{9}.$$

Цей приклад показує суттєву різницю між прийняттям одноосібного рішення (дуополія по Штакельбергу) і рішенням з декількома учасниками (дуополія за Курно). Тут «зайва» інформація для другого гравця і знання того, що інші мають більше інформації, приводить до погіршення його результату •

Приклад 4.3. *(Послідовний торг).* Розглянемо наступну гру. Гравці 1 та 2 торгуються відносно розділу 1 долара: 1 - й пропонує деякий спосіб такого поділу, 2 - й або приймає пропозицію першого, або ні; якщо ні, то він пропонує свій спосіб поділу, а 1 - й гравець або приймає пропозицію, або ні, і т.д. Кожна пропозиція займає один період, але при цьому є дисконтуючий множник $\delta > 0$. Таким чином, формально розглянемо наступну трьохперіодичну гру.

(1 a) На початку 1 - го періоду гравець 1 пропонує «свою долю» s_1 долара, залишаючи 1 - s_1 гравцю 2.

(1 b) Гравець 2 приймає пропозицію 1 - го гравця, тоді гра закінчується, або відхиляє її. В цьому випадку гра переходить до 2 - го періоду.

(2 a) На початку 2 - го періоду гравець 2 пропонує «долю» s_2 долара гравцю 1, залишаючи собі 1 - s_2 долара.

(2 b) Гравець 1 приймає пропозицію 2 - го гравця, тоді гра закінчується, або відхиляє її. В цьому випадку гра переходить до 3 - го періоду.

(3) Гравці в цьому періоді отримують долі (s, 1 - s), $s \in (0,1)$, причому s задано екзогенно.

Для розв'язання цієї задачі використаємо зворотню індукцію. Спочатку обчислимо, що відбувається, якщо справа доходить до 2 - го періоду. Гравець 1 може отримати s - ту долю долара, якщо відхилить пропозицію другого гравця s_2, вартість цієї долі вже буде δ s (в порівнянні з попереднім (другим) періодом). Отже, гравець 1 прийме s_2 тоді і тільки тоді, коли $s_2 \geq \delta$ s (вважаємо, що приймає, якщо рівність). Таким чином, задача гравця 2 полягає у виборі між отриманням 1 – δ s (пропонуючи першому гравцю $s_2 = \delta$ s і отриманням 1 - s в наступному періоді (пропонуючи першому гравцю $s_2 < \delta$s). Дисконтована вартість останньої «дії» є δ (1 – s), що менше, чим 1 - δ s, а тому 2 - й гравець в другому турі пропонує $s_2^* = \delta$ s.

Таким чином, якщо гра доходить до 2 - го періоду, то 2 - й гравець запропонує s_2^* і перший гравець прийме цю пропозицію. Однак 1 - й гравець може передбачити, що гравець 2 може отримати $1 - s_2^*$ в другому періоді, відхиляючи пропозицію s_1, але «вартуватиме» це буде тільки δ $(1 - s_2^*)$ в наступному періоді. Значить 2 - й гравець приймає 1 - s_1 тоді і тільки тоді, коли

$$1 - s_1 \geq \delta\,(1 - s_2^*), \text{ або } s_1 \leq 1 - \delta\,(1 - s_2^*).$$

Тому задача 1 - го гравця в періоді 1 полягає у виборі між отриманням $1 - \delta$ $(1 - s_2^*)$ в цьому періоді (пропонуючи $1 - s_1 = \delta\,(1 - s_2^*)$ гравцю 2) і отриманням s_2^* в наступному періоді (пропонуючи $1 - s_1 < \delta\,(1 - s_2^*)$ гравцю 2). Дисконтована вартість останнього є $\delta\, s_2^* = \delta^2$ s, що менше, ніж $1 - \delta\,(1 - s_2^*)$ $= 1 - \delta\,(1 - \delta\, s)$.

Таким чином, оптимальна пропозиція в першому періоді є $s_1^* = 1 - \delta\,(1 - \delta\, s)$. Отже, на першому ході 1 - й гравець пропонує s_1^*, другий гравець приймає цю пропозицію і отримує $1 - s_1^*$. Остаточно, виграші гравців є $1 - \delta + \delta^2 s$ і

δ - $\delta^2 s$ відповідно.

Зауважимо, що якби гра продовжувалась наскінченно (тут вже буде відсутнім екзогенно задане s), то гравець 1 на першому кроці запропонував би $s_1^* = \frac{1}{1+\delta}$, залишаючи другому 1 - $s_1^* = \frac{\delta}{1+\delta}$, і другий гравець прийняв би цю пропозицію •

Приклад 4.4. *(Інвестори і банк).* Розглянемо таку ситуацію. Два інвестора вкладають по D доларів у банк. Банк інвестував ці депозити у довготерміновий проект. Якщо «форс – мажорні» обставини примушують банк ліквідувати свої інвестиції до того, як проект «визріє», то він може покрити суму 2 r, де D > r > 0.5 D. Якщо банк дозволяє проекту «дозріти», то останній принесе суму 2 R, де R > D.

Є дві дати, коли вкладники можуть забрати свій вклад: дата 1 – до «визрівання», дата 2 – після. Для спрощення будемо вважати, що дисконтування відсутнє. Якщо обидва вкладники забирають свої вклади в момент 1, то обидва отримують по r і гра завершується. Якщо тільки один вкладник забирає в момент 1, то він отримує D, а другий – 2 r - D. Нарешті, якщо ні один вкладник не забере в момент 1, то проект «дозріває» і обидва вкладники забирають в момент 2 і отримують по R. Якщо тільки один вкладник забирає в момент 2, то він отримує 2 R - D, а інший – D. Якщо ж ні один не забирає в момент 2, то банк повертає кожному по R. Потрібно знайти рівновагу Неша у цій грі.

Неформально для моменту 1 гру можна зобразити наступним чином (табл. 4.5).

Таблиця 4.5

X_1 \ X_2	забирати	ні
забирати	(r, r)	(D, 2r - D)
ні	(2 r - D, D)	Крок 2

Для моменту 2 гра зображена табл. 4.6.

Таблиця 4.6

X_1 \ X_2	забирати	ні
забирати	(R, R)	(2R – D, D)
ні	(D, 2R - D)	(R, R)

Знову використаємо зворотню індукцію для встановлення рівноваги Неша у цій грі.
Почнемо з моменту 2: в силу того, що R > D, 2 R - D > R тут існує єдина рівновага за Нешем – (забрати, забрати), даючи виграші (R, R). Оскільки дисконт відсутній, то можна просто підставити цей результат в «першу гру» (табл. 4.5).

Таблиця 4.7

X_1 \ X_2	забирати	ні
забирати	(r, r)	(D, 2r – D)
ні	(2r – D, D)	(R, R)

В силу того, що r < D, 2 r - D < r тут ми маємо дві рівноваги за Нешем − (r, r), (R, R), тобто:
1) обидва вкладника «біжать» в банк в момент 1;
2) обидва вкладника забирають в момент 2.
Перше можна інтерпретувати як «бігти в банк»:, якщо вкладник вірить в те, що інший побіжить, то йому теж потрібно бігти, хоча обом, звичайно, краще почекати •

Запитання для самоперевірки

1. Що таке байєсовська гра і чому вона є адекватною моделлю економічних ситуацій з неповною інформацією?
2. Яку роль відіграє Природа в байєсовській грі та як її хід впливає на подальші рішення гравців?
3. Що означає поняття «тип гравця» і чому стратегія повинна задаватися для всіх можливих типів?
4. Що таке рівновага Байєса-Неша і чим вона відрізняється від рівноваги Неша в іграх з повною інформацією?
5. Як асиметрія інформації впливає на поведінку фірм у байєсовській модифікації дуополії Курно?
6. Що таке позиційна (екстенсивна) форма гри та які ключові елементи вона містить?
7. Чому рівновага за Нешем у динамічній грі не завжди є переконливим економічним передбаченням?
8. У чому полягає ідея зворотної індукції та довершеної під-ігрової рівноваги за Нешем?

Питання для самостійного опрацювання

1. Чому припущення про повну інформацію є нереалістичним для економічних ігор і як байєсовський підхід це компенсує?
2. Як введення типів гравців і ролі Природи змінює уявлення про стратегію та раціональність поведінки?
3. Чому в байєсовській грі стратегія має задаватися для всіх можливих типів гравця, навіть якщо реалізується лише один із них?
4. У чому полягає економічний зміст інформаційної асиметрії на прикладі дуополії Курно (ефекти «недовиробництва» і «перевиробництва»)?
5. Чим рівновага Байєса-Неша принципово відрізняється від рівноваги Неша та які додаткові умови вона враховує?
6. Як критерії прийняття рішень в умовах невизначеності (сподівання, максимін, Севідж) впливають на вибір стратегії гравця?
7. Чому рівновага за Нешем у динамічній грі може містити «недостовірні» загрози і як зворотна індукція дозволяє їх усунути?
8. У чому полягає роль довершеної під-ігрової рівноваги за Нешем як більш надійного інструменту економічного прогнозування?

Тема 5. Динамічні ігри з неповною інформацією

5.1. Досконала Байєсівська рівновага. Розглянемо наступну динамічну гру з повною, але недовершеною інформацією.

1) Гравець 1 обирає L, M або R. Якщо він обирає R, то гра закінчується. Якщо ж він обирає L або M, а гравець 2 узнає, що при цьому R не вибрано, але не знає, що вибрано L або M, а потім обирає L' або R' і гра завершується (див. Рис. 5.1).

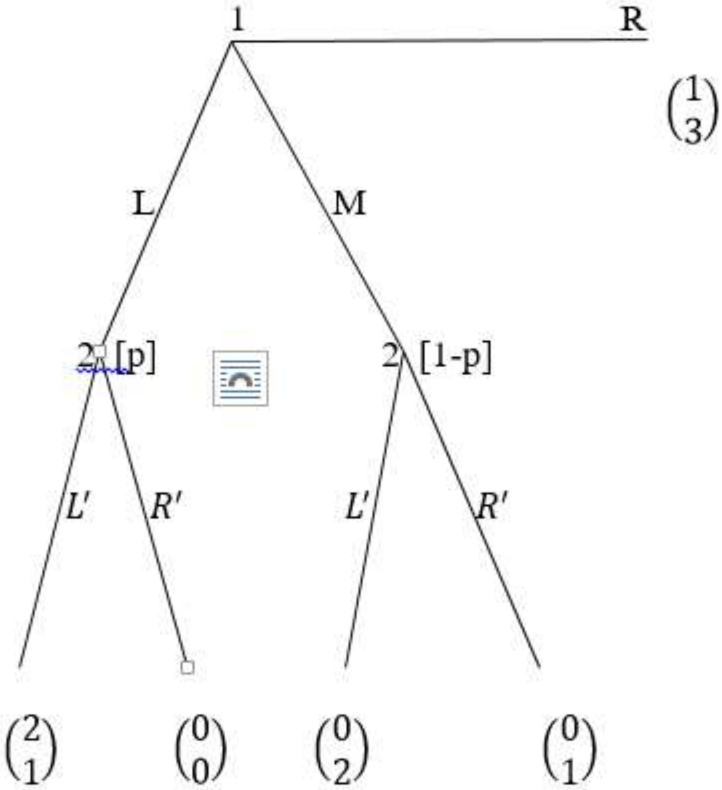

Рис. 5.1

Нормальна форма цієї гри має вигляд

$$\begin{array}{cc} & \begin{array}{cc} L' & R' \end{array} \\ \begin{array}{c} L \\ M \\ R \end{array} & \begin{pmatrix} (2,1) & (0,0) \\ (0,2) & (0,1) \\ (1,3) & (1,3) \end{pmatrix}. \end{array}$$

Очевидно, що тут є дві рівноваги за Нешем: (L, L'), (R, R'). В цій грі відсутні під- ігри, тобто рівноваги (L, L'), (R, R') – довершені за Нешем. Але рівновага (R, R') не буде достовірною тому, що, якщо 2-й гравець отримує хід, то L' домінує R', а тому R не буде гратись, так як в цьому випадку другий гравець отримає виграш 2, замість 1 у випадку гри на R.

Таким чином, нам потрібно виключити (R, R'). Для цього уведемо додаткові вимоги.

R1. В кожній інформаційній множині гравець, якому належить черга ходу, *повинен мати представлення* про те, яка вершина інформаційної множини досягнута. Для неодноелементної множини представлення – це ймовірнісний розподіл на множині вершин інформаційної множини; для одноелементної інформаційної множини представлення гравця дорівнює 1.
R2. При даних представленнях гравців, стратегії гравців повинні бути *послідовно раціональними,* тобто в кожній інформаційній множині хід, зроблений гравцем і наступна стратегія гравця повинні бути оптимальними, при даному представленні гравця в цій інформаційній множині і наступних стратегіях інших гравців (де під «наступною стратегією» розуміється повний план дій, який покриває всі можливості, які можуть виникнути після того, як дана інформаційна множина була досягнута).

В нашому прикладі вимога R1 дає такий результат: при даних представленнях гравця 2 (див. Рис. 5.1) його очікуваний виграш від гри R' є p 0 + (1 - p) 1 = 1 - p , а очікуваний виграш від гри L' є p 1 + (1 - p) 2 = 2 - p. В силу того, що 2 – p > 1 – p для довільних p, то вимога R2 перешкоджає вибору R'.

У відповідності до вимог R1 і R2 у гравців *повинні бути представлення* і гравці повинні діяти оптимально при таких представленнях, але при цьому нічого не говориться відносно осмисленості самих представлень.
Означення 5.1. *Для даного представлення у грі в позиційній формі Γ_E будемо говорити, що інформаційна множина лежить на рівноважній траєкторії (шляху), якщо вона досягається з додатною ймовірністю (або із ймовірністю 1, якщо граються чисті стратегії); якщо гра розігрується у відповідності з цими рівноважними стратегіями, і лежить поза рівноважної траєкторії, то вона достовірно не буде досягнута* •
R3. В інформаційній множині на рівноважному шляху представлення визначаються по правилу Байєса і рівноважними стратегіями гравців.

В довершеній рівновазі по Нешу (L, L') у нашому випадку , природньо, повинно бути p = 1. Уявимо собі на хвилину, що є ще деяка рівновага у змішаних стратегіях, у якій гравець 1 грає L із ймовірністю q_1, M – із ймовірністю q_2, а R – з ймовірністю 1 - q_1 - q_2. Як правило, в простих економічних застосуваннях ці вимоги і визначають довершену Байєсівську рівновагу. В більш складних випадках потрібна ще одна вимога.
R4. В інформаційних множинах, які лежать поза рівноважної траєкторії, представлення визначаються по правилу Байєса і рівноважними стратегіями гравців, де це можливо.
Цю вимогу проілюструємо на прикладі, але перед цим визначимо довершену Байєсівську рівновагу.
Означення 5.2. *Довершена Байєсівська рівновага визначається набором стратегій і представлень, які задовольняють вимогам R1 – R4* •

Тут слід відмітити наступне. В означенні довершеної рівноваги Байєса мова йде фактично про «нерухому точку»: з одного боку, стратегії визначаються представленнями, а з іншого боку – представлення формуються по правилу Байєса на основі цих стратегій. Іншими словами, можна сказати, що в рівновазі представлення повинні визначати такі стратегії, які б визначали за правилом Байєса ті ж самі представлення, які ці рівноважні стратегії і визначають.

Розглянемо гру, представлену на рис. 5.2.

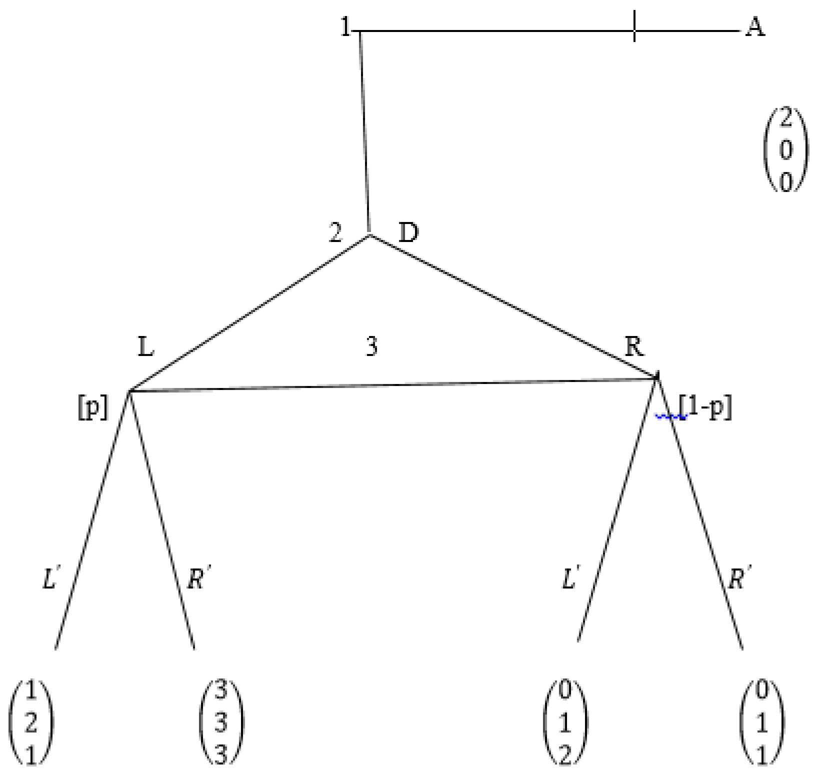

Рис. 5.2

Тут є одна під-гра, яка починається із вершини, в якій ходить гравець 2. В цій під-грі одна рівновага – (L, R'), і як наслідок, єдина довершена рівновага по Нешу є (D, L, R'). Ці стратегії і представлення p = 1 задовольняють вимогам R1 = R4.

Тепер розглянемо набір стратегій (A, L, L') разом з представленням p = 0. Ці стратегії визначають рівновагу за Нешем: ні одному із гравців не вигідно відхилятись. Для цих стратегій і вказаного представлення вимоги R1 – R3 виконані (гравець 3 має представлення і діє при них оптимально, а гравці 1 та 2 діють оптимально при даних наступних стратегіях інших гравців). Але це не довершена рівновага за Нешем, тому що єдина рівновага за Нешем у під-грі є (L, R'), а це означає, що R1 – R3 не гарантують, що стратегії дають нам довершену рівновагу за Нешем. Проблема тут полягає в тому, що представлення p = 0 третього гравця не узгоджується зі стратегією L, але в той же час вимоги R1 – R3 не вводять ніяких обмежень на його представлення, то що інформаційна множина гравця 3 не досягається, якщо гра розігрується у відповідності з указаними стратегіями. Але, згідно з вимогою R4, представлення гравця 3 повинно визначатись стратегією гравця 2: якщо 2 – й гравець грає L, то p = 1; якщо 2 – й гравець грає R, то p = 0. Але якщо p = 1, то R2 форсує стратегію R', так що (A, L, L') і p = 0 не задовольняють вимогам R1 – R4.

Таким чином, ми повинні формалізувати довершену рівновагу за Нешем. Справа в тому, що в іграх з неповною інформацією, навіть якщо гравець спостерігає дії іншого гравця, він все рівно не знає типу гравця, і початок періоду не формує добре визначену під-гру до тих пір, поки не сформовані апостеріорні представлення, а тому ми не можемо перевірити, чи будуть продовження стратегій рівновагою за Нешем. Для завершення формалізації довершеної рівноваги за Нешем розглянемо ще один приклад.

Приклад 5.1. В галузі є дві фірми: фірма I – досвідчена фірма і фірма – новачок – E, яка може входити в галузь або не входити, причому входити вона може двома різними шляхами (див. Рис.5.3.)

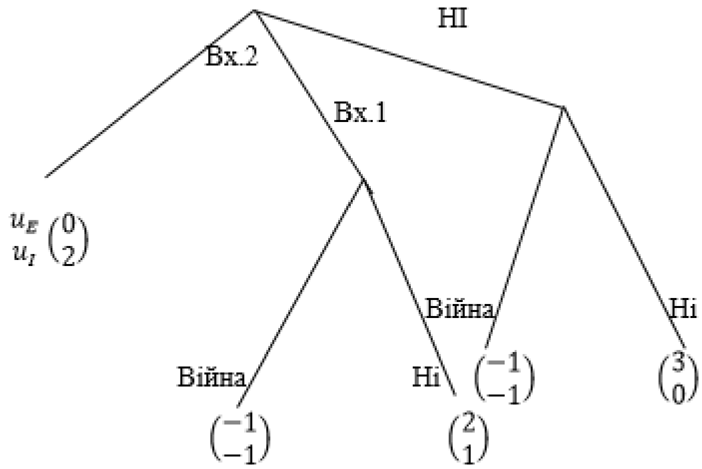

Рис. 5.3

В цій грі є дві рівноваги за Нешем в чистих стратегіях:
(не входити; війна, якщо вхід),
(вх.1; прийняти, якщо вхід).

Перша рівновага здається не дуже осмисленою: незалежно від того, яку стратегію використовує E, фірма I віддає перевагу війні.

Критерій під-ігрової довершеності тут не спрацьовує: єдина під-гра – вся гра, тобто обидві рівноваги в чистих стратегіях довершені.

Тому, для того щоб виключити «неосмислену» рівновагу, ми можемо поступити таким чином: в сенсі послідовної раціональності можна вважати, що дії фірми I після входу фірми E повинні бути оптимальними для деякого представлення, яке вона може мати відносно тієї стратегії входу, яку використала фірма E. (В нашому прикладі «війна, якщо вхід» не буде оптимальним ні для якого можливого представлення фірми I).

Таким чином, ми повинні вважати, що в любий момент гри стратегія гравця диктує йому оптимальні дії з цього моменту при даних стратегіях його опонентів і його представленнях про те, що сталося у грі, і що його представлення узгоджуються зі стратегіями, які розігруються •

Означення 5.3. *Система представлень μ у грі в позиційній формі є набір ймовірностей $\mu(x) \in [0,1]$ для кожної вершини гри x:*

$$\sum_{x \in H} \mu(x) = 1$$

для кожної інформаційної множини H •

Для того, щоб визначити послідовну раціональність, зручно увести позначення $\mathrm{E}(u_i|\ \mathrm{H}, \mu, \sigma_i, \sigma_{-i})$ – очікуваний виграш гравця і на початку в його інформаційній множині Н, якщо його представлення, які стосуються умовних ймовірностей знаходження у різних вершинах Н, задані μ, *при умові, що він притримується стратегії* σ_i, *а його опоненти* – *стратегій* – σ_{-i}.

Означення 5.4. *Набір стратегій (ситуація) $\sigma' = (\sigma_1, \ldots, \sigma_n)$ у грі в позиційній формі називається послідовно раціональним в інформаційній множині Н при даній системі представлень μ, якщо*

$$E(u_{j(H)}|\ H, \mu, \sigma_{j(H)}, \sigma_{-j(H)}) \geq E(u_{j(H)}|\ H, \mu, \hat{\sigma}_{j(H)}, \sigma_{-j(H)})$$

для будь-якої стратегії $\hat{\sigma}_{j(H)} \in \sum_{j(H)} j$, де через $j(H)$ позначений гравець, який ходить в *інформаційній множині Н, а $\sum_k k$ – множина змішаних стратегій гравця k. Якщо ситуація σ задовольняє цій умові для всіх інформаційних множин Н, то вона, згідно означення, послідовно раціональна при даній системі* представлень μ •

Іншими словами, набір стратегій $\sigma' = (\sigma_1, \ldots, \sigma_n)$ є послідовно раціональним, якщо ні один із гравців не вважає доцільним, при досягнені однієї із його інформаційних множин, переглянути свої стратегії при даних представленнях про те, що вже відбулося , і стратегіях опонентів.

Тепер ми можемо визначити *слабку довершену Байєсівську рівновагу*. Це означення буде включати дві умови: 1) стратегії повинні бути послідовно раціональними; 2) якщо це можливо, представлення повинні бути узгодженими з цими стратегіями, тобто у рівновазі у гравців повинні бути правильні представлення відносно вибору стратегій їх опонентів.

Для опису такої узгодженості розглянемо спеціальний випадок, коли рівноважна стратегія кожного гравця приписує додатну ймовірність кожній можливій дії в кожній із його інформаційних множин (так звана цілком змішана стратегія). В цьому випадку кожна інформаційна множина досягається з додатною ймовірністю. Природнє поняття узгодженості представлень з такою ситуацією рівноваги σ виглядає так: для кожної вершини х в даній інформаційній множині Н гравець повинен обчислити ймовірність досягнення цієї вершини при даному розігруванні набору стратегій σ, Prob(x|σ), а тоді, використовуючи формулу Байєса, приписати умовну ймовірність знаходження в кожній із цих вершин, в тому випадку, якщо при розігрування досягнута ця інформаційна множина

$$\text{Prob}(\text{x}|H,\sigma) = \frac{\text{Prob}(\text{x}|\sigma)}{\sum_{x'\in H} Prob(x'|\sigma)}.$$

В якості ілюстрації розглянемо наш прилад. Нехай Е використовує цілком змішані стратегії, які приписують «ні» ймовірність $p_{ні} = \frac{1}{4}$, $p_{«вх.1»} = \frac{1}{2}$, $p_{«вх.2»} = \frac{1}{4}$. Тоді ймовірність досягнення інформаційної множини І складе $p_I = p_{«вх.1»} + p_{«вх.2»} = \frac{1}{2} + \frac{1}{4} = \frac{3}{4}$. По правилу Байєса, ймовірність знаходження в лівій вершині цієї інформаційної множини, при умові, що вона досягнута, буде дорівнювати

$$\text{Prob}(«\text{вх. }1»|I,\sigma) = \frac{p_{«вх.1»}}{p_I} = \frac{2}{3},$$

а умовна ймовірність знаходження у правій вершині – $\frac{1}{3}$. Для представлень І, які слідують за входом і узгоджених зі стратегією Е, представлення І повинні приписувати іменно такі ймовірності.

Якщо стратегії не цілком змішані, то деякі інформаційні множини можуть не досягатись (з додатною ймовірністю), і ми не можемо використовувати формулу Байєса. На інтуїтивному рівні ця проблема відповідає такій ідеї: навіть у тому випадку, коли б гравці розіграли гру неодноразово, то «рівноважний розіграш» не породжував би досвіду, на основі якого гравці могли б обґрунтовувати свої представлення в цій інформаційній множині. *Слабка Байєсівська рівновага* дозволяє приписувати будь-які представлення в таких інформаційних множинах.

Означення 5.5. *Набір стратегій і система апостеріорних представлень (σ,μ) називається слабкою довершеною Байєсівською рівновагою (СДБР) у грі у позиційній формі Γ_E, якщо*

(1) σ послідовно раціональна при даній системі представлень μ;

(2) система *представлень μ виводиться із набору σ по правилу Байеса, коли це можливо, тобто для любої інформаційної множини Н такої, що* $\text{Prob}(H|\,\sigma) > 0$ – *ймовірність того, що досягнута інформаційна множина Н,*

$$\mu(x) = \frac{Prob(x|\sigma)}{Prob(H|\,\sigma)} \quad \forall\, x \in H \bullet$$

Твердження 5.1. *Набір стратегій σ є слабкою довершеною Байєсівською рівновагою (СДБР) у грі у позиційній формі Γ_E тоді і тільки тоді, коли існує система представлень μ така, що*

(1) σ послідовно раціональна при даній системі представлень μ у всіх інформаційних множинах таких, що $\text{Prob}(H|\,\sigma) > 0$;

(2) система *представлень μ виводиться із набору σ по правилу Байеса, коли це можливо* $\bullet$

Звідси витікає, що *СДБР* буде рівноважним за Нешем, але не навпаки. Продовжимо розгляд прикладу: ясно, що I фірма повинна грати «прийняти, якщо вхід» в любому СДБР, тому що це оптимальна дія цієї фірми, починаючи з її інформаційної множини при любій системі представлень. Таким чином, рівноважні за Нешем стратегії (ні; війна, якщо вхід) не можуть бути частиною ніякого СДБР. Далі розглянемо пару стратегій (вх.1; прийняти, якщо вхід). Щоб довести, що це є частиною СДБР, нам потрібно надати цим стратегіям систему представлень, яка б задовольняла умові 2) означення 5.5, і яка б зробила їх послідовно раціональними. Зауважимо, що для того, щоб задовольнити критерію 2), представлення для I повинні приписувати ймовірність 1 знаходженню в лівій вершині її інформаційної множини в силу того, що ця інформаційна множина досягається з додатною ймовірністю при даних стратегіях (вх.1; прийняти, якщо вхід). Більше того, ці стратегії в дійсності послідовно раціональні при даній системі представлень, і ця пара «стратегії - представлення» − єдина СДБР.

Приклад 5.2. Припустимо, що з'явився потенційний новачок – фірма E2 і тепер ситуація така: фірма E1 має достатньо можливостей, щоб вийти на ринок самостійно, але їй бракує деяких можливостей , які має фірма E2. В результаті цього фірма E1 розглядає варіант пропозиції від фірми E2 щодо створення «спільного підприємства» або сама виступає в якості ініціатора створення такого підприємства, причому у разі створення останнього фірми ділять пополам отриманий дохід. E1 має 3 варіанти дій: не входити, увійти самостійно або запропонувати кооперацію. Якщо E1 пропонує кооперацію, то E2 може або прийняти таку пропозицію, або відхилити її. Якщо E2 приймає таку пропозицію, то E1 виходить на ринок разом з E2; якщо E2 відхиляє таку пропозицію, то E1 вирішує для себе, чи виходити на ринок самостійно чи ні. Фірма I може спостерігати чи вийшла на ринок фірма E1, але не знає, чи вона вийшла «окремою одиницею», чи «спільним підприємством». Далі фірма I може або воювати з фірмою E1, або прийняти її. Знайти СДБР.

Розв'язок. Запишемо цю ігрову задачу у позиційній формі (Рис. 5.4) Зауважимо, що в любому СДБР фірма E2 повинна прийняти пропозицію фірми E1, тому що в цьому випадку E2 гарантує собі додатній виграш незалежно від стратегії фірми I. Але тоді в любому СДБР фірма E1 повинна запропонувати кооперацію, тому що, якщо фірма E2 приймає пропозицію, то E1 отримає більше незалежно від «пост-вхідної» стратегії I. Далі, ці два висновки приводять до того, що інформаційна множина гравця I досягається з додатною ймовірністю (в дійсності рівній 1) в любому СДБР. Тепер, використовуючи правило Байєса в цій інформаційній множині, ми отримуємо, що це правило повинно приписувати ймовірність 1 знаходження для E1 в середній вершині. В цьому випадку, в любому СДБР стратегія фірми I повинна бути «прийняти, якщо вхід».

Таким чином, єдина СДБР в цій грі є ситуація $(\sigma_{E1},\ \sigma_{E2},\ \sigma_I)$ = ((пропозиція кооперації; вх., якщо E2 не погоджується на кооперацію), (прийняти), (прийняти, якщо вхід)) і система представлень μ(середня вершина) = 1 •

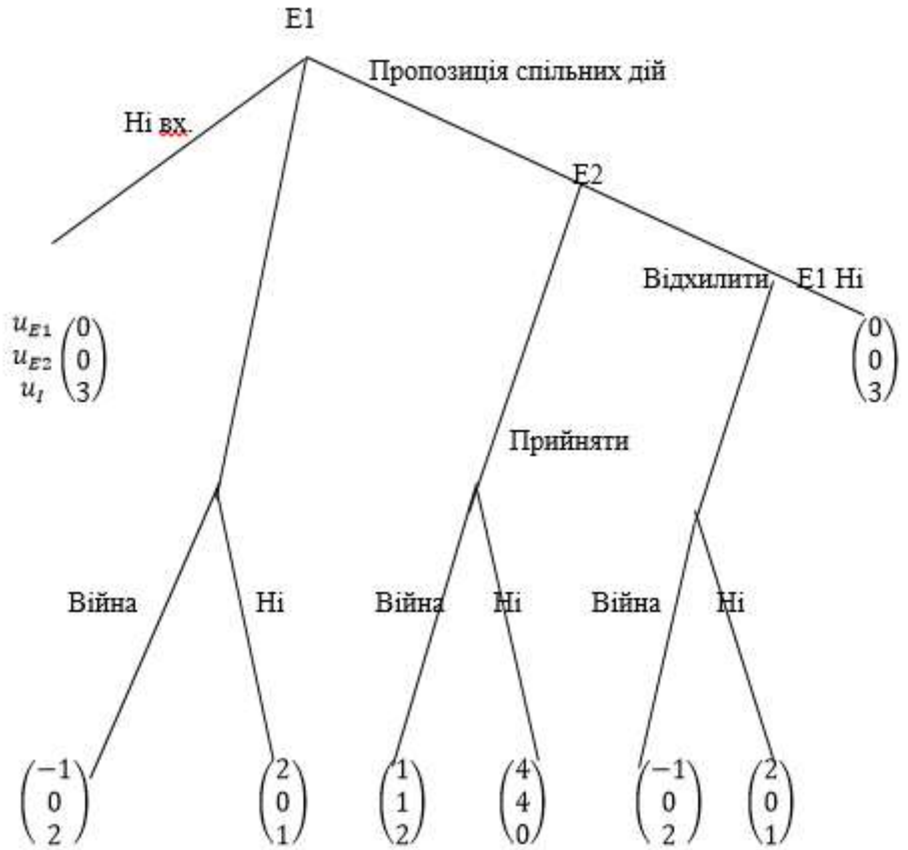

Рис. 5.4

Приклад 5.3. У наведених вище прикладах все було просто, тому що хтось із гравців мав оптимальну стратегію, яка була незалежна від його представлень і/або подальшої гри опонентів. Тепер розглянемо гру (див. Рис. 5.5).

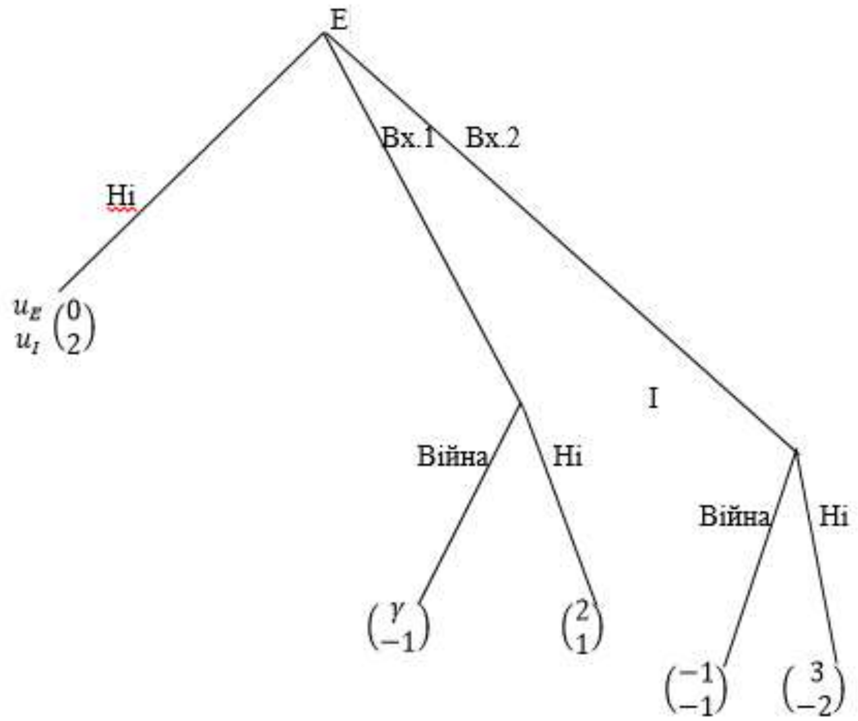

Рис. 5.5

Щоб розв'язати цю гру, знайдемо «нерухому точку» , при якій поведінка, породжена представленнями, узгоджено з цими представленнями. Нехай $\gamma > 0$.

Нехай σ_F − ймовірність того, що фірма I буде воювати після входження.

Нехай μ_1 − представлення фірми I, що стратегією входу був Вх.1 (якщо він відбувся), і

σ_0, σ_1 , σ_2 − ймовірності, з якими фірма дійсно обирає »ні», Вх.1, Вх.2 відповідно.

Зауважимо, що фірма I захоче воювати з додатною ймовірністю тоді і тільки тоді, коли

$$-1 \geq = 2\ \mu_1 + 1\,(1 - \mu_1),\ \text{тобто}\ \mu_1 \geq \frac{2}{3}.$$

Припустимо, що $\mu_1 > \frac{2}{3}$ в СДБР. Тоді фірма I повинна грати «війну» із ймовірністю 1. Але тоді E повинна грати «Вх.2» із ймовірністю 1 ($\gamma > 0$) і тоді СДБР вимагає, щоб $\mu_1 = 0$. Припустимо тепер, що $\mu_1 < \frac{2}{3}$ в СДБР. Тоді I повинна грати «прийняти» із ймовірністю 1. Але тоді E повинна грати «Вх.1» із ймовірністю 1 і тоді СДБР вимагає, щоб $\mu_1 = 1$. Таким чином, в будь-якому СДБР $\mu_1 = \frac{2}{3}$. Отже, E повинна рандомізувати в цій рівновазі, приписуючи «Вх.1» і «Вх.2» додатну ймовірність, причому «Вх.1» повинен бути вдвічі ймовірніше ніж і «Вх.2». Це означає, що ймовірність грати «війну» повинна робити E байдужою між «Вх.1» і «Вх.2» , тобто

$$-\ \ \sigma_F + 3\,(1 - \sigma_F) = \gamma\sigma_F + \ (1 - \sigma_F) \rightarrow \sigma_F = \frac{1}{2+\gamma}.$$

Виграш Е від гри між «Вх.1» або «Вх.2» буде $\frac{3+\gamma}{2+\gamma} > 0$, і отже, Е повинна грати «ні» із ймовірністю 1. Таким чином, єдине СДБР в цій грі є

$$(\sigma_0, \sigma_1, \sigma_2) = (0, \frac{2}{3}, \frac{1}{3}),\ \sigma_F = \frac{1}{2+\gamma}, \mu_1 = \frac{2}{3}.$$

5.2. Сигнальні ігри. Сигнальна гра – це динамічна гра з неповною інформацією двох гравців: S (Sender) – ведучого (посилаючого сигнал) і R (Receiver) – отримувача сигналу. Гра протікає таким чином:

1. Природа обирає тип t_i ведучого із множини можливих типів T = $\{t_1, \ldots, t_I\}$ у відповідності із ймовірнісним розподілом p(t_i): p(t_i) > 0 для будь-якого i та p(t_1) + … + p(t_I) = 1.
2. Ведучий спостерігає t_i і обирає сигнал m_j із множини можливих повідомлень M = $\{m_1, \ldots, m_J\}$.
3. Отримувач спостерігає сигнал m_j і потім обирає дію a_k із множини A = $\{a_1, \ldots, a_K\}$.
4. Визначаються виграші $U_S(t_i, m_j, a_k)$ та $U_R(t_i, m_j, a_k)$.

Природньо вважати, що множина можливих повідомлень залежить від типу гравця, множина можливих дій залежить від отриманого сигналу. Так, наприклад, в моделі сигналізування на ринку праці S – працівник, а R – перспективний ринок зайнятості, тип – це продуктивність працівника, а повідомлення – це рівень освіти, а дія – рівень заробітної плати. В моделі корпоративних капіталовкладень і структури капіталів S – фірма, яка зацікавлена у фінансуванні нового проекту, R – потенційний інвестор, тип – прибутковість наявних активів фірми, повідомлення – це пропозиція фірми долевої ставки віддачі, а дія – рішення інвестора вкладати гроші у проект чи ні.

Ми зупинимось на простому випадку:

T = $\{t_1, t_2\}$, M = $\{m_1, m_2\}$, A = $\{a_1, a_2\}$, Prob $\{p_1\}$ = p.

Дерево сигнальної гри зручно зображати таким чином (див. Рис. 5.6):

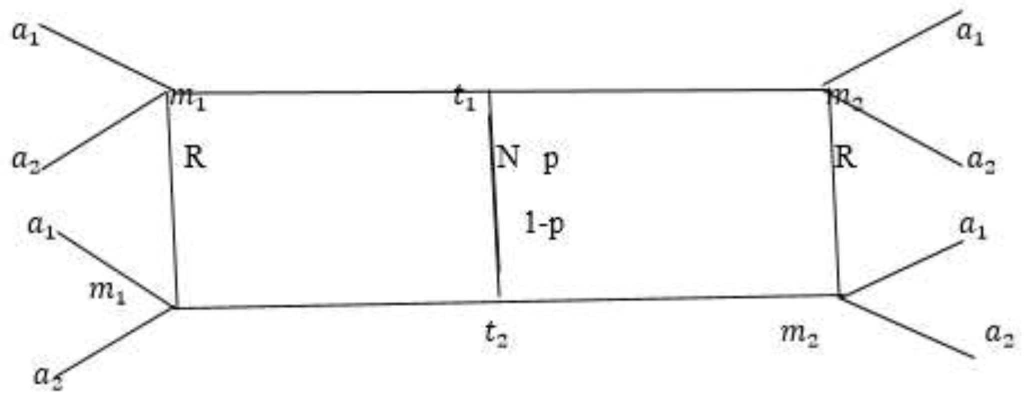

Рис. 5.6

Як завжди, стратегія гравця – це повний план дій: стратегія обирає допустиму дію у кожному випадку, коли гравцю, може бути, прийдеться зробити хід. В сигнальній грі чиста стратегія гравця S – це функція $m(t_i)$, що вказує, яке повідомлення буде обрано для кожного типу, котрий може обрати Природа, а чиста стратегія гравця R – це функція $a(m_j)$, що вказує, яка дія буде обрана для кожного можливого повідомлення S. У грі, зображеній на рис. 5.6, може бути всього 4 чистих стратегії у кожного із гравців:

Перша стратегія S – зіграти m_1, якщо Природа обрала t_1, і зіграти m_1, якщо Природа обрала t_2.

Друга стратегія S – зіграти m_1, якщо Природа обрала t_1, і зіграти m_2, якщо Природа обрала t_2.

Третя стратегія S – зіграти m_2, якщо Природа обрала t_1, зіграти m_1, якщо Природа обрала t_2.

Четверта стратегія S – зіграти m_2, якщо Природа обрала t_1, і зіграти m_2, якщо Природа обрала t_2.

Перша стратегія R – зіграти a_1, якщо S обрав m_1, і зіграти a_1, якщо S обрав m_2.

Друга стратегія R – зіграти a_1, якщо S обрав m_1, і зіграти a_2, якщо S обрав m_2.

Третя стратегія R – зіграти a_2, якщо S обрав m_1, і зіграти a_1, якщо S обрав m_2.

Четверта стратегія R – зіграти a_2, якщо S обрав m_1, і зіграти a_2, якщо S обрав m_2.

Перша і четверта стратегії S – *об'єднуючі:* кожен тип посилає один і той же сигнал. Друга і третя стратегії – *розділяючі*: кожен тип посилає різні сигнали. В моделях з більш ніж двома типами можуть бути частково об'єднуючі (або напіврозділяючі) стратегії, коли всі типи із деякої підмножини типів посилають один і той же сигнал, але різні підмножини типів посилають різні повідомлення.

Оскільки S знає всю історію гри і його вибір здійснюється в одноточковій інформаційній множині, то питання про його представлення не виникає. Що ж стосується R, то він обирає дію після спостереження повідомлення S, але не знає типу S, тобто, вибір R відбувається в неодноточковій інформаційній множині. Тому тепер ми можемо переформулювати вимоги до довершеної Байєсівської рівноваги із першого пункту лекції.

Сигнальна вимога 1. Після отримання кожного повідомлення m_j із M гравець R повинен мати представлення про те, який тип міг послати повідомлення m_j. Позначимо відповідний ймовірнісний розподіл через $\mu(t_i\,|m_j)$ і

$$\sum_{t_i\in T}\mu(t_i\,|m_j)\ = 1,$$

де ($\mu(t_i\,|m_j)$ – ймовірність того, що повідомлення m_j послано типом t_i).
При даному повідомленні S і представленні R оптимальна дія R характеризується за допомогою послідовної раціональності:
Сигнальна вимога 2R. Для любого $m_j\ \in$ M дія R – $a^*(m_j)$ повинна максимізувати очікувану корисність R при даному представленні $\mu(t_i\,|m_j)$ відносно того, який тип міг послати повідомлення m_j. Іншими словами $a^*(m_j)$ розв'язує задачу

$$\max_{a_k\in A}\sum_{t_i\in T}\mu(t_i\,|m_j)\ \ U_R(t_i,m_j,a_k).$$

Вимога послідовної раціональності може бути застосована і до гравця S, але він має повну інформацію, а значить – тривіальне представлення, а, крім того, він ходить тільки на початку гри, тобто стратегія S повинна бути оптимальною при даній стратегії R.
Сигнальна вимога 2S. Для любого типу $t_i\in$ T повідомлення – $m^*(t_i)$ гравця S повинно максимізувати корисність S при даній стратегії $a^*(m_j)$ гравця R. Іншими словами $m^*(t_i)$ розв'язує задачу

$$\max_{m_j\in M}U_S(t_i,m_j,\ a^*(m_j))\ .$$

Нарешті, при даній стратегії $m^*(t_i)$ гравця S, позначимо через T_j множину типів, які посилають повідомлення m_j, тобто $t_i\in T_j$, якщо $m^*(t_i)\equiv m_j$. Якщо $T_j\neq\emptyset$, то інформаційна множина , яка відповідає повідомленню m_j, лежить на рівноважному шляху; в іншому випадку m_j не посилається ніяким типом, і відповідно інформаційна множина знаходиться поза рівноважним шляхом. Тому вимогу 3 із першої частини можна переписати для R таким чином.
Сигнальна вимога 3. Для любого $m_j\in$ M, якщо існує $t_i\in$ T таке, що $m^*(t_i)\equiv m_j$, представлення R в інформаційній множині, яке відповідає m_j, повинно визначатись за правилом Байєса і виходячи із стратегії S, тобто

$$\mu(t_i\,|m_j)=\frac{p(t_i)}{\sum_{t_i\in T_j}p(t_i)}.$$

Означення 5.6. *Довершена Байєсівська рівновага (в чистих стратегіях) у сигнальній грі є пара стратегій $m^*(t_i), a^*(m_j)$ і представлення $\mu(t_i\,|m_j)$, яке задовольняє сигнальним вимогам 1, 2R, 2S, 3* •

Якщо стратегія S є об'єднуючою або розділяючою, то відповідну рівновагу називають об'єднуючою або розділяючою.
Приклад 5.4. Розглянемо сигнальну гру, зображену на рис. 5.7.

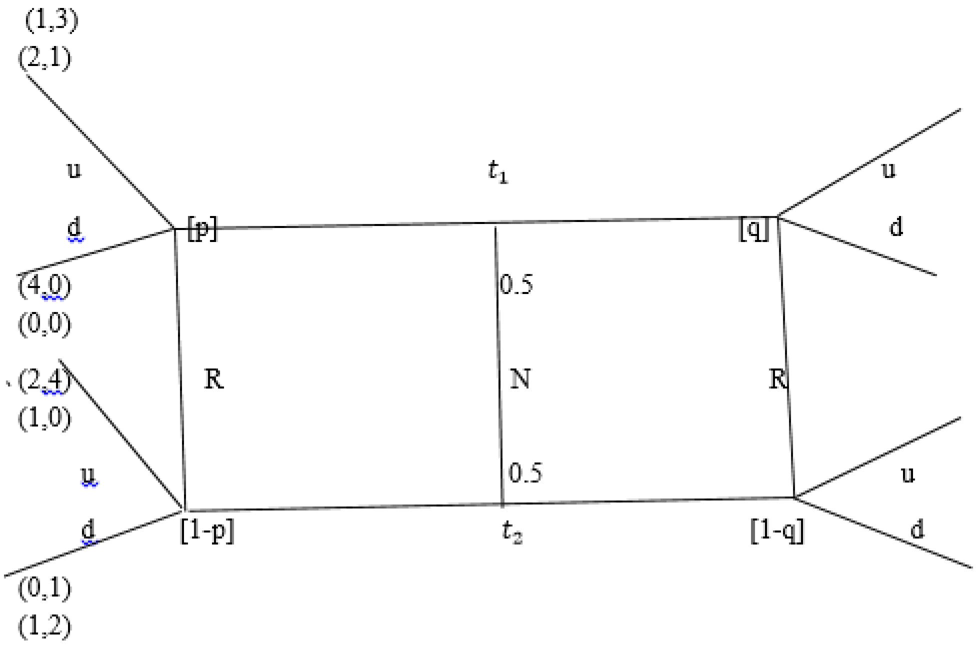

Рис. 5.7

Тут потенційно може існувати 4 довершених Байєсовських рівноваги у чистих стратегіях.

(1) об'єднуюча на l;
(2) об'єднуюча на r;
(3) розділяюча з t_1, що грає на l, і з t_2, що грає на r;
(4) розділяюча з t_1, що грає на r, і з t_2, що грає на l.

Розглянемо ці можливості почергово.

(1) об'єднуюча на l. Припустимо, що є рівновага, в якій стратегія S є (l, l), тобто t_1 грає l і t_2 грає l (тут позначення (m', m'') означає, що тип t_1 посилає сигнал m', а тип t_2 посилає сигнал m''). Тоді інформаційна множина R, яка відповідає l, лежить на рівноважному шляху, тому представлення [p, 1- p] в цій інформаційній множині визначається правилом Байєса та стратегією S, тобто p = 0.5 − апріорний розподіл. При такому представленні , краща відповідь R на l – це зіграти u, так що типи t_1 і t_2 відповідно отримають 1 і 2. Щоб визначити, чи будуть обидва типи дійсно грати l, нам потрібно ще з'ясувати, як би реагував гравець R на r. Якщо відповідь R на r є u, то виграш типу t_1 від гри r є 2, що переважає виграш t_1 від гри l, тому якщо відповідь R на r є u, то типу t_1 грати l не варто. Але якщо відповідь R на r є d, то t_1 і t_2 відповідно отримають 0 і 1 від гри r, тоді як вони отримують 1 і 2 відповідно від гри l. Таким чином, якщо існує рівновага, в якій стратегія S є (l, l), то відповідь R на r повинна бути d, тобто стратегія R повинна бути (u, d) (де (a', a'') означає, що R грає a' на l і грає a'' на r). Лишається визначити ті представлення на R в інформаційній множині, які відповідають r, при яких для нього оптимально грати d. Легко бачити, що грати d для R оптимально при q $\leq \frac{2}{3}$. Дійсно, для даних представлень [q, 1-q] гравця R очікуваний його виграш від гри u є 1 q + 0 (1-q) , а від гри d є

0 q + 2 (1-q). Таким чином, грати d оптимально, якщо 2 (1-q) ≥1 q, тобто q≤ $\frac{2}{3}$.

Отже, [(l, l), (u, d), p=0.5, q] представляє собою об'єднуючу довершену рівновагу Байєса для любого q ≤ $\frac{2}{3}$.

(2) об'єднуюча на r. Припустимо, що стратегія S є (r, r). Тоді q = 0.5 і в силу того, що 0.5 ≤ $\frac{2}{3}$ у R кращою відповіддю на r є d, що дає 0 для t_1 і 1 для t_2. Але t_1 може отримати 1, граючи l, в силу того, що кращою відповіддю R на l є u для любих значень p. Отже, рівновага (r, r) не існує.

(3) розділяюче з t_1, що грає l. Якщо S грає (l, r), то обидві інформаційні множини лежать на рівноважному шляху, отже обидва представлення визначаються правилом Байєса і стратегією S, тобто p = 1, q = 0. Краща відповідь R на ці представлення є u і d відповідно, так що обидва типи S отримують по 1. Лишається перевірити, чи являється ця стратегія S при даній стратегії (u, d) гравця R. Але це не так: якщо t_2 відхилиться від r, граючи l, то R відповість u, оскільки його стратегія (u, d), даючи t_2 виграш 2, що переважає виграш 1 для t_2 від гри r. Отже, (l, r) не буде рівновагою.

(4) розділяюче з t_1, що грає r. Якщо S грає (r, l), то представлення R повинні бути p = 0, q = 1, так що краща відповідь R є (u, u) і обидва типи отримають по 2. Якщо б t_1 відхилився, граючи l, то R зреагував би u; виграш t_1 тоді був би 1, отже у нього не має стимулів відхилятись від гри r. Аналогічно, якщо б t_2 відхилився, граючи r, то R зреагував би u; виграш t_2 тоді був би 1, отже у нього не має стимулів відхилятись від гри l. Отже, [(r, l), (u, u), p=0, q = 1] представляє собою роз'єднуючу довершену рівновагу Байєса •

Запитання для самоперевірки

1. Чому рівновага за Нешем у динамічних іграх з неповною інформацією може бути економічно "неосмисленою"?
2. У чому полягає ідея послідовної раціональності та чому вона є сильнішою вимогою, ніж раціональність у Нешевій рівновазі?
3. Яку роль відіграють представлення (beliefs) у визначенні довершеної Байєсівської рівноваги?
4. У чому полягає відмінність між інформаційними множинами на рівноважній траєкторії та поза нею?
5. Чому правило Байєса застосовується не до всіх інформаційних множин?
6. Що таке слабка довершена Байєсівська рівновага (СДБР) і чим вона відрізняється від довершеної рівноваги за Нешем?
7. Чому в іграх входу на ринок стратегія «війна після входу» часто виключається в СДБР?
8. Яку економічну інтерпретацію має вимога узгодженості стратегій і представлень як «нерухомої точки»?

Питання для самостійного опрацювання

1. Чому в іграх з неповною інформацією неможливо напряму застосувати критерій під-ігрової довершеності?
2. Як вимоги R1–R4 послідовно звужують множину рівноваг і чому кожна з них є необхідною?
3. Чому наявність рівноваги за Нешем не гарантує її стабільності з точки зору економічної логіки?
4. Яким чином слабка довершена Байєсівська рівновага узгоджує раціональність гравців із обмеженістю інформації?
5. Чому в сигнальних іграх ключову роль відіграють представлення отримувача сигналу?
6. У чому економічний зміст об'єднуючих і розділяючих стратегій у сигнальних іграх?
7. Чому деякі сигнали є інформативними, а інші – «порожніми», навіть якщо вони формально дозволені грою?
8. Як приклади сигнальних ігор (ринок праці, інвестиції, вхід у галузь) пояснюють реальні економічні механізми відбору та репутації**?**

Тема 6. Методи експериментальних досліджень у поведінковій економіці

6.1. Поняття і типи експериментів в мікроекономічних системах. Експеримент є одним із основних методів наукового пізнання. Він відрізняється від спостереження та інших емпіричних методів тим, що проводиться в квазікерованому (підконтрольному) навколишньому середовищі з активним втручанням у ситуацію дослідника, який планомірно маніпулює незалежними змінними з метою визначення ступеня їхнього впливу на залежні змінні при збереженні контролю за впливом інших параметрів, що не вивчаються. Незалежні змінні можуть змінюватися на розсуд експериментатора (ціни), в той час, як залежні змінні практично не перебувають у сфері його безпосереднього управління (обсяг продажів). Правильно поставлений експеримент дає змогу перевіряти гіпотези, не обмежуючись констатацією зв'язку (кореляції) між змінними.

В літературі виокремлюють польовий та лабораторний тип експерименту. Під ***лабораторним експериментом*** розуміють дослідницьку стратегію, за якої діяльність індивіда моделюється у спеціально організованих (штучних) умовах, покликаних забезпечити чистоту результатів, для чого усівають сторонні впливи усіх одночасно діючих процесів. Основна характеристика лабораторного експерименту - це забезпечення відтворюваності досліджуваної характеристики й умов її прояву. Такий експеримент зазвичай здійснюють в спеціально обладнаному приміщенні за допомогою приладів та устаткування, які дають змогу реєструвати перебіг експерименту та його результати.

Польовий експеримент проводять в умовах, які максимально наближені до звичайної діяльності людей, однак вони не знають, що є об'єктами дослідження. Для прикладу такі експерименти можуть проводитись наприклад в мережі магазинів. Хоча результати таких експериментів можуть заслуговувати більшої довіри, ніж лабораторні, при їх проведенні складно точно врахувати вплив побічних факторів, вони вимагають більше часу для своєї реалізації (зазвичай від півроку до декількох років) і пов'язані з великими витратами, оскільки їхня вартість становить від 100 000 $ і більше.

Приклад 6.1. *В США, було проведено тестування впливу рівнів реклами і цін на обсяг продажу нової марки пива. У чотирьох міста використовувалася вибірка, що включає 30 магазинів. У двох містах проводилася дуже інтенсивна реклама, що за обсягом удвічі перевищувала рекламу, проведену в двох інших містах. Крім того, всі 30 магазинів були розбиті на три панелі по 10 магазинів. При цьому враховувалися розміри магазинів, їх місце розташування в місті та інші фактори. Для кожної панелі використовувався свій рівень цін: базова ціна, ціна на 10 центі ввище базової і ціна на 20 центів вище базової. Тестування проводилося протягом 6 місяців. Кожен місяць в кожному магазині фіксувався обсяг продажів. Було встановлено (рис. 6.1), що більш* *високий рівень реклами є більш ефективним при використанні базової ціни і не впливає на обсяг продажів при використанні найвищої ціни. До проведення експерименту була*

Прийнята гіпотеза, згідно з якою при продажу пива по всій країні доцільно використовувати дві стратегії: поєднання високих витрат на рекламу з високою ціною і низьких витрат на рекламу з низькою ціною. Передбачалося, що високі ціни покриють додаткові витрати на рекламу. Тестування ринку показало, що треба дотримуватися іншої стратегії, а саме: низька ціна – високі витрати на рекламу. З результатів експерименту також випливало, що проведення тестування ринку при варіюванні тільки однієї змінної – витрат на рекламу або ціни – дало б невірні результати.

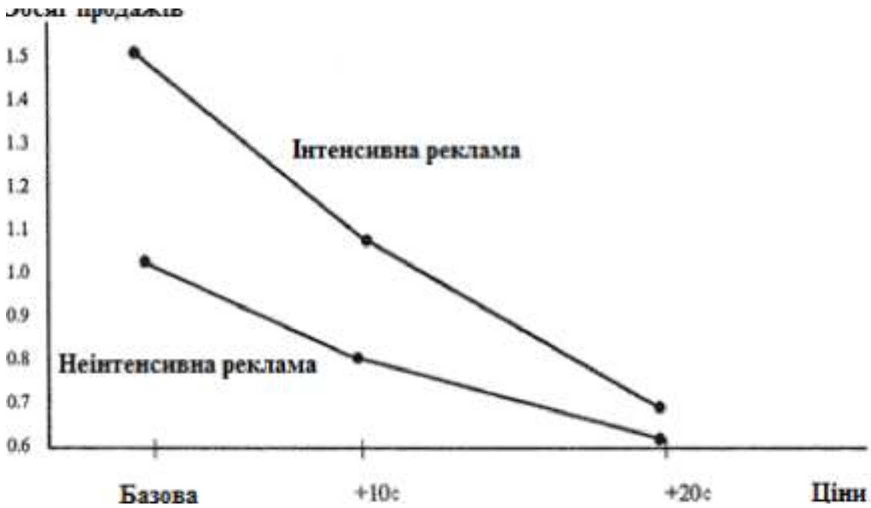

Рис.6.1. Вплив рівня реклами і обсягу цін на рівень продаж

Важливо підкреслити, що експериментальна економіка більшою мірою зосереджена на лабораторних експериментах, що передбачає отримання від завдання повнішого опису методологій і значення експериментів в мікроекономіці. Праці по експериментальній економіці, в яких містяться спроби дати чітке формулювання «теорії лабораторних експериментів» і мікроекономічних системах, доволі малочисельні – зокрема це праці Чарльза Плотта (CharlesPlott), ЛьюісаУальда (LouisWilde), Вернона Сміта (VernonSmith).

Важлива ідея, на яку звертали увагу В. Сміт та Ч. Плотт котра, втім, більш чітко сформульована Л. Уальдом, полягає в тому, що лабораторна мікроекономіка являє собою реально існуючу економічну систему, яка, поза сумнівом, дає яскравішу картину поведінки індивідів, аніж системи, що описані класиками-теоретиками. Відповідно, на думку В. Сміта, доволі важливо, щоб економічна наука в меншій мірі орієнтувалась на праці теоретиків, а більше використовувала результати та можливості лабораторних експериментів та прискіпливо розглядала свої власні теорії, як підґрунтя для напрацювання гіпотез, котрі можна перевірити.

6.2. Теорія мікроекономічних систем в експериментальній економіці. Для того, щоб дати визначення мікроекономічної системи, необхідно виокремити два її компоненти: 1) умови та 2) інститути.

1) Умови. Умови являють собою наявність ряду економічних суб'єктів в кількості, що дорівнює N (1,2..., N), переліку з К+1 товарів (враховуючи ресурси), а також певних характеристик кожного i-го суб'єкта, як от його функція корисності u_i, технологія (знання) T_i, а також вектор запасу товарів ω_i. Тоді характеристики кожного і-суб'єкта являють собою вектор $e_i = (u_i, T_i, \omega_i)$, компоненти якого визначені на К + 1 – вимірному просторі товарів R_{k+1}. В цьому випадку мікроекономічні умови визначаються набором характеристик е = (е1, е2, ..., e_N). Згідно даної специфікації, ці умови являють собою набір базисних специфікацій, які суб'єкти не в змозі змінити чи інститутів, в рамках яких вони взаємодіють.

2) Інститути. Відзначимо, що індивіди існують і роблять вибір в межах соціально структурованого середовища і що характер цих структур (і те, як вони усвідомлюються) здійснює вплив як на рішення, які приймаються індивідами, так і на наслідки даних рішень. Увага дослідників усе більше фокусується на проблемі інституційної вбудованості індивідуальної дії. Зазначене вище не менш справедливе по відношенню до суспільств зі слабо розвинутою системою прав приватної власності. Чи відіграють індивідуальні смаки незначну або ж, навпаки, превалюючу роль, чи може бути ідея запатентована, захищена копірайтом чи торговою маркою в якості можливості відчуження приватної власності, і в якій мірі належать суб'єкту плоди його «власної» праці - все це питання інститутів управління, які мають суспільний характер. Саме завдяки інститутам встановлено, що можливо палити в коридорі, заборонено працювати на основі кабальних договорів, що патент видається терміном на сімнадцять років, закон Ома не захищений патентом, цінова дискримінація носить нелегальний характер і т д.

Інститути визначають права приватної власності, в рамках яких суб'єкти можуть вступати в конткти і обмінюватись товарами (чи їх видозмінювати) в цілях приведення першопочаткових умов у відповідність зі своїми індивідуальними смаками та знаннями. Оскільки будь-якому товарному обміну чи видозміні товару повинен передувати взаємний контакт економічних суб'єктів, право власності на інформацію має ж таке значення, як і право власності на товари та ідеї. Інститут визначає право приватної власності, яке включає право говорити чи мовчати, право вимагати оплати чи поставки товару, а також не допускати до використання даним об'єктом всіх інших індивідів, тобто право «власності». Конкретніше інститут визначає:

1) Спосіб спілкування $M = (M_1, M_2, ..., M_N)$;

2) Набір правил розподілу товарів $H = (h_1(m), h_2(m), ... h_N(m))$;

3) Набір правил щодо встановлення витрат $C = (c_1(m), c_2(m), ..., c_N(m))$;

4) Набір правил щодо регулювання процесів G = (g_1 (t_0, t, T), ... , g_N (t_0, t, T)).

Важливо! Однією з найважливіших концепцій оцінки мікроекономічної системи є аналіз сумісності стимулів. Загалом, інституційні правила характеризуються сумісністю стимулів, якщо інформація і умови стимулювання, які пропонуються окремим суб’єктам, сумісні з досягненням такого соціально бажаного результату, як оптимум за Паретто. В теоретичних працях стверджується, що механізм розміщення ресурсів характеризується сумісністю стимулів, якщо він забезпечує досягнення рівноваги за Нешем, що відповідає критеріям оптимальності Парето. Це означає, що встановлені в рамках інституту правила в поєднанні з максимузуючою виграші поведінкою передбачає вибір повідомлень, які формують рівновагу за Нешем, результатом якого є оптимум за Парето.

6.3. Етапи проведення лабораторних експериментальних досліджень. Однією з найважливіших цілей лабораторних експериментів в галузі економічної теорії є створення регульованого «мікроекономічного середовища в лабораторії, в якій можливо забезпечити постійний контроль і точність виміру відповідних змінних. Розглядаючи етапи проведення експериментальних досліджень можливо виокремити наступні:

Підготовчий етап експериментального дослідження. Ефективність науково-дослідної роботи загалом та експериментального дослідження зокрема визначається тим, наскільки професійно їх сплановано. Основи успішного проведення, проектування та планування, досягнення цілей експерименту закладаються на підготовчому етапі, що передбачає розроблення науково-методичних засад експерименту і його методологічного інструментарію. Він має власну структуру і охоплює кілька важливих складових.

Наукова проблема, ідея, актуальність і мета експериментального дослідження. Науковому дослідженню передують виявлення нез'ясованості, невизначеності та не розробленості питання і окреслення його як основного. Відтак формулюють проблему в наукових термінах. Вона має бути актуальною і відображати нові аспекти, суперечності, реалії, розв’язання яких потребують наука і практика. Постановка проблеми, поява ідей та визначення теми дослідження тісно пов'язані. Наукова проблема відображає суб'єктивне уявлення вченого про об'єктивну дійсність. Вона є видом знання, яке виявляє і межі незнання, тобто «знанням про незнання». У правильно сформульованій науковій проблемі містяться можливі наукові відповіді та варіанти її розв'язання.

Наукова проблема *– сукупність нових, діалектично складних теоретичних або прикладних ситуацій у науці, які потребують вирішення за допомогою наукових досліджень.* Проблема повинна бути операціоналізованою, тобто абстрактні поняття мають конкретизуватися, ставати доступними експериментальному вивченню і кількісному вимірювання явища.

Наукова ідея. Будь-яке наукове дослідження від творчого задуму до оформлення наукової праці відбувається індивідуально. Проте можна визначити і загальні методологічні підходи до його проведення. Наукове дослідження має бути науково об'єктивним. Не слід нівелювати факти через їх складне пояснення або неможливість відразу знайти практичне застосування. У науці недостатньо встановити новий науковий факт, важливо пояснити його з позицій сучасної науки, з'ясувати загальнопізнавальне, теоретичне та практичне значення. Накопичення наукових фактів під час дослідження, яке передбачає творчий процес дослідника, ґрунтується, на задумі вченого, його ідеї.

Наукова ідея *– форма мисленого (уявного) відображення нового розуміння об'єктивної реальності, що є передумовою створення теорій і їх поєднання в певну галузь знань*

Актуальність дослідження. Теоретичну або практичну значущість проблеми, необхідність її розв'язання висвітлює актуальність дослідження, сформульована в окремих положеннях. *Актуальність дослідження – обов'язкова умова необхідності і перспективності наукової роботи, якісний критерій її оцінки.*

Мета дослідження. її визначення є важливим елементом підготовчого етапу дослідження. *Мета дослідження – очікуваний кінцевий результат, що визначає загальну спрямованість дослідження.* У ній відображено те, чого прагне досягти дослідник. Мета може бути теоретико-пізнавальним результатом або практичним, прикладним.

Стратегія і програма експериментального дослідження. Будь-яке дослідження здійснюють за певною стратегією, яку обирають залежно від його мети та призначення, а також з урахуванням рівня розвитку теорії. Стратегія є загальним, недеталізованим планом будь-якої діяльності, що охоплює тривалий період часу та передбачає спосіб досягнення складної мети. Вона визначає характер дослідження, вказуючи на можливий спосіб дій, що будуть необхідними для досягнення основної мети.

Стратегія експериментального дослідження *– загальний, недеталізований план діяльності, спосіб досягнення поставленої мети, що охоплює тривалий період.* Дослідник планує встановити лише причинно-наслідковий зв’язок між явищами, сформувати певне явище або дослідити його вплив на людей різного статусу, віку, статті, тощо. З огляду на це розрізнянь константувальну, формувальну та стратегію зіставлення.

Експеримент за схемою *констатувальної стратегії* будується в тому разі, якщо його мета полягає в констатації причинно-наслідкового зв’язку між явищами (залежною і незалежною змінними). Прикладом дослідження за цією стратегією є таке формулювання гіпотези: якість сприймання студентами матеріалу залежить від його складності. *Дослідження за констатувальною* стратегією реалізують за такими етапами: теоретичний аналіз, визначення структурних елементів (змінних гіпотези тощо), вибір плану експерименту, його проведення, якісний і кількісний аналіз результатів, перевірка статистичної значущості даних, інтерпретація результатів.

Експеримент проводять за схемою *формувальної стратегії,* якщо його метою є не тільки вивчення, а й розвиток одного явища внаслідок впливу іншого (якісна зміна залежної змінної внаслідок впливу незалежної). Гіпотеза за цією стратегією може бути такою: запровадження підсумкових контрольних робіт за кожною темою формує у студентів відповідальне ставлення до предмета. Це дослідження здійснюють за такими етапами: теоретичний аналіз, визначення структурних елементів, вибір плану експерименту, констатувальний діагностичний зріз (вимірювання), проведення експерименту, контрольний діагностичний зріз (вимірювання), якісний і кількісний аналіз результатів, перевірка статистичної значущості даних, інтерпретація результатів, порівняння результатів до і після експерименту.

Стратегію зіставлення для здійснення дослідження обирають у тому разі, якщо його метою є порівняння впливу одного явища на інше (незалежної змінної на залежну) в групах із різними характеристиками. Прикладом дослідження за цієї стратегією є таке формулювання гіпотези: заохочення більш дієве в роботі тих хто показує результат, аніж тих хто його не показує. Дослідження за стратегією зіставлення реалізують за такими етапами: теоретичний аналіз, визначення структурних елементів, вибір плану експерименту, проведення його в групах із різними характеристиками, якісний кількісний аналіз результатів, перевірка статистичної значущості даних, інтерпретація результатів, зіставлення і порівняння результатів у групах із різними характеристиками. Стратегії дослідження є відправними точками для розроблення науковцем програми дослідження.

Програма експериментального дослідження *– деталізована схема дослідження від теоретичного осмислення проблеми до її практичного вивчення із зарахуванням отриманих результатів до системи* наукового *знання.*

Завданням програми дослідження є його попереднє планування (вибір змінних, планів, процедур), аналіз (аналіз ефективності, аналіз витрат) і контроль проведених робіт (самоконтроль, контроль наукового керівника, спеціальних комісій).

Програма наукового дослідження виконує такі функції:

– теоретико-методологічну функцію, яка дає змогу окреслити наукову проблему та підготуватись до її розв'язання;

– методичну функцію, що уможливлює визначення способів збору даних;

– організаційну функцію, що сприяє плануванню діяльності дослідника на всіх етапах роботи.

Незалежно від характеру дослідження (теоретичного, теоретико-прикладного, прикладного) програма експериментального дослідження підпорядковується логіці загальнонаукового пошуку і має загальний алгоритм:

1. *Теоретичний етап:* вивчення стану проблеми, виявлення актуальності дослідження; визначення цілей і завдань, предмета і об'єкта дослідження; огляд публікацій із проблеми; розроблення або уточнення початкової дослідницької концепції; побудова загальної моделі явища, що цікавить; формулювання гіпотез.
2. *Підготовчий етап:* планування дослідження; визначення основних етапів, добір досліджуваних; – вибір методів і методик; організаційно-методичне забезпечення проведення психологічних обстежень, експериментів.
3. *Експериментальний етап:* проведення експериментів; збирання та систематизація емпіричних даних.
4. *Інтерпретаційний етап:* опрацювання даних, у т.ч. з використанням математико-статистичних методів; представлення результатів;обговорення та інтерпретація результатів у межах початкової дослідницької концепції; оцінювання результатів перевірки гіпотез;зіставлення результатів з існуючими концепціями і теоріями; формулювання загальних висновків, у яких зазначають: підтверджено чи спростовано гіпотезу, як досягнуто мети і розв'язано завдання дослідження (експерименту), які результати отримано; розроблення за потреби практичних рекомендацій; оцінювання перспектив розв'язання проблеми.

Кожен алгоритм є набором добре визначених інструкцій для проведення дослідження, які описують процес дослідження через послідовність етапів. Він характеризує послідовність, систему, набір систематизованих правил виконання дослідницького процесу, що обов'язково призводить до досягнення кінцевого результату після певної кількості дослідницьких операцій.

Отже, програма дослідження є науковим фундаментом, який регламентує всі етапи, стадії підготовки організації та проведення наукового дослідження. Вона зумовлює його змістову цінність, якість та надійність отриманої інформації. Пояснюється це її визначальним впливом на використання певних методів, логіки, процедур та принципів дослідження із метою досягнення дослідницької мети.

Постановка завдань, визначення об'єкта і предмета експериментального дослідження.

Постановка завдань експериментального дослідження. Визначення завдань передбачає вибір шляхів і засобів для досягнення мети дослідження. Вони можуть бути представлені у вигляді етапів або сформульовані як питання, відповіді на які дають змогу реалізувати мету дослідження. Завдання постають внаслідок поділу її на підцілі (другорядні цілі). Поступово виконуючи завдання, дослідник досягає основної **мети.**

Завдання експериментального дослідження *– перелік дослідницьких дій, що дають можливість перевірити гіпотезу, виявити характер дослідження, (сформувати цілісне уявлення про феномен задля досягнення поставленої мети.*

У формулюванні завдань дослідження потрібно уникати підміни викладу дослідницьких завдань описом плану майбутньої роботи. Їх послідовність формулювання виглядають так:

– проаналізувати літературу з теми;
– провести експеримент (обстеження);
– обробити емпіричні дані;
– проаналізувати отримані результати і зробити, висновки.

Цей формальний алгоритм не є науково цінним, оскільки не відображає конкретних дослідницьких завдань, притаманних лише цьому дослідженню.

У переліку завдань мають бути висвітлені мета і способи її досягнення, характер дослідження. На початку дослідження важливо з'ясувати такі питання: чи ставили вчені раніше завдання створити (модифікувати, пристосовувати) методики для перевірки тієї чи іншої гіпотези, яку обрано предметом дослідження; чи проводити навчальні та формувальні експерименти; який метод дослідження був обраний раніше; ставили завдання побудувати модель явища, яке вивчали, чи обмежилися отриманням нових даних про його характеристики; дослідження яких аспектів явища, взаємозв'язків вважали найважливішим у своїй роботі тощо. Такі характеристики повинні вичерпно відображатися в перерахованих дослідницьких завданнях.

Визначення предмета експериментального дослідження. Визначення предмета і об'єкта наукового дослідження є складною методологічною проблемою. їх формулювання підпорядковане меті і завданням дослідження.

Об'єкт дослідження – те, що можна зафіксувати (характеристики, властивості, якості, зміни об'єкта), а предмет – те, що необхідно виявити (взаємозв'язки, відношення, особливості, динаміку певних процесів, явищ, які слід розкрити.

Висунення гіпотез і їх класифікація. Необхідність висунення гіпотези зумовлена метою дослідження. Особливістю гіпотези як форми наукового знання є те, що вона завжди має певний ступінь ймовірності. Водночас гіпотеза може визначатися і як форма розвитку знання – обґрунтоване припущення що висувається з метою з'ясування властивостей і причин досліджуваних явищ.

Недоведену і незаперечену гіпотезу називають відкритою проблемою. Незаперечувані припущення (наприклад, аксіоми) не є гіпотезами.

Гіпотеза – наукове припущення у вигляді висловлювання, істинність або помилковість якого невідома, не доведена дедуктивно, і потребує перевірки дослідницьким шляхом (емпірично) у процесі експерименту, щоб стати науковою теорією.

Необхідність у висуненні гіпотези постає, коли незрозумілим є зв'язок між явищами, їх причини за відомих обставин, що передували явищу або супроводжують його; коли необхідно відновити картину минулого або за минулими і теперішніми подіями зробити висновок про можливий майбутній розвиток певного явища чи процесу. Отже, гіпотеза дослідженим – система висновків, за допомогою якої на основі фактів роблять висновок про існування явища, зв'язку або причини. Такий висновок не завжди правильний. У економіці висувають економічні гіпотези, тобто наукові припущення.

За походженням виокремлюють три типи гіпотез:

1. Теоретично обґрунтовані гіпотези. Засновані на теорії або моделі реальності і є їх прогнозами або наслідком. За їх допомогою перевіряють наслідки конкретної теорії або моделі.
2. Експериментальні гіпотези. їх висувають для підтвердження або спростування певних теорій, законів, досліджених закономірностей або причинних зв'язків між явищами, не основаних на існуючих теоріях, а сформульованих за принципом «все підходить». Їх виправдання ґрунтується на інтуїції дослідника.
3. Емпіричні гіпотези. Вони сформульовані не на основі теорії, моделі, а для певного випадку. Після експериментальної перевірки така гіпотеза перетворюється на факт для цього випадку. Процес висунення і спростування гіпотез є основним і найбільш творчим етапом діяльності дослідника, від нього залежать їх кількість і якість. Гіпотези мають бути змістовними, операціональними (потенційно заперечуваними) і сформульованими у вигляді двох альтернатив. Теорія спростовується, якщо часткові наслідки, що випливають із неї, не підтверджуються експериментально. Гіпотези, не спростовані в експерименті, перетворюються на компоненти теоретичного знання про реальність, тобто стають фактами, закономірностями, законами.

Висновки, зроблені внаслідок проведення експерименту, асиметричні: гіпотезу можна відкинути, але ніколи не прийняти остаточно. Кожна гіпотеза відкрита для подальшої перевірки.

6.4. Експериментальні змінні та способи їх контролювання. На підготовчому етапі дослідження слід з'ясувати експериментальну змінну – як обов'язкову складову дослідження, проаналізувавши зв'язок між досліджуваними явищами. Вона є і стимулом, який впроваджує експериментатор задля отримання очікуваного результату, і власне результатам дії його впливу.З огляду на це в експериментальній економіці виокремлюють незалежну і залежну змінні. Вони відображаються в експериментальній гіпотезі про причинно-наслідковий зв'язок, постаючи в одному випадку причиною (незалежна змінна), в іншому – наслідком (залежна змінна). Основне завдання експериментатора – встановити функціональну залежність між залежною і незалежною змінними, спробувавши при цьому врахувати систематичну помилку, що виникла внаслідок дії сторонніх змінних. У процесі дослідження експериментатор має перевірити гіпотезу про причинний зв'язок двох явищ – А і В. Існує низка емпіричних ознак причинного зв'язку між двома явищами, зокрема:

1. Розподіл причини і наслідку в часі та передування причини наслідку. Якщо дослідник спостерігає зміни в об'єкті після експериментальної дії порівняно з аналогічним об'єктом, на який не діяли, у нього є підстава стверджувати, що

експериментальна дія спричинила зміни стану об'єкта. Наявність дії і порівняння об'єктів – необхідні умови такого висновку, оскільки не завжди попередня подія становить причину наслідку.

2. Наявність статистичного зв'язку між двома змінними (причиною і наслідком). Зміна величини однієї з них має супроводжуватися зміною величини іншої. Однак між змінними повинна спостерігатися або лінійна кореляція або нелінійна.

Водночас наявність кореляції не є достатньою умовою для висновку про причинно-наслідковий зв'язок, оскільки зв'язок може бути випадковим або зумовленим третьою змінною.

3. Реєстрація причинно-наслідкового зв’язку, якщо експериментальна процедура нівелює інші пояснення зв'язків А і В, крім причинної, і всі інші альтернативні пояснення причини виникнення явища В відкидають.

Отже, сутність експерименту полягає в тому, що експериментатор варіює незалежну змінну, реєструє зміну залежної і контролює незалежні та «сторонні» змінні.

Незалежна та залежна змінна. Дослідник повинен оперувати в експерименті тільки незалежною змінною. Експеримент, у якому дотримуються цієї умови, називають чистим. Однак найчастіше під час експерименту, варіюючи одну змінну, експериментатор одночасно змінює й інші. Цю зміну може зумовити як дія дослідника, так і зв'язок двох змінних. Основна проблема при проведенні експериментального дослідження – визначення незалежної змінної, ізолювання її від інших.

Незалежна змінна – будь-яка змінна, значення якої не залежить від змін значень інших. В експерименті незалежною є будь-яка змінна, яку спеціально змінюють так, щоб можна було спостерігати її вплив на залежну. її також називають експериментальною змінною, контрольованою змінною, у кореляційному аналізі – критеріальною змінною. Експериментатор може змінювати характеристики завдання. тобто варіювати стимули, їх характеристики, матеріал завдання, тип відповіді досліджуваного, шкалу оцінювання, систему його заохочень і покарань, а також придумувати перешкоди. Варіюючи інструкцію, він змінює водночас цілі, яких повинен досягти досліджуваний у процесі виконання завдання.

Залежна змінна – будь-яка змінна значення якої є результатом змін у значеннях однієї чи кількох незалежних.

6.5. Поняття експериментальної вибірки. В лабораторних умовах експерименти проводяться з експериментальною групою. У соціально-економічних дослідженнях нею може бути одна і/безліч груп. Експериментальну групу становить певна вибірка, у якій усі досліджувані об’єктивно різні, але відібрані та розподілені по підгрупах із допомогою визначеної стратегії. Формування вибірки досліджуваних (експериментальної групи) мас підпорядковуватися таким критеріям:

1. Змістовий критерій (критерій операційної валідності). Операційну валідність визначають відповідністюекспериментального методу гіпотезі, що перевіряють, а добір експериментальної групи – предмет і гіпотеза дослідження.
2. Експериментатор має створити модель ідеального об'єкта експериментального дослідження для певного випадку і максимально його описати, щоб послуговуватись цим описом при формуванні експериментальної групи. Характеристики реальної експериментальної групи повинні мінімально відрізнятися від характеристик ідеальної експериментальної групи.
3. Чисельність експериментальної вибірки залежить від виду статистичних заходів та обраної точності (достовірності) прийняття або неприйняття експериментальної гіпотези.З огляду на цілі і можливості к-сть варіюється від однієї особи до декількох тисяч.

Запитання для самоперевірки

1. Чим експеримент відрізняється від спостереження та інших емпіричних методів у мікроекономіці?
2. Які основні відмінності між лабораторним і польовим експериментами з точки зору контролю змінних та достовірності результатів?
3. Що в експериментальній економіці розуміють під незалежною та залежною змінними?
4. Які два базові компоненти формують мікроекономічну систему в експериментальній економіці?
5. Яку роль відіграють інститути в мікроекономічних системах і як вони впливають на поведінку економічних суб’єктів?
6. Що означає сумісність стимулів і як вона пов’язана з рівновагою за Нешем та оптимумом Парето?
7. Які основні етапи включає підготовчий етап лабораторного експериментального дослідження?
8. Що таке наукова гіпотеза та які основні типи гіпотез виокремлюють в експериментальних дослідженнях?

Питання для самостійного опрацювання

1. Чому експериментальна економіка надає перевагу лабораторним експериментам, навіть попри їх штучний характер?
2. У чому полягає методологічна цінність одночасного варіювання кількох змінних (як у прикладі з рекламою і цінами)?

3. Як поєднання умов та інститутів дозволяє розглядати лабораторну економіку як «реально існуючу» економічну систему?
4. Чому аналіз сумісності стимулів є ключовим для оцінювання якості інституційних правил у мікроекономічних системах?
5. У чому полягає різниця між констатувальною, формувальною та стратегією зіставлення в експериментальних дослідженнях?
6. Чому операціоналізація наукової проблеми є необхідною умовою проведення експерименту?
7. Які ризики виникають, якщо гіпотези сформульовані нечітко або не є потенційно заперечуваними?
8. Чому наявність статистичної кореляції між змінними не є достатньою підставою для висновку про причинно-наслідковий зв’язок?

Тема 7. Персоніфікований соціальний обмін в експериментальній економіці: ультимативні та диктаторські ігри, ігри на довіру

7.1. Соціальні норми як правила, що знижують транзакційні витрати. Яким чином могли виникнути, закріпитися в культурі і широко поширитися соціальні норми – одне з фундаментальних питань, на яке чимало науковців намагалось дати відповідь. Припустимо, що під час переговорів між продавцем і покупцем з приводу ціни угоди продавець оголошує свою ціну, покупець у відповідь називає нижчу, продавець теж знижує запитувану ціну і т.д. У цьому процесі зниження ціни вважається неприпустимим як для покупця, так і для продавця, якщо вони, вже домовившись про ціну, відмовляться від свого рішення, вимагаючи знову підвищення ціни або її зниження. Така поведінка порушує принцип «чесної торгівлі». Чому так відбувається? Можна припустити, що з тими, хто не здатний торгувати чесно, навряд чи хто-небудь захоче мати справу ще раз. Подібна поведінка підвищує транзакційні витрати за рахунок збільшення часу, витраченого продавцем на здійснення угоди. Слід очікувати, що покупці і продавці будуть шукати партнерів по угоді самостійно, прагнучи уникати тих учасників ринку, які витрачають на укладання угод надто багато часу. Така практика, що сприяє економії в рамках даного умовного прикладу, може згодом стати частиною культурної норми, достатньо сильною для того, щоб зрештою закріпитися у контрактному праві і в правилах проведення торгів на фондовій біржі. Можна висловити припущення, що таким чином колективи визнають правомірними ті принципи поведінки, які залишаються незмінними досить довго, щоб стати глибоко вкоріненою практикою. У даному прикладі правила, що виникають, знижують транзакційні витрати, залишаючи без відповіді класичне питання про те, що становить рівновагу при двосторонніх переговорах.

7.2. Сприйняття і внутрішній порядок мислення: чому контекст має значення? Два завдання щодо прийняття рішень, представлені одним і тим же деревом гри, але за різних умов, можуть бути вирішені різним чином. Чому? Відповідь можна знайти, вивчивши процес, за допомогою якого ми сприймаємо навколишній світ. Основоположником теорії сприйняття був Хайєк (1952), який передбачав її бурхливий розвиток завдяки відкриттям у галузі нейропсихології. Було б природним припустити, що наш досвід формується на основі сприйняття сенсорних імпульсів, що відображають незмінні атрибути об'єктів зовнішнього світу. Замість цього Хайек висуває гіпотезу, що наше поточне сприйняття є результатом взаємозв'язку між зовнішніми імпульсами і нашим минулим досвідом, отриманим за аналогічних обставин. Створювані в нашій свідомості поняття базується на відносній частоті збігів минулого і теперішнього сприйняття. Пам'ять складається з зовнішніх подразників перетворених за допомогою оперативної системи, організація якої обумовлена попереднім досвідом. Існує «постійна динамічна взаємодія між сприйняттям і пам'яттю, яка пояснюється ідентичністю систем переробки та відтворення інформації в корі головного мозку, про що свідчать нещодавно отримані факти». Незважаючи на відсутність математичного апарату, модель Хайєка з усією очевидністю містить більшість елементів більш пізніх мережевих моделей асоціативної пам'яті. Теорія Хайєка містить ідею про те, що в межах внутрішнього порядку мислення сприйняття має властивість самоорганізації: здатність до абстракції в поєднанні з досвідом забезпечує мережеву взаємодію і розширення. Втрата цієї здатності може бути викликана або недорозвиненістю цієї функції, або недоліком подразників, отриманих в процесі придбання нового досвіду. Якщо заблокувати надходження сенсорних подразників або спотворити їх, то дана здатність знизиться. Якщо її ослаблення є наслідком мозкової травми або спадкового захворювання то придбання нового досвіду виявиться неможливим.

Ця теоретична модель узгоджується з гіпотезою про те, що людський розум складається з взаємодіючих модулів (ділянок), які спеціалізуються на зорі, освоєнні мови, соціалізації і безлічі інших функції. З цієї точки зору розум являє собою ненавмисно сформований продукт біологічної та культурної еволюції людського мозку, завдяки чому люди відрізняються від інших приматів. Саме еволюція зробила можливим існування розуму. Схильність простих людей вірити в концепцію розуму як «чистої дошки» робить очевидним те, що ця інтерпретація повністю підтверджується практичним досвідом, як це колись було з уявленням про те, що Земля плоска або що відьом необхідно знищувати. У будь-якому випадку, щоб звільнитися від забобонів, потрібно, щоб розумне спростування непрямих доказів стало частиною нашого чуттєвого досвіду.

7.3. Контекст прийняття рішень: приклад ультимативної гри. Розглянемо ультимативну гру двох осіб, що складається з двох етапів і має наступну абстрактну форму. Кожній парі учасників експериментатор видає конкретну суму грошей m (це може бути 10 однодоларових або десятидоларових банкнот). Гравець 1 робить перший хід, пропонуючи гравцеві 2 суму, наприклад $0 \leq x \leq m$ грошових одиниць, при цьому у нього залишається m - x одиниць. Гравець 2 або приймає пропозицію, тоді гравцеві 1 залишається сума m - x, або відхиляє його, тоді жоден із гравців не отримує виграшу. У кожному випадку уявимо, що ви – гравець 1.

Розділіть $ 10. Ви і ваш контрагент отримали $ 10, і вам довільно присвоїли номери гравців (1 або 2). Ваше завдання як гравця 1 полягає в тому щоб розділити цю суму, заповнивши бланк, а потім підійти до вашого контрагента, який прийме або відхилить вашу пропозицію.

Призначення гравців на ролі на конкурсній основі. Кожен з 12 учасників знаходяться в кімнаті та відповідає на 10 однакових питань. Число набраних балів дорівнює числу правильних відповідей, у випадку однакових результатів перевага віддається індивіду, що перший закінчить відповідати на запитання.

Оцінки ранжуються від 1 (найвища оцінка) до 12 (найнижча). Тим, хто зайняв перші шість місць, повідомляють, що вони заробили право стати гравцем 1, решта шість осіб будуть виконувати роль гравця 2.

Обмін. Гравець 1 є продавцем, а гравець 2 – покупцем. У таблиці дано перелік виграшів продавця і покупця для кожного значення пропонованої продавцем ціни – \$ 0, \$ 1, \$ 2 ..... \$ 10, і покупець приймає рішення зробити покупку або відмовитися від неї. Виграш продавця дорівнює обраній ціні, виграш покупця – його \$ 10 – вибрана ціна. Якщо покупець відмовляється від покупки, обидва суб'єкти не отримують нічого.

Призначення гравців на ролі на конкурсній основі / Обмін. У даному випадку об'єднуються пункти «призначення на ролі на конкурсній основі» і «обмін», тобто продавців і покупців підбирають з використанням процедури оцінки знань. Перший варіант припускає використання десятидоларових банкнот, а другий 10 банкнот по одному долару. Незалежно від умов існує концепція теоретико-ігрової рівноваги (досконалої підгри), прогнози якої щодо всіх чотирьох ситуацій збігаються: якщо загальна сума дорівнює \$ 10 (\$ 100), гравець 1 пропонує мінімальну суму в \$ 1 (\$ 10), а гравець 2 приймає пропозицію. Це випливає з допущення, що кожен гравець діє у своїх власних інтересах в тому сенсі, що він вибирає найбільший з двох доступних йому виграшів; що ця умова є загальним знанням для обох гравців; далі, гравець 1 застосовує зворотну індукцію до вирішення проблеми, що стоїть перед гравцем 2, за умови пропозиції, зробленої гравцем 1. Таким чином, гравець 1 думає, що для гравця 2 будь-який позитивний виграш буде краще, ніж нульовий, і тому йому можна запропонувати всього лише \$ 1. Одна зі складностей подібного аналізу полягає в тому, що залежно від умов (контексту) взаємодію можна трактувати як соціальний обмін між двома анонімно підібраними гравцями, повсякденний досвід яких дозволяє розпізнавати чужі наміри. Уявімо собі ситуацію соціального контракту, який полягає в наступному: якщо гравець 2 має право претендувати на більшу частку, ніж мінімальна одиниця заданої суми, то деякі можуть відхилити пропоновану ціну, якщо вона менша, ніж йому було запропоновано (скажімо, \$ 1 або навіть \$ 2 – 3). Гравець 1, інтроспективно чекав такого ходу думок гравця 2, може запропонувати \$ 4-5, щоб його пропозиція була воочевидь прийнятою. Або ж гравець 1 може просто отримувати задоволення (певну корисність), даючи гроші своєму контрагенту. Справа в тому, що існують альтернативні моделі, які, на відміну від моделі досконалого підігрової рівноваги, дозволяють передбачити ходи гравців в ультимативній грі і допускають істотний вплив прийнятих умов на поведінку обох гравців. В рамках абстрактної теорії ігор ці альтернативи можна врахувати шляхом майстерного маніпулювання «типологією» гравців на основі таких ознак, як корисність, або таких категорій, як довіра, надійність, взаємність і т.д. Зрештою точність прогнозів таких моделей залежить від опису завдань, в якому умови експерименту співвідносяться з автобіографічними характеристиками індивідів, які потім групуються за конкретним типам, у свою чергу, визначає поведінку гравців.

Особливий акцент необхідно зробити на тому моменті, що в теорії ігор враховувати «типологію» (зазвичай це корисність або подання про ту чи іншу ситуацію) досить легко, набагато важче встановити її взаємозв'язок з характеристиками системи пам'яті – почуттів індивідів. З урахуванням новітніх напрямків розвитку нейропсихології та магнітно-резонансного сканування, на думку В. Сміта, в цьому немає нічого неможливого. Звернемо увагу на те, що в задачі «розділіть $ 10» учасники не ділять вихідну суму порівну. Крім того, загальне значення слова «розділити» включає і поділ певної кількості на рівні частини. І нарешті, принцип випадковості розглядається як звичайний спосіб досягнення «справедливої» (зрівняльної) угоди. Отже, інструкції можуть бути зрозумілі таким чином, що експериментатор чекає від суб'єктів «справедливості» по відношенню один до одного, подаючи їм відповідний сигнал. Як альтернатива може бути умисно передбачена попередня процедура, що вимагає, щоб гравець 1 «заробив» право першого ходу. Це може покласти початок деякої вихідної нормі отримання привілеї через попередній тест. З погляду обміну в ультимативну гру вбудований виграш від взаємодії між продавцем і покупцем. У процесі обміну кожний з них покращує своє становище, і покупці можуть надати продавцю право першим призначити ціну, як це прийнято в нашій культурі. У табл. 1 узагальнюються результати двох різних досліджень процесу переговорів у рамках ультимативної гри зі ставками в 10 однодоларових або 10 десятидоларових банкнот для кожної з *N* пар гравців, де *N* варіюється від 23 до 33 пар.

Таблиця 7.1

Середня частка (в %), що пропонував гравець 1 гравцю 2 в ультимативній грі	**Показники**	**Ставка $ 10**			**Ставка $ 100**	
Умови гри (контекст)		**Розділіть $ 10**	**Обмін**	**Обмін із стратегічними підказками**	**Розділіть $ 100**	**Обмін**
Випадкове призначення гравців на ролі	Середнє значення (%)	43,7	37,1	44,1	NA	NA
N (к-сть пар)		24	24	27	NA	NA
Відхилені пропозиції (%)		(8,3)	(8,2)	(12,5)	NA	NA
Призначення «за результатами конкурсу»	Середнє значення (%)	36,2	30,8	36,9	27,8	28,8
N (к-сть пар)		24	24	24	23	33
Відхилені пропозиції (%)		(0)	(12,5)	(2,9)	(21,7)	(21,2)

1. Аналізуючи результати гри «розділіть $ 10» і «розділіть $ 100», за умови що учасники призначалися на ролі гравців 1 і 2 випадковим чином, ми бачимо незначну різницю між сумами, пропонованими при низьких ставках (43,7%) і при їх триразовому збільшенні (44,4%). Крім того, тут не спостерігається істотної розбіжності між відсотком відхилених пропозицій (відповідно 8,3 і 3,7%).
2. При поєднанні умови «обмін» і призначення гравців на ролі «по заслугах» збільшення ставок знизило передбачувану частку з 30,8% для $ 10 до 27,8% для $ 100, однак ця різниця знаходиться в межах стандартної похибки вибірки для різних категорій суб'єктів і не є статистично значущою. Тим не менш дивно, що навіть невелике скорочення запропонованої ціни супроводжується зростанням кількості випадків її відхилення з 12,5 до 21,7%. У грі зі ставкою в $ 100 було відхилено пропозиції трьох з чотирьох гравців під номером 1 у розмірі $ 10 і навіть одна пропозиція в $ 30. Як показують гри на довіру / покарання, така поведінка пов'язана з сильною схильністю людей, навіть в умовах суворої анонімності, нести особисті втрати, щоб покарати тих, кого вони вважають шахраями.
3. Порівнюючи гру «Розділіть §10», «Випадкове призначення гравців» і гру «Обмін», помічаємо, що пропонована частка скорочується з 43,7 до 37,1%, а при порівнянні першої з них з грою «Призначення за результатами конкурсу має місце скорочення з 43% до 36,2%, і обидві ці величини є статистично значущими. Не менш важливо, що поєднання умов «Обмін» і «Призначення гравців на ролі на конкурсній основі» дає зниження з 43,7 до 30,8%. Крім того, у всіх чотирьох розглянутих випадках відсоток відхилених пропозицій дорівнює нулю або украй невеликий (0 – 12,5%).
4. Невелика частка відхилених пропозицій, за винятком ситуації, коли ставка дорівнювала $ 100 при поєднанні умов «Обмін» і «Призначення гравців на ролі на конкурсній основі», коли пропонована частка знизилася до рівня 27,8%, показує, що гравці 1 добре «читають» думки своїх контрагентів і при зміні умов пропонують чималу суму щоб вона не була відхилена. Єдиний виняток красномовно говорить про те, що підштовхування до крайньої ситуації навіть якщо це виправдовується більш високими ставками, може викликати зростання числа випадків відхилення пропозицій. Ці факти свідчать про те, наскільки важливу роль відіграють умови ультимативної гри. У міру того як ми переміщаємося від найвищого результату (44%) до найнижчого (28%) пропонована сума в (%) змінюється в межах однієї третини.

Наслідки різного трактування інструкцій ставлять під сумнів ступінь в якій можна визначити, що розуміється під «об'єктивними» інструкціями. Те, що результати не схильні до впливу змін в інструкціях, можна встановити тільки емпіричним шляхом. За відсутності таких досліджень не можна робити жодних заяв про відносну «нейтральності» інструкцій. Головний висновок тут полягає в тому, що в силу природи сприйняття і пам'яті умови гри (контекст) матимуть значення, а варіації результатів ультимативних ігор, обумовлені систематичними змінами в інструкціях з метою зміни умов гри, з усією очевидністю також підтверджують, що умови можуть і будуть мати значення.

7.4. Диктаторські ігри з виграшем від обміну та без виграшу. Ультимативна гра перетворюється на диктаторську, якщо другого гравця позбавляють права відкидати пропозицію першого гравця. Науковці відзначають, що якщо спостережувана тенденція до поділу виграшу на дві рівні частини обумовлена, в першу чергу, прагненням до справедливості – соціальної норми, згідно якої ділитися потрібно саме таким чином, то позбавлення гравця 2 права відкидати пропозицію мало вплине на підсумковий результат. Однак якщо існує, нехай навіть ірраціональна, можливість відхилення пропозиції гравця 1, то позбавлення його контрагента такого права перетворює ультимативну гру в диктаторську, відчутно вплине на результат. Так, значне скорочення середньої пропонованої частки в умовах диктаторської гри узгоджується з другої гіпотезою, в той час як відсутність такого скорочення буде відповідати першій. Порівнявши результати, представлені в стовпці 1 табл. 2, і дані з табл. 1, що стосуються поєднання умов «розділіть $ 10» і «випадкове призначення гравців», ми бачимо, що середнє значення суми, запропонованої диктатором, становить тільки 23,3% порівняно з 43,7% для ультимативній гри. Науковці роблять висновок, що поведінка в процесі ультимативній гри не може пояснюватися однією лише справедливістю. Це вірно, але не менш цікаво, чому диктатори віддають близько чверті належної їм суми? Ця наукова загадка була сформульована Хоффманом і його колегами, які висловили припущення, що така щедрість могла бути, принаймні почасти, наслідком недостатнього ступеня анонімності. У всіх колишніх іграх, які вивчали Хоффман і його колеги, партнери були абсолютно не знайомі один з одним, але що стосується експериментатора, то він знав про рішення обох гравців. Тому було зроблено нове дослідження з використанням «подвійного сліпого» методу (у двох його варіантах), протоколом якого чітко передбачено, що рішення будь-якого гравця не будуть відомі нікому, включаючи експериментатора. У табл. 2 представлені дані іншого варіанта подвійного сліпого методу. У цих умовах середнє значення пропонованих сум диктатором знизилось всього лише на 10,5%. Отже, соціальна дистанція – близькість або віддаленість – робить сильний вплив на поступки діктатора. Більш детально ці проблеми розглядаються в роботі Хоффман та ін., в якій описуються результати експерименту, що припускали зміну соціальної дистанції за допомогою зміни параметрів інструкцій і протоколів, які відповідали різним варіантам диктаторської гри з використанням одинарного і подвійного сліпого методу. Крім того, в табл. 2 показано, що частка, поступатися 50% найщедріших диктаторів, у разі одинарного сліпого методу склала 38,3%, а подвійного сліпого – 21%. Берг та ін. змодифікували диктаторську гру, щоб ввести в неї виграші від «обміну». У їх двухперіодній дикторській грі на довіру теж використовувався подвійний сліпий метод: диктатори з 1 кімнати А посилали ту чи іншу частину належних їм 10 $ ($ 0 – 10) своєму випадково підібраному контрагенту з кімнати В. Людям, що перебували в обох кімнатах, було відомо, що якщо хто-небудь посилає $ *x*, ця сума влаштовує, так що контрагент отримує назад $ 3*x*. Таким чином, саме щедре пропозицію в 10 $ приносить виграш в 30 $. Потім контрагент може послати будь-яку частину отриманої суми (від 0 до $ 3*x*) назад своєму напарникові. Тепер стає можливим обмін, що приносить виграш обом сторонам і автори дослідження задаються питанням наскільки важливим є дана умова. Зауважимо, що аналіз цієї гри нічим не відрізняється від аналізу одноперіодної диктаторської гри: згідно з принципом зворотної індукції гравець 1 може зрозуміти що в інтересах гравця 2 зберегти всі отримані гроші і тому йому не слід нічого посилати. Той факт що сума яка надсилається буде потроюватися не брався до уваги. Але він ігнорувався і тоді коли гравці розглядали свою взаємодію як обмін заснований на довірі гравця 1 і надійності гравця 2.

Таблиця 7.2

Дарунок диктатора: з виграшем від обміну і соціальною передісторією* **Умови**	**Стандартна диктаторська гра**		**Дарунок диктатора з виграшем від обміну і використанням двійного сліпого методу (c)**			
Першопочатковий варіант			**Зміна соціальної дистанції**			
Дії гравців	Одинарний сліпий метод (a)	Двійний сліпий метод (b)	Гравець 1 віддає	Гравець 2 повертає	Гравець 1 віддає	Гравець 2 повертає
Середня частка, що віддавалась	23,3	10,5	51,6	27,2	53,6	35,5
Середня частка, що віддавалась 50% найбільш щедрих диктаторів	38,3	21,0	74,4	49,4	82,7	55,8

У табл. 2 показано, що коли пожертва потроюється, то гравці 1 віддають в середньому 51,6% в порівнянні з 23,3% у вихідній грі. Більш того, 50% найщедріших дарувальників посилають 74,4% проти 38,8%, якщо потроєння немає. Це показує, настільки «дарований пиріг» зміщує розподіл на користь більш великих дарів гравців 1. Проте в цілому вони навіть не досягали рівня беззбитковості: в середньому 27,2% сум, отриманих гравцями 2, було повернуто гравцям 1 (беззбитковість передбачала 33,3%, оскільки сума х потроюється). При включенні соціального досвіду інструкції та протоколи залишалися аналогічними описаним вище, за винятком того, що другий групі показували розподіл сум, посланих першою групою і їй повернутих. Порівняння результатів після введення даної умови дозволило визначити зміни в рішеннях першої групи. Соціальна історія не спричинила зменшення розміру дарів, які насправді зросли з 51,6 до 53,6%. Середній відсоток повернених сум зріс з 27,2 до 35,5%, що лише злегка перевершує компенсуючий рівень. Ці результати не зрозумілі, якщо залишатися в рамках традиційної теорії ігор, яка передбачає, що суб'єкти переслідують лише свої власні інтереси (у тому сенсі, що вони завжди вибирають більш великі виграші).

7.5. Ігри на довіру, що представлені в розгорнутій формі. Ультимативні і диктаторські гри вивчалися досить широко, але були занадто простими для того, щоб повністю розібратися в деяких базових типах поведінки, що в них мали місце. Існувала спокуса переглянути їх з точки зору змішаної корисності, котра враховує як власну винагороду, так і винагороду інших. Широкі можливості для нових досліджень представлено в табл. 2, в якій показані результати дослідження Берг і її співавторів. Вони перетворили одноперіодну диктаторську гру в двухперіодну, додавши до неї виграші від добровільного обміну. Тому перейдемо до дещо більш цікавого розряду парних ігор на довіру, представлених в розгорнутій формі, які дозволяють вивчати рівновагу, кооперацію і можливість порушення зобов'язань в більш широкому діапазоні параметрів, ніж це дозволяє зробити ультимативна гра.

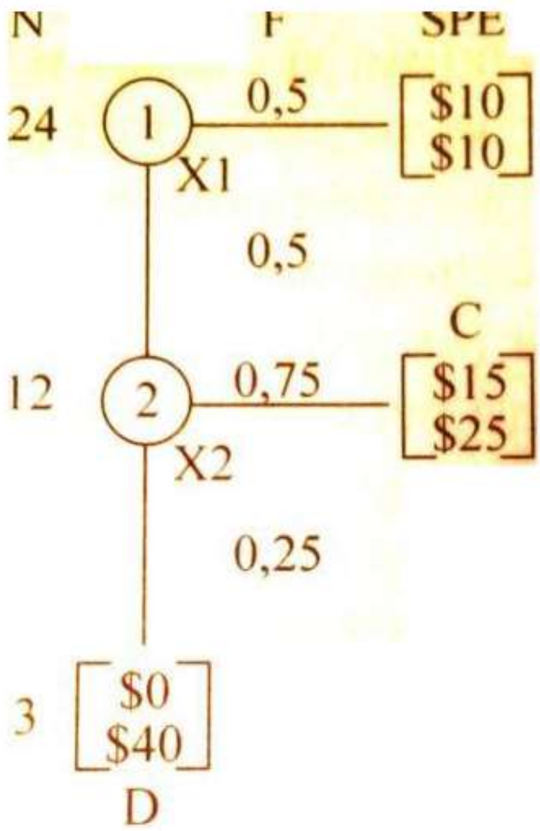

Рис. 7.1. Гра на довіру

На рис.7.1 показано типове дерево гри на довіру. Гра починається з вузла x1. Гравець 1 може зробити хід вправо, і гра закінчується, принісши йому та гравцеві 2 виграш в розмірі $ 10. Або ж він може піти вниз, тоді гравець 2 обирає наступний хід, перебуваючи у вузлі x2. Якщо гравець 2 зробить хід вправо, він отримає $ 25. а гравець 1 – $ 15. Це буде кооперативним результат С. Однак якщо гравець 2 робить хід вниз, виграші першого і другого гравця стають рівними, відповідно $ 0 і $ 40. Це результат відмови від кооперації (D), в даному випадку гравець 2 обманює довіру гравця 1, який пропонує співпрацю. Досконала одігрова рівновага (SPE) приносить кожному гравцеві виграш у розмірі $ 10. Це відбувається тому, що, перебуваючи у вузлі X1, гравець 1 може застосувати зворотну індукцію, припускаючи, що, якщо гра переміститься в X2, раціональним вибором гравця 2 буде відмова від кооперації. Бачачи, що так воно і відбувається, гравець 1 робить хід вправо у вузлі X1, досягаючи SPE. Ці припущення теорії ігор є доволі ймовірними. Однак, як нам уже відомо, викликає сумнів їх здатність давати точні прогнози щодо поведінки гравців. Особливо хотілося б підкреслити, що якщо кожен гравець абсолютно ідентичний будь-якому іншому гравцеві і переслідує лише власний інтерес, тут не залишається місця для «читання думок» чи розуміння мотивів чужих дій, а також для більш складних або тонких дій в руслі власних інтересів.

Щоб проілюструвати цю думку, припустимо, що ви пройшли навчальний курс теорії ігор в рамках традиційної економіки і виконуєте роль гравця 2 на рис.7.1. В результаті ви очікуєте, що гравець 1 зробить хід вправо на самому початку гри. Але він цього не робить, а переміщується вниз, і це змінює ваше становище. Він піде вниз не тому, що воліє виграти $ 0, а не $ 10 або очікує, що ви відмовитеся від кооперації. Він, мабуть, думає, що ви зробите вибір C. Що ж ще може бути в нього на думці? Можливо, він не здатний до зворотної індукції або думає, що ви альтруїст? Якими будуть ваші дії у відповідь? Він робить можливим збільшення вашого виграшу на 150%, а свого – на 50% порівняно з SPE. Він навіть не вимагає більшої частки виграшу, який зріс в результаті цієї його дії! Відповідно до теорії реципрокності, якщо ви вибрали C, ви відповісте взаємністю на його передбачувані дії і завершите обмін точно таким же чином, як ви час від часу обмінюєтеся люб'язностями, послугами і благами зі своїми близькими друзями і партерами в реальному житті (за винятком тих, хто страждає від соціального руйнування особистості, тобто є соціопатом, нездатними підтримувати соціальні зв'язки на основі реципрокності); або таким же чином, як ви даєте чайові («щоб відзначити старанність»?) за гарне обслуговування в ресторані навіть за кордоном. Ви часто, не замислюючись, говорите «я вам зобов'язаний» у відповідь на люб'язність з боку свого знайомого. Так що ви могли б вибрати C, не роздумуючи, але оскільки ваш партнер ніколи не дізнається, хто ви такий, після деяких роздумів ви можете прийти до висновку, що мати $ 40 не так вже й погано. Незважаючи на те, що ви не є клінічним соціопатом, тут є можливість відхватити свій шматок. Як же гравець 1 (див. Рис.7.1) може бути впевнений, що вам хотілося б зробити хід, що веде до SPE?

Щодо аналізу реципрокності в процесі гри, варто зазначити, що гра. представлена на рис.7. 1, є сильно спрощеною версією гри, розглянутої Берг і її колегами. Припустимо, що гравець 1 посилає $ 10 які згодом перетворюються на $ 30. Гравець 2 може або розділити ці $ 30 порівну з гравцем 1, роблячи неможливим C, або залишити всю цю суму собі, що призводить до результату D. В експерименті, представленому на рис.7. 1, всі учасники грали в абстрактну гру, яка не повністю відповідає контексту гри по Берг, яка передбачає доброзичливе передання $ 10, які потім перетворюються на $ 30, і одержувач може або залишити всю цю суму у себе, або поділитися виграшем з суб'єктом, який її надіслав. Однак з урахуванням розглянутих вище результатів (отриманих Берг і її співавторами), не було б надто дивним, що деякі пари могли закінчити гру з результатом C.

7.6. Теоретико-ігрова(поведінкова) модель мотивації керівного персоналу фірми акціонерами. Розглянемо двох гравців. Перший гравець – це команда з управління фірмою. Другий гравець – це акціонери.

Діяльність управлінців приносить фірмі певний прибуток – $x(a)$, де a – дія управлінців, наприклад, їх зусилля, $x(a)$ – ввігнута функція. Більш того: вона має максимум при $a = a_m$, так як коли зусиль з управління «занадто багато», то досягається зворотний ефект: працівники фірми починають працювати погано. Діяльність управлінців приносить також дохід $y(a)$ для акціонерів. Ця функція також увігнута, і також має максимум при $a=a_a$: якщо управлінці «занадто багато» працюють, то це сприймається біржовими гравцями як *неефективність* бізнесу. Звичайно, $a_m \neq a_a$.

Оплата праці управлінців на підприємстві є *U(x)*, а виплата акціонерам – *V(y)*. Ці функції є строго ввігнутими та зростаючими. За результатами певного періоду роботи підприємства акціонери встановлюють систему стимулювання для управлінців, вводячи певну поправку (бонус) b: якщо $b>0$, то вона є «заохоченням», а якщо $b<0$, то вона є «штрафом». Таким чином, «на руки» управлінці отримують оплату *U(x+b)*.

Перейдемо тепер до виплати акціонерам. Звісно, акціонери отримують *V(y-b)*, оскільки саме із своєї частини вони виплатили *стимулювання* управлінцям. Відмітимо, що, так як може бути $b<0$, то акціонери можуть отримати більше. Але акціонери можуть отримати також і *репутаційний* вклад від управлінців. Дійсно, якщо управлінці підприємства добре працюють, то акціонери можуть використати цей факт для заходів підвищення репутації, наприклад, щоб у майбутньому підняти ціну акцій.

Таким чином, виплати управлінцям і акціонерам за результатами роботу управлінців можуть бути описані наступними формулами

$$\begin{aligned} m&: U(x+b),\\ a&: V(y-b)+k\,U(x+b), \end{aligned} \tag{7.1}$$

де коефіцієнт $k>0$ визначає те, наскільки важливо для акціонерів є ефективне мотивування управлінців. Цей коефіцієнт задається і не змінюється протягом гри.

Модель гри.

Взаємодія між управлінцями та акціонерами задається наступним чином.

В момент часу *t*=0 управлінці вибирають інтенсивність своєї дії – тобто величину a. В момент часу t=1 акціонери вибирають величину мотиваційного параметра b, і має місце виплата (7.1).

Таким чином, маємо динамічну гру між управлінцями та акціонерами.

Розв'язок гри.

Рішення гри здійснюється методом зворотної індукції. Спочатку акціонери знаходять максимум свого виграшу, розглядаючи b як змінну, а дію управлінців *a* як задану. Тобто, вони вирішують задачу

$$b_m: \arg\max_b \{V(y(a)-b) + k\,U(x(a)+b)\}. \tag{7.2}$$

Беручи похідну по b та прирівнюючи її нулю, отримаємо рівняння для заходження величини бонусу b, який максимізує прибуток акціонерів.

$$-V'(y(a)-b) + k\,U'(x(a)+b) = 0. \tag{7.3}$$

Таким чином, враховуючи залежності *x(a)* і *y(a)*, отримаємо залежність величини бонусу b як функції від зусиль управлінців *a*: *b= b(a)*. Рівняння (7.3) перепишемо у вигляді

$$\mathrm{k} = \frac{V'(y(a)-b)}{U'(x(a)+b)} = \text{const.} \tag{7.4}$$

Тепер робимо другий крок зворотної індукції: управлінці, знаючи функцію *b=b(a)*, рішають задачу по максимізації свого прибутку.

$$\text{a:}\ \arg\max_{a} \mathrm{U}(x(a) + b(a)). \tag{7.5}$$

Розв'язок задачі (7.5) також знаходиться шляхом прирівнювання нулю першої похідної по a, враховуючи при цьому, що *x* і b залежать від a.

$$(x'(a) + b'(a))\, U'\big(x(a) + b(a)\big) = 0. \tag{7.6}$$

Враховуючи, що *V* і *U* є строго увігнуті функції, тобто що $V'>0, U'>0$, $V''<0$ і $U''<0$, із (7.6) отримаємо

$$x'(a) + b'(a) = 0. \tag{7.7}$$

Використовуючи співвідношення (7.4), знайдемо, чому дорівнює *b'(a)*.

$$\frac{dk}{da} = 0 = \frac{(y'(a)-b'(a))V''\big(y(a)-b(a)\big)U'\big(x(a)+b(a)\big) - (x'(a)+b'(a))V'(y(a)-b(a))U''(x(a)+b)}{U'^2(x(a)+b(a))}.$$

Оскільки завжди $U'>0$, то останнє рівняння можна переписати у вигляді

$$(y'(a) - b'(a))V''\big(y(a) - b(a)\big)U'\big(x(a) + b(a)\big) -$$

$$-(x'(a) + b'(a))V'\big(y(a) - b(a)\big)U''\big(x(a) + b(a)\big) = 0. \tag{7.8}$$

Але враховуючи співвідношення (7.7), отримаємо, що *в точці максимуму* для управлінця справедлива рівність $b'=y'$. Тому (7.8) може бути записане так:

$$x'(a) + y'(a) = 0. \tag{7.9}$$

Таким чином, управлінці будуть оптимізувати свої зусилля таким чином, щоб максимізувати співвідношення $I=x(a)+y(a)$, тобто *загальний* прибуток фірми.
Інтерпретація результату.

Мотивація управлінців у виборі такої їх дії, щоб максимізувати загальний прибуток фірми (як від виробництва, так і від біржових поступлень) базується на двох припущеннях.

По-перше, акціонери, які приймають рішення, повинні в складі своєї функції корисності мати *адитивну* складову, яка пропорційна функції корисності управлінців. Іншими словами, акціонери повинні отримувати зиск від *підбору* управлінської команди. Наприклад, це може бути *елементом корпоративної культури* фірми, – особливо це стає наглядним тоді, коли акціонери – члени *управлінського холдингу*, який керує декількома підприємствами.

По-друге, *загальний* прибуток фірми повинен мати максимум за деякої дії управлінської команди. Наприклад, це може бути тоді, коли і прибуток фірми, і прибуток акціонерів мають максимуми *окремо*. Але максимум може мати також і *лише* один із гравців: за деяких умов на функції $x(a)$ та $y(a)$ їх сума може також мати максимум.

Якщо ж обидві $x(a)$ та $y(a)$ є зростаючими, тоді для оптимізації акціонерів залишаються в силі співвідношення (7.3) і (7.4). Але при оптимізації виграшу управлінців отримаємо, що *завжди* виконано наступне співвідношення

$$x'(a) + y'(a) > 0. \tag{7.10}$$

А, враховуючи що $U'>0$, це означає, що управлінці будуть вибирати *максимально* можливу для себе дію a (бо похідна від функції корисності завжди додатна, тобто функція корисності зростає). Цікаво, що вираз для похідної $b'(a)$ задовольняє наступному рівнянню.

$$b'(a) = \frac{y'(a)V''(y(a)-b(a))U'(x(a)+b(a)) - x'(a)V'(y(a)-b(a))U''(x(a)+b(a))}{V''(y(a)-b(a))U'(x(a)+b(a)) + V'(y(a)-b(a))U''(x(a)+b(a))}.$$

Цей вираз може, в залежності від *конкретного вигляду* функцій x, y, V і U мати різні знаки для різних a: це означає, що управлінський бонус b може як збільшуватися, так і зменшуватися з ростом a.

Вплив корпоративної культури.

Ключове значення для отримання *потрібної мотивації* управлінців має саме корпоративна культура. Розглянемо випадок, коли у виграші вищого керівництва – тобто у виграші акціонерів – *відсутня* складова корпоративності. Тобто коли виграш акціонерів задається формулою $V(y-b)$, а виграш управлінців – відповідно $U(x+b)$.

Тоді акціонери максимізують свій виграш $V(y-b)$. Але, оскільки $V'>0$, то похідна по b від $V(y-b)$ завжди *від'ємна*. А це означає, що вона *спадає* із зростанням b. Іншими словами, акціонери будуть вибирати не «заохочення» (*додатні* значення b), а «штрафи» (тобто *від'ємні* значення b). І чим більші будуть ці значення штрафів – тим «краще» для акціонерів. Найбільше, що можна відібрати від управлінців – це їх виграш. Тобто управлінцірозуміють, що за такої умови їх виграш буде дорівнювати 0 *завжди*. І тому вони вибирають «нульову» дію, тобто $a=0$.

Таким чином, за умов відсутності *явно* визначеної взаємодії між виграшами (1.7), фірма буде прямувати до банкрутства: управлінцям *невигідно*працювати. Фактично, вони виявилися *заручниками*, які знаходяться в повній залежності від акціонерів. Але без діяльності управлінців фірма працювати не може, – якщо акціонери це розуміють, то вони *змушені* будуть розробляти такі систему стимулювання, які були б подібними до описаної вище.

Аналогічні задачі виникають у випадку, коли потрібно визначити умови оподаткування. Задачею оподаткування є не тільки збір коштів, але й, переважно, *регулювання* діяльності суб'єктів оподаткування. Розробка системи оподаткування, яка б вирішувала, поряд із фіскальною, також і задачу регулювання (наприклад, стимулювання потрібних для держави чи місцевої влади дій) діяльності підприємства, сьогодні для умов України є надзвичайно актуальною.

Зауважимо, що фірма є монополістом. Якщо припустити, що таких фірм декілька, то роль поведінкових ефектів при формуванні задач їх діяльності буде зростати: ми знаємо рівень своїх зусиль, але зусилля інших фірм можемо знати з певною точністю.

Запитання для самоперевірки

1. Що таке соціальні норми і чому вони можуть знижувати транзакційні витрати?
2. Чому порушення принципу «чесної торгівлі» у переговорах вважається економічно неефективним?
3. У чому полягає основна ідея теорії сприйняття Ф. Хайєка?
4. Як контекст та формулювання інструкцій впливають на результати експериментальних ігор?
5. Якою є теоретико-ігрова рівновага в ультимативній грі та на яких припущеннях вона ґрунтується?
6. Чим ультимативна гра відрізняється від диктаторської гри з точки зору стратегічних можливостей гравців?
7. Що означає «подвійний сліпий метод» і чому він важливий для інтерпретації результатів експерименту?
8. Який результат передбачає досконала під-ігрова рівновага в грі на довіру?
9. Що таке реципрокність і як вона проявляється в іграх на довіру?
10. Яку роль відіграє корпоративна культура в моделі мотивації управлінців і акціонерів?

Питання для самостійного опрацювання

1. Як саме соціальні норми можуть еволюціонувати від неформальних практик до формальних правил і інститутів?
2. Чому одна й та сама структура гри може приводити до різних результатів залежно від контексту та інструкцій?
3. Чому поведінка гравців в ультимативній грі систематично відхиляється від прогнозів класичної теорії ігор?
4. Як результати експериментів з ультимативною грою ставлять під сумнів припущення про суто егоїстичну раціональність?
5. Чому позбавлення гравця 2 права відхиляти пропозицію радикально змінює результати (перехід до диктаторської гри)?
6. Яким чином соціальна дистанція та анонімність впливають на щедрість і готовність до взаємності?
7. Чому наявність потенційного виграшу від обміну стимулює вищі рівні довіри, навіть якщо теорія ігор цього не передбачає?
8. Як ігри на довіру допомагають пояснити реальні економічні явища: контракти, репутацію, неформальні домовленості?
9. Чому модель мотивації управлінців призводить до максимізації загального прибутку фірми лише за наявності «корпоративної» складової у виграші акціонерів?
10. Які паралелі можна провести між моделлю стимулювання управлінців і проблемами податкової політики держави?
11. Як поведінкові ефекти ускладнюють аналіз стратегічної взаємодії між кількома фірмами на ринку?
12. Чому експериментальна та поведінкова економіка не заперечує теорію ігор, а радше розширює її пояснювальні можливості?

Тема 8. Кооперація економічних суб'єктів: теорія повторювальних ігор та реципрокність. Теорія суспільних благ

Неможливість досягнення соціально ефективного результату, що представлений у вигляді рівноваги кінцевої гри, тривалий час є предметом дискусій в експериментальній економіці. Як свідчать сучасні дослідження, кооперативна поведінка спостерігається навіть за умови відсутності безпосередніх стимулів до співпраці. Зокрема, в низці лабораторних експериментів Вернона Сміта (які були побудовані за моделлю двосторонніх переговорів, де некооперативна поведінка не дозволяє досягнути ефективного результату), спостерігалась доволі помітна схильність до співпраці. Про подібний результат свідчили експерименти щодо оцінки суспільних благ, в яких брало участь від 4 до 100 осіб. Окрім того, знахідки антропологів та археологів наводять низку історичних прикладів кооперативної поведінки, що обумовлена індивідуальними мотивами, зокрема традицією розподілу. Нещодавні дослідження в галузі еволюційної психології свідчать, що люди можуть мати схильність до вступу в соціальний обмін використовуючи розумові алгоритми, котрі дозволяють виявляти та карати порушників соціального обміну, який формується в процесі еволюції. Інші дослідження дозволили виявити численні інституційні умови, які сприяють кооперації навіть у випадку несумісних індивідуальних стимулів

8.1. Кооперація в світлі теорії повторювальних ігор. Теорія повторювальних ігор пояснює кооперацію, спираючись на два егоїстичні чинники: 1) самопідтримувану кооперативну рівновагу та 2) репутацію. В основі самопідтримуваної кооперативної рівноваги лежить ідея про те, що гравці здатні успішно карати інших гравців за некооперативну поведінку. Як показують експериментальні дослідження, слабке місце в цій концепції полягає в тому, що з множини варіантів рівноваги, в подібних кооперативних іграх реально досяжний є лише один.

Для прикладу, гравці раціонально розраховують свої стратегії з врахування невизначеності характеристик контрагента. На початку гри вони вступають в кооперацію, але ближче до її завершення відхиляються від цього принципу. Втім, подібного не стається під час проведення експериментів в рамках яких кооперація виникла в процесі повторювальних взаємодій, і випадків відмови від неї до завершення гри, зазвичай, не було. Сильна сторона даної концепції полягає втому, що її основою є особистий (хоча і недовготривалий) інтерес і розрахунок. Однак її недоліком є те, що вона допускає множинність рівноваги, не пояснюючи чому найбільш вірогідним завершенням гри є кооперація. Окрім того, для досягнення рівноваги (на основі репутації) люди, як свідчать лабораторні експерименти, повинні брати до уваги уявлення про певні характеристики інших людей. Наявність подібних характеристик на думку дослідників обумовлюється еволюційною адекватністю певних пізнавальних здібностей, які формують схильність багатьох людей до реципрокності. Під реципрокністю розуміють певний культурний механізм, який допускає відтермінування отримання взаємної вигоди.

Приклад: коли декілька тис. років тому член певного племені повертався зі здобиччю з полювання, він ділився м'ясом з співплемінниками, а ті в свою чергу ділились з ним згодом, коли було вдалим їх полювання.

Хоча в деякій літературі подібні відносини називають «взаємним альтруїзмом» в експериментальній теорії використовують термін «реципрокність». Як пояснює В.Сміт «Я не є альтруїстом якщо моя поведінка базується на очікуванні Вашої реципрокності».

8.2. Розумові алгоритми, що необхідні для соціального обміну. Дослідники вважають, що складний процес людського мислення – це результат тривалої еволюційної адаптації. Зокрема, ними була висунута гіпотеза про те, що проблеми, пов'язані з полюванням і збиранням, вирішувалися не тільки за рахунок нейробіологічної адаптації, але і шляхом адаптації людської соціальної поведінки. За версією цих дослідників, у людини є деякі розумові «модулі», тобто, особливі високорозвинені розумові механізми, які є таким же компонентом адаптованих розумових здібностей, як органи зору або слуху. Ці модулі призначені для вирішення соціальних проблем. Недавні неврологічні дослідження мозочкової мигдалини, розташованої в глибині скроневої частки головного мозку, виявили, що вона бере безпосередню участь у сприйнятті соціальних сигналів. Так, наприклад, люди, в яких пошкоджена ця частина мозку, не в змозі розпізнати вираження гніву, страху або здивування на фотографіях людських облич. Таким чином, мигдалина мозочка відповідає за соціалізацію людини і, зокрема, за здатність «читати думки», тобто, розпізнавати почуття, емоції й очікування людини при спілкуванні. Таке читання думок полегшує «порозуміння, прогнозування дій, соціальну взаємодію та спілкування». Однак, відповідні реакції на соціальні подразники не є вродженими. Людина лише народжується зі здатністю поступово засвоювати такі відповідні реакції в процесі соціальних контактів. Тому, незважаючи на нескінченну різноманітність культур і кардинальні відмінності в соціальних реакціях в різних частинах світу, реципрокність все ж є універсальним явищем. Незважаючи на те, що реципрокність з'явилася ще на ранніх етапах розвитку суспільства, на зорі людської історії, вона стала природною причиною виникнення права власності, наприклад, якщо я вирощую пшеницю, а ви картоплю, кожен із нас зацікавлений в тому, щоб у нас обох було право власності на те, що нами вирощено. Якщо хтось із двох «вкраде», це покладе кінець торгівлі.

8.3. Спостережливість, комунікація та сигнали про наміри. Якщо люди заздалегідь запрограмовані на навчання, мета якого – досягнення кооперативних результатів соціального обміну, то фактори, які полегшують роботу цих природних механізмів, повинні сприяти посиленню кооперації навіть в умовах несумісних індивідуальних стимулів. Наприклад кооперація буде посилюватися, якщо індивіди зможуть спостерігати і відслідковувати поведінку одне одного, навіть при відсутності механізмів безпосереднього примусу до тих чи інших дій. Крім того, кооперація посилюється ще більшою мірою, якщо одні агенти мають змогу безпосередньо карати інших агентів за обман.

В процесі навчання індивіди подають вербальні сигнали про те, що вони будуть брати участь в кооперації і очікують того ж від інших індивідів. На етапі прийняття рішення індивіди, загалом, дотримуються норм, які підтверджені сигналами, і тоді досягається кооперативний результат. Недивлячись на те, що у випадку відмови від кооперації до суб'єкта неможливо застосувати прямі санкції зі сторони інших суб'єктів, все ж останні можуть карати порушників, відмовившись від співпраці з ними в подальших раундах.

Експерименти, які побудовані на різних моделях ігор (ультимативні та диктаторські) свідчать про те що укріпленню реципрокності значним чином сприяють спільні очікування щодо дотримання соціальних норм. Так, наприклад, Вернон Сміт розглядає норми як продукт культурної взаємодії, в якому задіяні розумові модулі, а їх метою є вирішення тих чи інших проблем соціального обміну. Крім того, ці норми можуть нести важливу з погляду теорії розумових механізмів інформацію про бажання агентів. Зокрема - соціальна норма рівності передбачає, що при відсутності будь-яких об'єктивних відмінностей між індивідами (що вимагає застосування іншого правила розподілу), виграш повинен бути розділений порівну; соціальна норма справедливості вимагає, щоб індивіди, які вносять більш вагомий внесок в соціальний обмін, отримували суттєвішу частику доходу; соціальна норма реципрокності означає, що якщо один індивід ділиться з іншим індивідом, то він очікує, що через певний час інший вчинить так само.

8.4. Типи реципрокності в експериментальній економіці. Вернон Сміт виокремлює такі типи реципрокності: 1) негативна реципрокність - використання стратегій, що передбачають покарання у відповідь на поведінку, яка вважається хибною; і 2) позитивна реципрокність – використання стратегій, які передбачають винагороду за адекватну поведінку.

Окремі приклади позитивної та негативної реципрокності демонструють такі примати, як шимпанзе, що характеризуються складністю соціальної організації. Позитивна реципрокність, як форма добровільного соціального обміну,бере початок в нуклеарній сім'ї, де виживання було зумовлене тісними родинними зв'язками, навіть в тому випадку, коли взаємний обмін був незначний і дозволяв легко знаходити і карати «безбілетників». Оскільки родова община, фактично є розштреною сім'єю в якій родинні зв'язки, як і колись, відіграють значну роль, теоретична модель соціальної реципрокності поширюється на ширше коло явищ, як от корупції.

Негативна реципрокність спостерігається тоді, коли індивіди підлягають покаранню за ухилення від соціального обміну, оскільки вони не відповідають взаємністю своїм партнерам. Вона є таємним поліцейським, який оберігає соціальний обмін шляхом накладення неявних трансакційних витрат чи витрат примусу до позитивної реципрокності.

8.5. Відмінності реципрокності від товарного обміну. Реципрокнісні взаємодії будуються на принципово інших засадах, ніж товарний обмін, що визначає соціально-економічну відмінність подарунка від товару. Серед найвагоміших відмінностей є такі:

• Реципрокний обмін відбувається у формі дарування, а не продажу, що, однак, не означає альтруїстичної готовності не отримати нічого у відповідь. І хоча терміни «віддяки» не обумовлюються, і взаємність досягається тільки в довгострокову періоді, кожен учасник реципрокних відносин розуміє необхідність відповідного жесту. Принципу товарного обігу «товар-гроші-товар» протистоїть ідея пролонгованої зворотності і взаємності дарів.

• На відміну від товарного обміну реципрокність передбачає контакт суб'єктів, що знайомі особисто. Продаж товару можливий як одноразова угода незнайомих партнерів, але обмін дарами передбачає стабільність контактів. Товарний обмін – це втілення абстрактності відносин, їх універсальності, тоді як обмін дарами – це завжди конкретні відносини, що припускають партикуляризм їхньої реалізації. Знеособленій одноразовій угоді за схемою «купив-продав» протистоїть стабільність відносин за схемою «віддав-отримав».

• Реципрокність накладає на учасників мережі неформальні зобов'язання «платити за рахунками». Плата може бути найрізноманітнішою, аж до шанобливого ставлення до дарувальника. Умови «операції» ніде не обумовлюються, але однозначно розуміються, оскільки учасники реципрокних відносин вміють декодувати сенс дарів, не виходити за допустимий діапазон прохань і «видавати» очікувані реакції на заклик про допомогу (При обміні ж товарами завжди жорстко визначаються умови угоди.).

• Реципрокний і товарний обмін будуються на принципово різних ставленнях до поняття «ризик». В економіці дару ризик означає небезпеку, а в товарному просторі ризик приховуєв собі також і небезпеку, і спокусливу можливість. Дарунки роблять життєвий простір індивіда менш ризикованим, тоді як товарний обмін передбачає ризик, як елемент конкурентного середовища.

• Зобов'язання сторін угоди можуть порушуватися як при реципрокних відносинах, так і при ринковому обміні. Ринкові угоди страхуються формальними санкціями або неформальними силовими методами. Порушення неписаних норм поведінки в економіці дару карається позбавленням довіри, що означає виключення тих що провинились з мережі реципрокних взаємодій. Стимулом участі в дарообмінах стає набуття репутації як форми соціального капіталу. Примус до виконання зобов'язань реципрокності будується на загрозі соціальної ізоляції, а при товарному обміні - на матеріальних і часто формальних санкціях.

• Значимість дару визначається його суб'єктивною цінністю для обдаровуваного. Вона не залежить безпосередньо від ринкової вартості предмета дару, а зводиться до уявлень про корисність отриманого блага. Реципрокні відношення не будуються на вартісній еквівалентності обміну. Еквівалентний обмін товарними вартостями заміщається паритетним обміном цінностями або уявленнями про корисність дарів.

• В обміні дарами люди первинні, а дари – вторинні. У товарному обміні, навпаки, речі домінують над людьми. Ринковий обмін встановлює відносини між об'єктами обміну, обмін дарами - між суб'єктами дарування.

• Гроші присутні і в реципрокності, і в товарному обміні. Але реципрокність, що не претендує на вартісну еквівалентність обміну, використовує гроші як предмет дарунку, а не розрахункового інструменту.

• Реципрокність передбачає рутинізацію і ритуалізацію дарообміну. На рівні традицій прописані форми подяки і діапазон допустимих прохань. Слідування традиціям – найвірніший шлях зміцнення становища учасників в економіці дарообміну. В товарній економіці верхніх щаблів успіху досягають ті, хто зважився на інновацію. Економіка дарообміну націлена на стабільність, часто ціною скорочення середнього доходу її учасників, а товарний обмін припускає інноваційний прорив, як спробу найбільш підприємливих максимізувати прибуток. У реципрокних відносинах обмін виконує роль механізму зміцнення відносини, тобто служить формою підтримки соціальної включеності. Товарний обмін, зі свого боку, заснований на економічній доцільності, в ньому переважає ідея продуктової оптимізації. Дарообмін – це інструмент збільшення соціального капіталу, а товарообмін - економічного.

Отже, є всі підстави розрізняти дар і товар, а реципрокність відокремлювати від товарного обміну. Втім, і на буденному рівні навряд чи хто сплутає ці поняття. Але реципрокні відносини мають альтернативу не тільки у формі товарного обміну. Дарунок від данини відокремлює тонка межа, котру нелегко сформулювати, так само, як реципрокність від патронатно-клієнтських відносин. Не завжди очевидно, чим відрізняється подарунок сусідові від подарунка начальнику, але інтуїтивно ці відмінності відчувають всі.

8.6. Повторювальні ігри. Розглянемо наступний варіант «Ділеми ув’язненого». Будемо вважати, що гра повторюється двічі, причому гравці взнають наслідок першого розіграшу до того, як починається другий. Будемо припускати, що дисконт відсутній , тому виграші є просто сума виграшів в першому і другому розігруванні, тобто ми маємо справу з двохперіодною «Ділемою ув’язненого».

$$\begin{array}{cc} & \begin{array}{cc} L_2 & R_2 \end{array} \\ \begin{array}{c} L_1 \\ R_1 \end{array} & \begin{pmatrix} (1,1) & (5,0) \\ (0,5) & (4,4) \end{pmatrix} \end{array}$$

Рис. 8.1

Йдучи по шляху ДПРН (досконалої під-ігрової рівноваги Неша), з'ясуємо що відбувається на другому кроці гри. Зрозуміло, що наслідком гри другого кроку буде р. Н., тобто (L_1, L_2). А це означає, що гра на першому кроці зводиться до того, що до кожного елементу вихідної матриці потрібно додати виграші другого кроку, тобто (1,1).

Таким чином, матриця приймає вигляд

$$\begin{pmatrix} (2,2) & (6,1) \\ (1,6) & (5,5) \end{pmatrix},$$

а в ній р. Н. єдина – (L_1, L_2). Тоді ДПРН в цій двокроковій «Ділемі ув'язненого» – це (L_1, L_2) на першому кроці і (L_1, L_2) – на другому.
На деякий час відійдемо від двокрокових ігор. Нехай G = (A_1, …, A_n; u_1, …, u_n) – статична гра з повною інформацією, в якій гравці одночасно обирають ходи a_i із своїх просторів стратегій A_i і виграші $u_i(a_1, \ldots, a_n)$. Будемо називати G «базовою» грою.
Означення 8.1. *Кінечною повторювальною грою G(T) базової гри G називається гра, в якій G розігрується T раз і перед початком кожного наступного розіграшу гравцям відомі наслідки всіх попередніх розіграшів, тобто відомі стратегії, обрані гравцями, і отримані виграші. Виграш у грі G(T) визначається як сума (або дисконтова сума)на кожному кроці* •
Твердження 8.1. *Якщо базова гра G має єдину рівновагу по Нешу, то для любого кінечного T повторювальна гра G(T) має єдину* ДПРН: на кожному кроці грається р.Н. •

Розглянемо тепер ситуацію, коли базова гра *G* має декілька р. Н.

$$\begin{array}{cc} & \begin{array}{ccc} L_2 & M_2 & R_2 \end{array} \\ \begin{array}{c} L_1 \\ M_1 \\ R_1 \end{array} & \begin{pmatrix} (1,1) & (5,0) & (0,0) \\ (0,5) & (4,4) & (0,0) \\ (0,0) & (0,0) & (3,3) \end{pmatrix}. \end{array}$$

Ця гра має дві рівноваги по Нешу в чистих стратегіях: (L_1, L_2) і (R_1, R_2).

Припустимо, що ця гра повторюється двічі, причому результат першої гри відомий до того, як буде розігруватись друга гра. *Для нас важливо, що може існувати ДПРН, в якій на першому кроці буде гратись (M_1, M_2).* Це і є той ньюанс, який важливий для нас, поскільки він, так би мовити, розділяє дух того, що відбувається у випадку нескінченного розіграшу гри G.

Як і раніше, припускаємо (мова йде про ДПРН) , що гравці вважають, що результат другого розігрування – це р. Н. базової гри. Взагалі кажучи, можна припустити, що гравці можуть очікувати, що різним результатам першого етапу будуть відповідати різні результати другого етапу. Припустимо, наприклад, що гравці очікують, що (R_1, R_2) буде результатом, якщо перший результат був (M_1, M_2), але (L_1, L_2), якщо одна із 8 ситуацій була результатом 1 - го етапу. В цьому випадку гра на 1-му кроці зводиться до гри

$$\begin{array}{c} \\ L_1 \\ M_1 \\ R_1 \end{array}\begin{array}{c} \begin{array}{ccc} L_2 & M_2 & R_2 \end{array} \\ \begin{pmatrix} (2,2) & (6,1) & (1,1) \\ (1,6) & (7,7) & (1,1) \\ (1,1) & (1,1) & (4,4) \end{pmatrix} \end{array}.$$

Тут (3,3) додано до виграшу, який відповідає ситуації (M_1, M_2) і (1,1) – до 8-ми елементам вихідної матриці.

В цій грі вже 3 р. Н.: (L_1, L_2), (M_1, M_2), (R_1, R_2). Ці три р. Н. відповідають ДПРН у вихідній повторювальній грі.

Позначимо $((\omega, x)$, (y,z)) – результати у повторювальній грі, (ω, x) – на першому кроці, (y,z) – на другому кроці. Рівновага (L_1, L_2) відповідає «довершеному під-ігровому» результату у $((L_1, L_2), (L_1, L_2)$) у повторювальній грі. Аналогічно р. Н. (R_1, R_2) відповідає «довершеному під-ігровому» результату у $((R_1, R_2), (R_1, R_2)$) у повторювальній грі. Ці два результата просто «наслідують» р. Н. базової гри. Але третій результат *якісно інший*: (M_1, M_2) відповідає «довершеному під-ігровому» (ДП) результату у $((M_1, M_2), (R_1, R_2)$) у повторювальній грі, тому що «передбачуваний» результат 2-го кроку – це (R_1, R_2) вслід за $((M_1, M_2)$.

Іншими словами, кооперації можна досягнути на першому кроці ДП - результату повторювальної гри. А це вже дає приклад більш загальної природи: якщо G – статична гра з повною інформацією і множинними р. Н., то може існувати ДП результат у грі G(T), в якій на любому кроці $t <$ T результат кроку t – не буде р.Н.

Основний висновок тут такий: погрози або обіцянки, яким можна вірити в майбутньому, *можуть* впливати на поточну поведінку. Другий висновок, однак, полягає в тому, що «під-ігрова довершеність» може не втілювати достатньо сильні означення «правдоподібності». Говорячи, наприклад, про ДП результат $((M_1, M_2), (R_1, R_2))$, ми припускали, що гравці передбачають, що (R_1, R_2) буде результатом на другому кроці, якщо результат першого кроку був (M_1, M_2), а (L_1, L_2) – результатом другого кроку гри, якщо любий інший із 8 результатів, що залишились, виникає на першому кроці. Але гра (L_1, L_2) на другому кроці може здатись нерозумною, якщо ситуація (R_1, R_2) з виграшем (3.3) також можлива в рівновазі на другому кроці гри.

Далі можемо міркувати таким чином. Якщо ситуація (M_1, M_2) не стала результатом першого кроку, то далі по припущенню на другому кроці повинна гратись ситуація (L_1, L_2), але кожен гравець може вважати, що переважна для обох гравців ситуація (R_1, R_2) повинна розігруватись на другому кроці. Але якщо (R_1, R_2) буде результатом 2-го кроку розіграшу, то пропадають стимули грати (M_1, M_2) на першому кроці: розіграш 1-го кроку зводиться просто до додавання до кожного результату (3.3). Тоді стратегія L_i буде кращою відповіддю гравця i на стратегію M_j гравця j.

Перед тим, як перейти до нескінченних повторювальних ігор, повернемось до означення і уведемо коефіцієнт дисконтування. Будемо вважати, що гравці дисконтують майбутні виграші із загальним дисконтом δ. Інколи буває зручно розглядати не просто сумарний виграш

$$\sum_{t=1}^{T} \delta^{t-1}\, u_i(a^t),$$

а середній дисконтова ний виграш за період

$$\frac{1-\delta}{1-\delta^T} \sum_{t=1}^{T} \delta^{t-1}\, u_i(a^t).$$

Він показує, скільки потрібно платити гравцю i в кожному періоді, щоб він отримав той же сумарний виграш.

Якщо гра «Ділема ув'язненого» розігрується один раз, то потрібно «зізнатись». Якщо ця гра розігруються кінечне число разів, то «під-ігрова довершеність» вимагає в останній раз «зізнатись», а зворотня індукція говорить, що єдина ДПРН – це «зізнаватись» завжди. Якщо гра розігрується нескінченне число разів, то «зізнаватись» залишається ДПРН. Більше того – це єдина така рівновага, що гра на кожному кроці *не змінюється* в залежності від того, що гралось на попередніх кроках. Але якщо горизонт нескінченний і $\delta > 0.5$, то як буде показано нижче, наступний набір стратегій також буде ДПРН: «мовчати» (кооперуватись) до тих пір, поки ніхто не зрадив, Якщо тільки хтось зрадив, то далі зраджувати завжди.

Приклад.

$$\begin{array}{cc} & \begin{array}{ccc} L & M & R \end{array} \\ \begin{array}{c} U \\ M \\ D \end{array} & \begin{pmatrix} (0,0) & (3,4) & (6,0) \\ (4,3) & (0,0) & (0,0) \\ (0,6) & (0,0) & (5,5) \end{pmatrix} \end{array}$$

Вважаємо, що ця гра розігрується двічі і що виграші – дисконтова на сума виграшів.

Якщо ця гра розігрується один раз, то тут є 3 рівноваги. Дві в чистих стратегіях: (M,L), (U,M); одна у змішаних стратегіях: $(\frac{3}{7}U, \frac{4}{7}M)$ – перший гравець, $(\frac{3}{7}L, \frac{4}{7}M)$ – другий гравець. Виграші гравців мають вигляд: (4,3), (3,4),

($\frac{12}{7}, \frac{12}{7}$). Тут запис ($\frac{3}{7}U, \frac{4}{7}M$) означає, що перший гравець із ймовірністю $\frac{3}{7}$ грає стратегію «U» і з ймовірністю $\frac{4}{7}$ грає стратегію «M». Ефективна ситуація виграшів (5,5) не досягається. Але в двокроковій грі з $\delta > \frac{7}{9}$ наступний набір стратегій є ДПРН:

1) якщо результат першого кроку (D, R), то грати (M, L) на другому кроці;
2) якщо результат першого кроку – не (D, R), то грати (($\frac{3}{7}U, \frac{4}{7}M$), ($\frac{3}{7}L, \frac{4}{7}M$)) на другому кроці.

За побудовою ці стратегії використовують р. Н. на 2 - му кроці. Відхилення цієї стратегії на 1-му кроці збільшує поточний виграш на 1 і змешує наступні виграші гравців 1 і 2 відповідно з 4 або 3 до $\frac{12}{7}$. Тому гравець 1 не буде відхилятись, якщо 1 < (4 - $\frac{12}{7}$) δ, або $\delta > \frac{7}{16}$, а другий не буде відхилятись, якщо 1< (3 - $\frac{12}{7}$) δ, або $\delta > \frac{7}{9}$.

Таким чином, має місце наступне уточнення: якщо у базовій грі G є декілька рівноваг по Нешу, то може існувати ДПРН у повторювальній грі G(T) таке, що для любого t < T результат кроку t не буде рівновагою по Нешу. У нескінченних повторювальних іграх має місце більш сильний результат: навідь якщо у базовій грі G є єдина рівновага по Нешу, то може існувати ДПРН гри G(∞), в якій ніякий «по-кроковий » результат не буде рівновагою по Нешу.

Розглянемо варіант гри «Ділема ув’язненого», який повторюється нескінченно, причому для любого *t* результати *t* - 1 кроку гри відомі до початку кроку *t*

$$\begin{array}{cc} & \begin{array}{cc} L_2 & R_2 \end{array} \\ \begin{array}{c} L_1 \\ R_1 \end{array} & \begin{pmatrix} (1,1) & (5,0) \\ (0,5) & (4,4) \end{pmatrix}. \end{array}$$

Без дисконту тут не обійтися.

Означення 8.2. *Якщо δ – коефіцієнт дисконтування, то наведена вартість нескінченної послідовності виграшів $\pi_1, \pi_2, \ldots$ є*

$$\sum_{t=1}^{\infty} \delta^{t-1} \pi_t \ \bullet$$

Покажемо, що в нашому варіанті гри «Ділема ув’язненого» «кооперація» (R_1, R_2) на кожному кроці може бути ДПРН гри G(∞), не зважаючи на те, що у грі G: (L_1, L_2) – єдина рівнова по Нешу.

Припустимо, що гравець і починає гру, кооперуючись, та продовжує так тоді, коли обидва гравці кооперувались на любому попередньому кроці. Формально його стратегія описується так:

Грати R_i на 1-му році. На кроці t, якщо на всіх попередніх кроках результати були (R_1, R_2), грати R_i; в іншому випадку грати L_i.

Така стратегія називається *тригерною* (стратегія переключення). Якщо гравці притримуються цієї стратегії, то у грі G(∞) рівноважним результатом буде (R_1, R_2) на кожному кроці.

Спочатку покажемо, що якщо δ буде близьким до 1, то це буде рівновагою по Нешу в G(∞) для обох гравців, які притримуються цієї стратегії. Далі покажемо, що це – ДПРН.

Щоб показати, що це буде рівновагою у грі G(∞), припустимо, що i-й гравець використовує тригерну стратегію, і покажемо, що для δ, близького до 1, для j - го гравця кращою відповіддю буде застосування тієї ж стратегії. В силу того, що i - ий гравець буде грати L_i завжди, коли на якомусь кроці результат буде відрізнятись від (R_1, R_2), то кращою відповіддю j - го гравця буде грати L_j завжди після порушення (R_1, R_2). Тобто залишилось визначити кращу відповідь j - го гравця на першому кроці і на всіх кроках таких, що всі попередні були (R_1, R_2). Гра L_j дасть 5 на цьому кроці, але переключить на «некооперативну поведінку» гравця *i* (а значить і гравця *j*) назавжди. Отже, на любому майбутньому кроці виграш буде орівнювати 1; в силу того, що

$$\sum_{i=1}^{\infty} \delta^{i-1} = \frac{1}{1-\delta},$$

то наведена вартість послідовності виграшів буде дорівнювати

$$5 + \delta + \delta^2 + \ldots + = 5 + \frac{\delta}{1-\delta}.$$

З іншого боку, відповідь R_j дає виграші 4 і аналогічний вибір між L_j та R_j на наступному кроці. Нехай V – наведена вартість виграшу j - го гравця, якщо він грає оптимально. Якщо гра R_j оптимальна, то V = 4 $+ \delta$ V. Звідси,

$$V = \frac{4}{1-\delta}.$$

Якщо L_j оптимальна, то V = $5 + \frac{\delta}{1-\delta}$. Тоді R_j оптимальна тоді і тільки тоді, якщо

$$\frac{4}{1-\delta} \geq 5 + \frac{\delta}{1-\delta},$$

тобто $\delta \geq \frac{1}{4}$.

Нехай тепер G – гра з повною інформацією, в якій гравці одночасно обирають ходи. Якщо дана базова гра G, то G(∞, δ) – це *нескінченно повторювальна гра,* в якій G повторюється завжди і у гравців спільний коефіцієнт дисконтування δ. Для довільного *t* результати попередніх t - 1 кроків спостерігаються до початку кроку *t*. Виграш кожного гравця – наведена вартість його виграшів.

Відомо, що в кожній грі стратегія гравця – повний план його дій. В повторювальній грі G(T) або G(∞, δ) історія гри до кроку t – це «запис» ходів гравців до кроку *t*. В скінченно повторювальній грі G(T) або в нескінченно повторювальній грі G(∞, δ) *стратегія гравця* описує дії гравця, які він здійснює на кожному кроці, для любої можливої історії.

Для скінченно повторювальної гри G(T) ***під-гра,*** *що починається на кроці*
t + 1, – це скінченно повторювальна гра, в якій гра G розігрується T - t раз і яка позначається через G(T-t).

В G(∞, δ) кожна під-гра, яка починається із кроку t + 1, ідентична грі G(∞, δ). Ігр, які починаються із t + 1, стільки ж, скільки і історій.

Таким чином, тут, як і раніше, рівновага по Нешу є ДПРН, якщо відповідні стратегії гравців утворюють рівновагу по Нешу в любій під-грі.

ДПРН уточнює рівновагу в тому сенсі, що стратегії гравців повинні, по-перше, утворювати рівновагу по Нешу, а по-друге, «витримувати» додатковий тест – в під-іграх.

Повернемось до «Ділеми ув'язненого» і до тригерної стратегії, яка була розглянута вище. Тут всі під-ігри можна розбити на дві групи:

(1) під-ігри, у яких всі результати попередніх кроків були (R_1, R_2);

(2) під-ігри, у яких хоч би один із попередніх результатів був би не (R_1, R_2).

Якщо гравці використовують трігерну стратегію у всій грі, то 1) стратегії гравців в під-грі першої групи також виявляються тригерними стратегіями, які формують рівновагу по Нешу у всій грі; 2) стратегії гравців в під-грі другої групи просто «навічно» повторюють «покрокову» рівновагу (L_1, L_2), яка також є рівновагою у всій грі. Тому рівновага по Нешу в тригерних стратегіях є ДПРН.

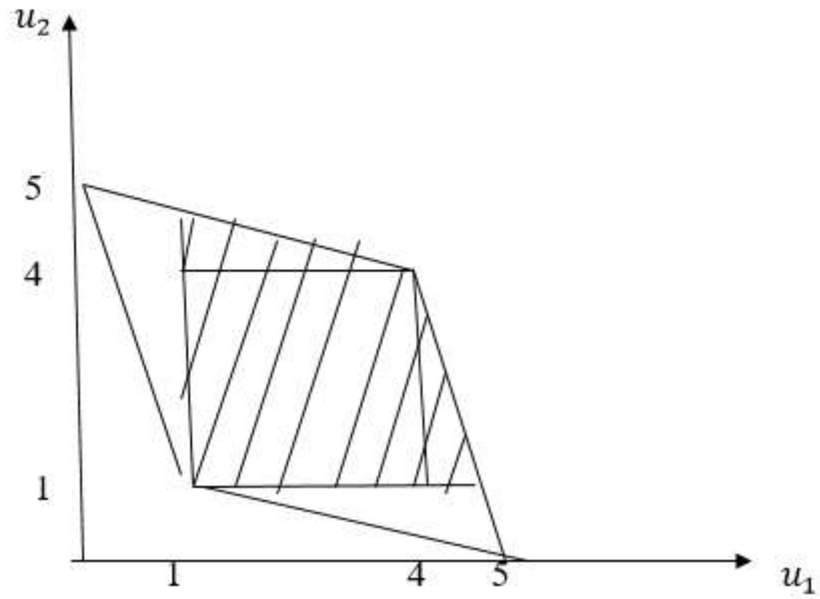

Рис. 8.1

Набір виграшів ($x_1, \ldots, x_n$) будемо називати *досяжним* у базовій грі G, якщо він є опуклою комбінацією виграшів в ситуаціях у чистих стратегіях гри G. На Рис. 8.1 для гри «Ділеми ув'язненого» множиною досяжних виграшів виступає паралелограм.

Середній виграш (за період) нескінченної послідовності виграшів

$\pi_1, \pi_2,$ ... при даному коефіцієнті дисконтування δ є

$$(1 - \delta) \sum_{t=1}^{\infty} \delta^{t-1} \pi_t.$$

Перевага середнього виграшу порівняно із наведеною вартістю полягає в тому , що середній виграш можна порівняти з покроковими виграшами. У прикладі з «Ділемою ув'язненого» обидва гравці можуть отримувати виграш 4 в кожному періоді. Така послідовність виграшів дає середній виграш 4, а наведена вартість буде $\frac{4}{1-\delta}$.

Що стосується середнього виграшу у грі G(∞, δ), то має місце наступне.

Теорема 8.1 (Friedman, 1971). *Нехай G кінечна статична гра з повною інформацією. Нехай* $(e_1, \ldots, e_n)$ *– виграші в стані рівноваги по Нешу, і нехай* $(x_1, \ldots, x_n)$ *– любий досяжний вектор виграшів в G. Якщо* $x_i > e_i$ *для любого i та*

достатньо близького до 1 числа δ*, то існує ДПРН у грі G(∞,* δ*), яке дає* $(x_1, \ldots, x_n)$ *в якості середнього виграшу* •

На Рис. 1.8 множина можливих ДПРН заштриховано.

Приклад 8.1. *(Змова Курно – дуополістів*). Згадаємо статичну дуополію Курно. Попит на ринку P(Q) = a – Q, де Q = $q_1 + q_2$, Q < a, у фірм постійні граничні витрати c і відсутні постійні витрати. В єдиній рівновазі по Нешу кожна фірма випускає $q_c = \frac{a-c}{3}$. Оскільки сумарний об'єм в рівновазі $\frac{2(a-c)}{3}$ перевищує випускає $q_m = \frac{a-c}{2}$, обом фірмам було б краще, якщо б кожний випускав половину монопольного випуску $q_i = \frac{q_m}{2} = \frac{a-c}{4}$.

Розглянемо нескінченно повторювальну гру, в якій базова гра – це наведена дуополія Курно зі спільним дисконтом δ. Ми зараз обчислимо значення δ, для яких в довершеній «під-ігровій» рівновазі по Нешу (ДПРН) цієї нескінченної повторювальної гри обома фірмами грається така стратегія: Випускати половину монопольного об'єму, $\frac{q_m}{2}$, в першому періоді. В періоді t грати $\frac{q_m}{2}$, якщо обидві фірми випускали $\frac{q_m}{2}$ в попередніх t - 1 періодах; в зворотньому випадку випускати q_c.

Прибуток фірми, коли обидві фірми випускають $\frac{q_m}{2}$, є $\frac{\pi_m}{2} = \frac{(a-c)^2}{8}$. Прибуток фірми, коли обидві фірми випускають q_c, є $\pi_c = \frac{(a-c)^2}{9}$. Далі, якщо фірма і збирається випускати $\frac{q_m}{2}$ в цьому періоді, то об'єм, максимізуючий прибуток фірми j, розв'язує задачу

$$\max_{q_j}(a - q_j - \frac{q_m}{2} - c)q_j.$$

Її розв'язок $q_j = \frac{3\,(a-c)}{8}$, а прибуток $\pi_d = \frac{9\,(a-c)^2}{64}$. Таким чином, ситуації, в яких фірми грають наведену вище тригерну стратегію, будуть рівноважними по Нешу, якщо

$$\frac{1}{1-\delta}\frac{\pi_m}{2} \geq \pi_d + \frac{\delta}{1-\delta}\pi_c,$$

або $\delta \geq \frac{9}{17}$ •

8.7. Характеристика, класифікація, властивості суспільних благ та їх справедливий розподіл. В загальноприйнятому розумінні благами вважаються матеріальні та нематеріальні цінності, що приносять людям задоволення (користь). Дослідники в благах вбачили засоби для задоволення потреб. Однак, ми повинні розуміти, що здатність будь-якого предмета задовольняти певну потребу, ще не перетворює його на благо. Для цього необхідно враховувати категорію корисності, отже, благом є лише бажана річ, яка задовольняє потреби людини.

Найпоширенішою класифікацією є поділ благ на приватні, корисність від яких отримує виключно одна особа, що здійснює плату за них (ринкові), змішані та суспільні. *Суспільне благо* – це таке благо (товари і послуги), що забезпечує неподільні вигоди, тобто, в силу самого його існування кожен може користуватися ним незалежно від того, як багато інших людей мають вигоду з нього.

Суспільним благам властиві дві основні характеристики, що відрізняють їх від приватних благ:

1. Невиключність (неможливість виключення будь-якого суб'єкта із споживання) означає. що за суто технічними міркуваннями або через занадто високі витрати недоречно обмежувати когось в користуванні суспільним благом.

2. Неконкурентність (відсутність суперництва у споживанні) означає, що споживання блага одним субєктом не перешкоджає споживанню того ж блага іншими. Граничні витрати надання суспільних благ індивідуальному споживачеві дорівнюють нулю, а поява додаткового споживача являє собою Парето - покращення.

На основі цих двох базових критеріїв виділяють чотири групи товарів:

Таблиця 8.1

Приватні, суспільні та змішані блага

Критерії		ДІЯ ПРИНЦИПУ ВИКЛЮЧЕННЯ ІЗ СПОЖИВАННЯ	
		так	*ні*
ДІЯ ПРИНЦИПУ СУПЕРНИЦТВА У СПОЖИВАННІ	*так*	**Чисті приватні блага** (одяг, продукти харчування, житло)	**Змішані блага (відкриті)** (дороги в центрі міста, рибопромислові райони)
ДІЯ ПРИНЦИПУ СУПЕРНИЦТВА У СПОЖИВАННІ	*ні*	**Змішані блага (клубні)** (кабельне і супутникове телебачення, водогін, автостради)	**Чисті суспільні блага** (маяки. світлофори, національна оборона, зовнішня політика, пам'ятки мистецтва, вязниці)

Споживання чистих суспільних благ відбувається колективно, проте індивідуальна корисність від такого споживання є різною. Оскільки споживачі отримують вигоди від чистого суспільного блага незалежно від того, чи платять вони за нього чи ні, то природно виникає бажання позбутися виплат і отримати це благо безкоштовно. Така ситуація отримала назву проблеми «безквиткового пасажира» або фрирайдера. Проблема «безквиткового пасажира» виникає щоразу, коли люди намагаються користуватися вигодами суспільних благ, уникаючи власного податкового внеску на їх фінансування. Проблема «безквиткового пасажира» найчастіше виникає у великих групах споживачів, оскільки там найважче отримати необхідну інформацію про стан платників. В результаті існування проблеми безквиткового пасажира виробництво «чистого» суспільного блага знаходиться на рівні, нижчому за ефективний.

В теорії суспільних благ стверджується, що така характерна риса суспільного блага, як невиключність, унеможливлює оптимальне забезпечення суспільними благами індивідів за допомогою децентралізованих (добровільних) механізмів. Оскільки нікого не можна відсторонити від користування суспільним благом, кожен суб'єкт має стимул стати фрирайдером, тобто вкладати у витрати виробництва суспільного блага суму, меншу своєї граничної цінності. У результаті в рамках теорії суспільних благ висувається дві гіпотези:

H_F: *Гіпотеза «безквиткового пасажира».*

H_I: *Неможливість децентралізованого забезпечення суспільними благами.*

Традиційна теорія суспільних благ розглядає ці гіпотези як взаємопов'язані. Припущення про фрирайдерів привело до висновку, що забезпечувати суспільними благами в оптимальній або, принаймні, в субоптимальній кількості децентралізовані механізми не здатні. Існують дослідники, зокрема Вільяма Вікрі та інші, які визначаючи логічність поведінки «безквиткового пасажира», передбачали вирішення цієї проблеми шляхом створення механізму розподілу витрат, який забезпечив би кожного індивіда стимулом несення своєї частки витрат для виробництва суспільного блага в розмірі, рівному його індивідуальної граничної цінності. Такий механізм породжує сумісні стимули, тобто індивід, діючи у власних інтересах, забезпечує результат (оптимальний за Парето), який розцінюється як бажаний для всього колективу. Ідея полягає в тому, щоб знайти процедуру, яка дозволила б пристосувати приватний інтерес до забезпечення оптимального загального результату, точно так само як «невидима рука» спеціально управляла колективними діями, з метою співпраці в процесі ринкового обміну для забезпечення оптимального приватного результату. Ці дослідники пропонують замінити гіпотезу H_I гіпотезою

H_P: ***Можливе створення децентралізованого регулюючого механізму прийняття оптимального рішення щодо забезпечення суспільними благами.***
Це питання лишається до цього часу дискусійним.

8.8. Емпірична перевірка теорії суспільних благ. Існує безліч випадкових фактів, що свідчать про наявність механізму добровільного постачання громадськими благами. Будівництво тисяч концертних залів, бібліотек, наукових лабораторій, художніх музеїв, театрів та інших подібних установ було профінансовано за рахунок добровільних внесків до фондів приватних товариств. Якщо заперечувати, що такі спостереження служать аргументом проти гіпотези H_I на тій підставі, що тут представлені приклади нетипового альтруїзму, виникає серйозне запитання, чи містить взагалі теорія суспільних благ якісь гіпотези, які можна спростувавати. Більш істотне заперечення на адресу цих випадків, на думку В. Сміта може полягати в тому, що вони являють собою «малі» групи, тоді як проблема суспільного блага є проблемою «великих» соціальних груп. Однак незалежно від розміру будь-якої конкретної групи завжди можна уявити собі ще більший (за розмірами) колектив і зробити висновок про те що гіпотеза спростована. Навіть у колективі, що складається з двох чоловік, існують стимули зайняти позицію «безквиткового пасажира» і уникнути участі в досягненні загального результату. Отже, якщо вважати розмір групи вирішальним параметром в теорії суспільних благ, то характер наслідків можна визначити ще до того як будуть вивчені результати спостережень. Але припустимо, що діяльність приватних товариств не є незаперечним фактом на користь відхилення гіпотези H_I і що, незважаючи на те що відмінність між малими та великими групами точно не встановлено, приватні товариства однозначно є «занадто» маленькими, щоб за їх допомогою можна було здійснити дієву перевірку гіпотези H_I. Тоді нам слід пошукати приклади добровільних дій великих колективів. Таким прикладом є голосування на виборах в масштабі всієї країни, яке в США, на відміну від Австралії, не є обов'язковим. Про проблему голосування часто говорять як про проблему суспільного блага: оскільки жоден з індивідуальних виборців не надає відчутного впливу на загальний результат, а сам акт голосування передбачає певні витрати (прихід на ділянку, читання і заповнення бюлетеня і т.д.). З цього, нібито, випливає, що виборча активність буде низькою або нульовою. Насправді у голосуванні бере участь «надзвичайно» велика кількість людей. Чи слід фахівцям в області політичної економії розглядати це явище як факт, суперечить гіпотезі H_I? Ні, це – «парадокс», і існує велика література з парадоксу голосування, де ми стикаємося з різноманітними точками. І знову глибока віра залишається непохитною, а пояснення результатів спостережень деколи носять анекдотичний характер. Дійсно, велика кількість людей бере участь у голосуванні, а приватні товариства допомагають створювати суспільні блага.

Те, чого ми дійсно не знаємо і не можемо дізнатися з польових спостережень, так це оптимальну кількість суспільного блага, яке було вироблено. Одні кампанії зі збору коштів пройшли успішно, і будівлі були зведені, іншим цього зробити не вдалося. З погляду оптимальності чи досягли мети перші і чи звели другі більш досконалі або масштабніші будівлі? Ми не зможемо визначити оптимальність, не маючи незалежної інформації про індивідуальні оцінки.
Виникає враження, що ця проблема внутрішньо властива польовим дослідженням, а не контрольованим лабораторним експериментам, які можуть послужити унікальним джерелом емпіричних даних для перевірки гіпотез про механізми розподілу ресурсів. Мабуть, найкраще, що ми зможемо зробити в рамках польових досліджень, – це порівняти механізм А з механізмом В. Припустимо, що наша теорія стверджує, що механізм А припускає сумісність стимулів, а механізм В – їх немає. Тоді ми можемо перевірити гіпотезу про те, що результати спостережень за механізмом А обумовлені розподілом більшої кількості суспільних благ, ніж результати спостережень за механізмом В. Однак ми не можемо перевірити гіпотезу про те, що результати спостережень за А обумовлені розподілом, головною метою якого є досягнення оптимальної кількості суспільного блага. Цю останню гіпотезу (як і першу) можна перевірити за допомогою відповідних лабораторних експериментів, тому що ми можемо з досить точним наближенням вивести відомі переваги або оцінки з підсумкових результатів прийняття рішень і тим самим розрахувати теоретично оптимальну кількість суспільного блага. Експерименти свідчать на користь гіпотези H_P.

Запитання для самоперевірки

1. Чому кооперативна поведінка спостерігається навіть у ситуаціях, де теорія одноразових ігор передбачає некооперацію?
2. Які два егоїстичні механізми пояснюють кооперацію в теорії повторювальних ігор?
3. Що таке реципрокність і чому її не ототожнюють з альтруїзмом?
4. Яку роль відіграють репутація та можливість покарання в підтримці кооперації?
5. У чому полягає відмінність між позитивною та негативною реципрокністю?
6. Що таке повторювальна гра та чим вона відрізняється від статичної гри?
7. За яких умов кооперація може бути досконалою під-ігровою рівновагою в нескінченній повторювальній грі?
8. Якими властивостями характеризуються чисті суспільні блага?
9. У чому полягає проблема «безквиткового пасажира» і чому вона призводить до неефективного забезпечення суспільними благами?
10. Чому лабораторні експерименти є важливим інструментом перевірки теорії суспільних благ?

Питання для самостійного опрацювання

1. Чому множинність рівноваг у повторювальних іграх ускладнює пояснення стійкої кооперації?
2. Як еволюційні механізми та «розумові модулі» сприяють формуванню реципрокної поведінки в економічних взаємодіях?
3. Яким чином спостережливість, комунікація та сигнали про наміри посилюють кооперацію за відсутності формального примусу?
4. Чому реципрокність є фундаментально відмінною від товарного обміну з точки зору ризику, зобов'язань і стимулів?
5. Як стратегія тригера дозволяє підтримувати кооперацію в нескінченних повторювальних іграх?
6. Чому коефіцієнт дисконтування є ключовим параметром для виникнення кооперативних рівноваг?
7. У чому полягає економічний зміст «теореми фольклору» для повторювальних ігор?
8. Чому проблема суспільних благ не зникає навіть у малих групах?
9. Які аргументи висуваються проти гіпотези неможливості децентралізованого забезпечення суспільними благами?
10. Чому польові спостереження є недостатніми для оцінювання оптимальності забезпечення суспільними благами?
11. Яку перевагу мають лабораторні експерименти над польовими дослідженнями у вивченні суспільних благ?
12. Як приклад змови Курно-дуополістів ілюструє можливість кооперації в повторювальних ринкових взаємодіях?

Тема 9. Нейроекономіка: міждисциплінарний підхід до дослідження прийняття рішень

9.1. Загальні принципи нейробіологічної теорії прийняття рішень. Синтез економічної науки, психології та нейробіології в рамках нової дисципліни– нейроекономіки, а також розвиток новітніх нейроіміджінгових методів обіцяють появу нової міждисциплінарної моделі, що пояснює механізми прийняття рішень. Результати нейроекономічних досліджень демонструють, що прийняття рішень обумовлено роботою відносно незалежних нейрональних систем мозку, відібраних за допомогою природного відбору. Взаємодія «когнітивних» і «емоційних» нейрональних механізмів прийняття рішень визначає ступінь раціональності поведінки людини.

В експериментах з мавпами було показано, що ухвалення рішення можна впевнено передбачити виходячи з активності нейронів: після того як активність нейрона, що кодує прийняття рішень, досягає порогового рівня, дане рішення невідворотне. Більше того, здійснюючи вплив на певні нейрони, наприклад, електричним розрядом, можна вплинути на прийняття мавпою рішення. Таким чином, вперше вдалося продемонструвати існування нейронів, що кодують прийняття елементарних рішень. В експериментах на тваринах нагородою, як правило, є харчове підкріплення. Цікаво, що величина підкріплення пропорційна активності нейронів. Більше того, активність нейронів відображає одночасно і величину очікуваного підкріплення, і ймовірність його отримання. Таким чином, нейроекономічні дослідження впритул наблизилися до концепції очікуваної корисності. Відповідно до даної концепції, серед усіх можливих альтернатив або сценаріїв поведінки оптимальний вибір повинен бути зроблений на користь альтернативи з найбільш високою очікуваною корисністю. Нейроекономіка пропонує свою досить механістичну модель оцінки мозком суб'єктивної корисності, відповідно до якої нейронні мережі мають споможність порівняння наявних альтернатив. В даний час ця проста модель вважається базовою нейроекономічною нейронною моделлю теорії прийняття рішення (рис. 9.1).

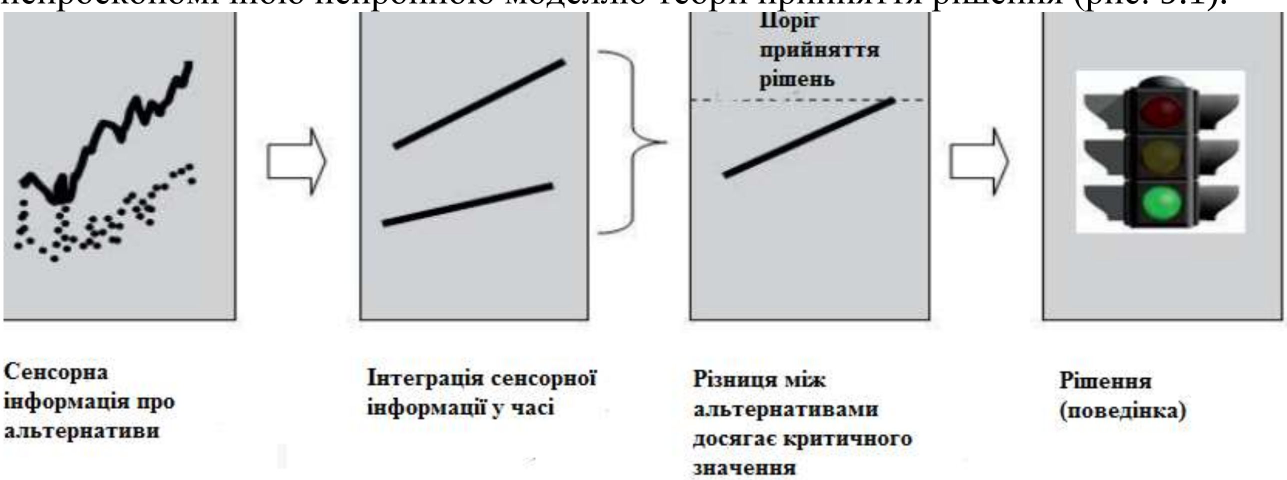

Рис. 9.1. Принципи нейробіологічної теорії прийняття рішень

Для того щоб розібратися, як відбувається прийняття рішень, доцільно розділити цей процес на кілька етапів. На першому етапі відбувається формулювання завдання як такого, формується уявлення про мету та контекст вирішення (1). Тут інтегрується інформація про внутрішній стан організму і фактори навколишнього середовища, наприклад, голоду чи рівня загрози, в контексті майбутньої дії. На наступному етапі визначається цінність вибору тієї чи іншої поведінкової альтернативи (2). На третьому етапі порівнюються альтернативні варіанти рішення і відбувається вибір найкращого. Після здійснення вибраної дії відбувається обробка його результатів та оцінка ефективності (4). На останньому етапі відбувається навчання, тобто оновлення інформації, що зберігається в пам'яті, з тим щоб всі наступні дії виконувалися з найбільшою ефективністю (5).

Нейроекономіка в першу чергу вивчає процеси, що відбуваються на етапі визначення суб'єктивної цінності альтернатив (другий етап в описаній вище ієрархії процесів) як найбільш значущої стадії, адже саме на ній відбувається оцінка і вибір дії, результат якої приведе до досягнення індивідом найбільшої вигоди. Класична нейробіологія переконливо продемонструвала, що існують паралельні системи оцінки цінності поведінки і, більше того, що сама поведінка залежить від того, яка система оцінки цінності використовується в поточний момент часу. Незважаючи на те, що важко оцінити точну кількість подібних паралельних систем оцінки корисності, варто виділити і обговорити найбільш важливі.

9.2. Раціональні та емоційні системи мозку в прийнятті рішень економічними суб’єктами. Нераціональність людської поведінки не раз підтверджувалася експериментально. Нобелівський лауреат Деніел Канеман висунув припущення про існування двох еволюційно і структурно відмінних систем, що обумовлюють прийняття рішень: а) швидка, автоматична, або несвідома (Система 1), і б) повільна, цілеспрямована, довільна (Система 2).
В даний час численні нейроекономічні дослідження присвячені вивченню взаємодії раціональної та емоційної систем в рамках дуалізму Канемана. Серед найбільш часто використовуваних експериментальних моделей можна назвати гру «Ультиматум», що найбільш яскраво демонструє виникнення подібного роду конфліктів: два гравці отримують інструкцію поділити між собою певну суму грошей, наприклад, 100 €. Один з гравців (перший) пропонує спосіб поділу, причому він абсолютно вільний у своєму рішенні. Припустимо, гравець захоче залишити 80 € собі, а 20 € віддати своєму партнеру по грі. Партнер, якому зробили пропозицію, опиняється перед вибором: погодитися або не погодитися; однак якщо респондент не погоджується, то, за правилами гри, грошей ніхто не отримає і гра закінчиться. Як було показано в поведінкових дослідженнях, в середньому пропонована сума коливається навколо половини (50%) від загальної кількості грошей; найчастіше явно невигідні пропозиції (менше 20%) неминуче відкидаються навіть у тих

випадках, коли запропонована сума перевищує місячний дохід гравця. З точки зору класичної економіки така поведінка нераціональна, адже невелика сума грошей все ж краще, ніж їх відсутність. Таким чином, можна припустити, що респондент, якому робиться невигідна пропозиція, відчуває конфлікт між раціональною і емоційною поведінкою: раціональний підхід передбачає прийняття пропозиції, тоді як емоції вимагають його відкидання через несправедливість розподілу грошей.

Використовуючи метод функціональної магнітно-резонансної томографії (фМРТ), американський нейробіолог Алан Сенф'є (Sanfey et al., 2003) показав, що у респондента, якому зробили несправедливу пропозицію у грі «Ультиматум», спостерігається активізація острівкової кори, яка, як відомо з інших нейробіологічних досліджень, залучена в обробку негативної емоційної інформації і особливо активна при емоції відрази. Цікаво, що в даному дослідженні активність острівкової кори була пропорційна ступеню несправедливості пропозиції. Крім того, спостерігалася активація верхніх областей лобової кори (dorsolateral prefrontal cortex, DLPFC) правої півкулі і поясної звивини (anterior cingulate cortex) – ділянок, активація яких спостерігається при запуску когнітивних процесів самоконтролю і при внутрішніх конфліктах, відповідно. Особливої уваги заслуговує той факт, що за співвідношенням активності острівкової і лобової кори (DLPFC) можна передбачити, чи буде отримана гравцем пропозиція прийнята або відкинута. Якщо несправедлива пропозиція відкидалася, то спостерігалася відносно сильна активація острівкової кори в порівнянні з ділянкою DLPFC, тоді як у разі прийняття несправедливої пропозиції, навпаки, велика активація спостерігалася в DLPFC і менша в острівковій корі. Розумно припустити, що негативна реакція, яка викликається порушенням існуючих норм поведінки (несправедливість поділу), превалювала над раціональним бажанням одержання вигоди. В цілому наведений приклад яскраво демонструє взаємодію емоційних і раціональних процесів у момент прийняття рішень. Тим часом спостерігалося взаємодію DLPFC і острівкової кори можна пояснити по-різному. Згідно з першою гіпотезою, несправедливі пропозиції поділу грошей можуть викликати бажання негайно відкинути їх, що виражається в «емоційній» активації острівкової кори. У цьому випадку паралельна активність DLPFC відбиває контроль за імпульсивно емоційною поведінкою через механізм раціонального обмірковування. Таким чином, у запропонованій моделі DLPFC виступає як якийсь керуючий механізм, що забезпечує контроль імпульсивної поведінки в соціальних ситуаціях. Тоді гіпотетичне тимчасове відключення DLPFC повинно призвести до ще більш вираженою аверсії до несправедливості. Альтернативна гіпотеза припускає, що вроджені інстинкти, наприклад, раціональне егоїстичне бажання отримати гроші, потребують якогось контролю з боку механізмів, що беруть участь у забезпеченні взаємодії індивідуальних і соціальних мотивів, у тому числі в тих випадках, коли індивідуум опиняється перед лицем несправедливості. Згідно з другою гіпотезою, активація DLPFC необхідна для подолання егоцентричних (self-interest), нахилів та бажань, тісно пов'язаних з нашими емоціями. Слідуючи цій логіці, при тимчасовому відключенні DLPFC повинно спостерігатися посилення утилітарних прагнень: вірогідність того, що гравець погодиться прийняти гроші, збільшиться, а вплив емоції обурення на прийняття рішення зменшиться.

Отже, обидві гіпотези по-різному пророкують наслідки порушення роботи DLPFC для учасників гри: згідно з першою гіпотезою, у разі порушень в роботі DLPFC ми будемо частіше відкидати несправедливі пропозиції, а згідно з другою – ми, навпаки, будемо їх частіше приймати. Завдяки розвитку методів неінвазивного нейроіміджінгу у нейробіологів з'явилася можливість перевірити дані гіпотези. Одним з останніх методичних досягнень когнітивних нейронаук стала транскраніальна магнітна стимуляція (transcranial magnetic stimulation, ТМС). ТМС-стимулятор – прилад, який за допомогою електромагнітної катушки, що розташовується біля поверхні голови, пригнічує або активують роботу прилеглих зон мозку. Коли за допомогою ТМС тимчасово придушувалася активність DLPFC в правій півкулі, то випробовувані приймали несправедливі пропозиції в грі «Ультиматум» набагато частіше, ніж випробовувані, яким придушувалась активність DLPFC в лівій півкулі.

Отримані дані підтверджують гіпотезу про те, що DLPFC правої півкулі відіграє ключову роль у придушенні або ослабленні утилітарної (раціональної) поведінки. Таким чином, вірною виявилася друга гіпотеза: після інактивації DLPFC випробовувані активніше починають демонструвати утилітарну поведінку, що приводить до ухвалення невигідних або несправедливих пропозицій. Цікаво, що інактивація DLPFC впливала на поведінку респондента, але не на суб'єктивну оцінку ситуації, тобто на відчуття того, наскільки справедливо чи несправедливо пропозицію, зроблену йому в ході гри.

Участники експерименту, яким в правій півкулі була інактивована ділянка DLPFC, відзначали, що їх обурювала несправедливість ситуації, але відкинути несправедливі пропозиції після ТМС-стимуляції вони не могли. Надалі дослідників зацікавила можливість впливати на поведінку піддослідних, не вдаючись до допомоги ТМС-стимуляції. В одному з досліджень (Sanfey and Chang, 2008) перед початком гри «Ультиматум» у випробовуваних індуціювали поганий настрій, так що надалі поведінку у відповідь на несправедливі пропозиції вивчали на фоні так званого негативного емоційного праймінгу. Відомо, що негативний емоційний праймінг (переживання смутку, злості чи відрази) активує острівкову кору, отже, можна припустити, що негативний праймінг повинен призводити до ще більш високого рівня відмови від несправедливих пропозицій. Дослідження підтвердило, що участники, які перед проведенням експерименту переглянули драматичний фільм, демонстрували статистично більш високі показники відхилення несправедливих пропозицій у порівнянні з тими, хто дивився емоційно нейтральний кінофільм або комедію (Sanfey and Chang, 2008). Ці експериментальні дані не просто підтверджують нейробіологічну теорію, що пояснює ірраціональність нашої поведінки, але й демонструють, що швидкоплинні і незначні зміни емоційного стану, що не мають прямого відношення до поточного завдання, впливають на економічні рішення індивідуумів.

9.3. Парадигма міжчасового вибору в світлі нейроекономіки. Інший детально досліджуваний аспект теорії прийняття рішень в нейроекономіці є парадигма міжчасового вибору, яка заснована на тому факті, що люди по-різному оцінюють величину винагороди в залежності від того, в який момент часу вони припускають її отримати. Численні дослідження демонструють феномен тимчасового дисконтування, тобто тенденцію занижувати суб'єктивну корисність винагороди, якщо її отримання відкладено у часі. В цілому ми переоцінюємо величину винагороди, якщо велика ймовірність його отримання найближчим часом, тоюто воліємо отримати винагороду «тут і зараз». Зазвичай випробуваному в подібних дослідженнях пропонується вибрати між двома альтернативами: отримати 10 € сьогодні або 11 € завтра. Показано, що в такій ситуації індивід швидше за все віддасть перевагу отримати 10 € сьогодні. Змінимо умови експерименту: збережемо ті ж суми і той же часовий інтервал між їх отриманням, але запропонуємо відстрочку вибору на один рік: чи хочете ви отримати 10 € через рік або 11 € через рік і один день? У такому випадку виявляється, що випробовувані воліють більшу суму, нехтуючи різницею в один день. Здається, що таке явне протиріччя при виборі альтернатив не відрізняється раціональністю. В рамках гіпотези паралельної обробки можна припистити існування конкуренції між імпульсною Системою 1 і раціональною Системою 2 при оцінці довготривалих перспектив прийняття рішень: система швидких, імпульсивних преференцій, очевидно, віддає перевагу негайній винагороді, так як вона малочутлива до довготривалих перспектив. Система 2, навпаки, здатна оцінювати переваги отримання нагороди в майбутньому. Виникає питання: чи можливо пояснити феномен тимчасового дисконтування нейробіологічними механізмами? В одному з найбільш відомих нейроекономічних досліджень була запропонована наступна модель: припустимо, що наша поведінка описується двома параметрами: β і δ. Нехай β – величина питомої ваги негайного або емоційного результату, а δ – питома вага раціонального результату на всьому проміжку часу (t). Тоді припущення про те, що параметр β регулюється структурами мозку, що відповідають за емоції, а параметр δ регулюється структурами, що забезпечують наші когнітивні функції (наприклад, DLPFC), можна підтвердити у випадку, якщо в ситуації міжчасового вибору спостерігається диференційована активність цих двох областей мозку. Дані нейроіміджингових досліджень вказують на існування областей мозку, залучених до прийняття рішення про негайне отримання нагороди (β-зони: області стріатума і орбітофронтальної кори, що є компонентами емоційної системи мозку). Одночасно були виявлені й інші області, названі δ-зони (у тому числі DLPFC), нейрональная активність яких не залежить від тривалості тимчасової затримки винагороди.

9.4. Нейроекономіка моралі у прийнятті рішень. Описані вище нейробіологічні дослідження експериментальної гри «Ультиматум» і тимчасового дисконтування добре ілюструють і обгрунтовують сучасну нейроекономічну теорію, яка передбачає, що взаємодія систем недовільної і довільної обробки інформації під час прийняття рішень базується на конкуренції певних ділянок мозку. Дана теорія виявилася прикладною і до досліджень процесів прийняття рішень, пов'язаних з системою моральних норм. Чи може вбивство іншої людини вважатися моральним вчинком? «Звичайно ні!» – Така буде відповідь, буде першою, що приходить в голову. У переважній більшості випадків – не може. Але, як завжди, існують винятки з правил. Якщо мова йде про поліцейського, який скоїв вбивство агресивного злочинця, захищаючи невинних дітей, тоді вчинене ним діяння може бути виправдано. Так чи інакше, кожна людина постійно порівнює результати своєї поведінки з соціальними нормами. Вплив моралі на прийняття рішень активно вивчається з використанням експериментальних моделей – моральних дилем. Популярною моральною дилемою є так званий «випадок з трамваєм»: по рейках мчить трамвай, через мить він неминуче зіб'є п'ятьох перехожих в тому випадку, якщо не змінить напрямок руху. Єдиний вихід – постаратися перемкнути стрілку і направити трамвай на запасний шлях, але в цьому випадку загине нічого не підозрююча людина, яка випадково зупинилась перепочити в цьому місці. Припустимо, що ви стоїте поруч зі стрілкою і можете переключити рейки з однієї колії на іншу. Чому Ви віддасте перевагу: смерть п'ятьох або вбивство одного? Більшість людей погодиться, що краща загибель одного перехожого. Але давайте розглянемо аналогічну ситуацію лише в злегка змінених умовах – «історію з пішохідним мостом»: уявіть, що ви стоїте поруч з пристойним з виду незнайомцем на пішохідному мості над дорогою, якраз між трамваєм який наближається і тими п'ятьма нещасними потенційними жертвами; зіштовхнувши вниз незнайомця, можна зупинити трамвай і врятувати життя п'яти пішоходам. Що ви виберете: спихнути незнайомця або спостерігати за смертю п'яти чоловік? Виявляється, що в ситуації вибору в цьому «персоніфікованому» випадку більшість висловиться проти ідеї принести в жертву невинного незнайомця. На пішохідному містку (персоніфікована дилема) випробуваний виявляється в емоційно навантаженій ситуації і змушений зробити набагато більш важкий вибір, ніж у ситуації перемикання стрілки (неперсоніфікована дилема), де емоційне напруження нижче і може бути зроблено раціональне осмислення що відбувається. фМРТ-сканування показало, що ділянки мозку, пов'язані з емоційними і соціальними реакціями (наприклад, поясна звивина кори), активуються сильніше, коли випробовуваним доводиться вирішувати персоніфіковану дилему, аналогічну

«історії з пішохідним мостом», в той час як когнітивні області, відповідальні за раціональні аспекти прийняття рішень (наприклад, DLPFC), активуються сильніше в завданнях на вирішення неперсоніфікованих утилітарних проблем, аналогічних дилемі з перемиканням стрілки («випадок з трамваєм»).
Подальші дослідження сфокусувалися на порівнянні моральних дилем різного ступеня складності. Було виявлено, що при скрутному виборі активується передня частина поясної звивини (anterior cingulate cortex, ACC) – ділянка мозку, що залучена в обробку внутрішніх конфліктів . У той же час була показана позитивна кореляція активності «раціональної» області DLPFC з прийняттям утилітарних рішень, таких, як раціональне рішення врятувати п'ять чоловік, пожертвувавши одним.

Обидві згадані області мозку – ACC і DLPFC – активуються в ході рішення й іншого типу моральних дилем. Наприклад, випробуваному пропонувалося оцінити і прийняти рішення в наступній уявній ситуації: агресори захопили населений пункт і наказали знищити мирних жителів, які залишилися в живих. Ви і невелика група ваших товаришів-біженців ховаєтесь в підвалі великого будинку. Нагорі окупанти влаштували обшук. Ваша новонароджена дитина починає голосно плакати. Ви прикриваєте його рот долонею так, щоб не було чутно його ридань. Якщо ви приберете руку, то плач буде неминуче почутий – солдати прийдуть і розстріляють вас, вашу дитину і всіх, що переховуються в підвалі. Щоб зберегти життя собі і товаришам, залишається тільки позбавити життя дитини. Який буде ваш вибір? Чи можливо вбити дитину, щоб врятувати життя іншим людям? Цей випадок – приклад найскладнішої моральної дилеми. Коли випробовуваних просили вирішити цю дилему, вони збиралися з відповіддю надзвичайно довго, а їхні рішення були самими різними. Спостерігалася в даній задачі підвищена активація ACC і DLPFC вказувала на високий рівень конфлікту, при цьому саме активність DLPFC пророкувала утилітарне «когнітивне» рішення. Дані цих та інших нейроекономічних досліджень доводять існування двох конкуруючих систем нормативного («не убий») і утилітарного підходу («вибирай, що краще») до моралі, які забезпечуються роботою різних областей мозку. Система 1, яку ми, судячи з усього, успадкували від наших предків, відповідає за дотримання морально-соціально-економічно значимих табу, що є основою наших суспільних законів. Моральний утилітаризм Системи 2, можливо, виник пізніше в процесі еволюції і пов'язаний з появою еволюційно нових структур - дорзальних областей лобової кори - зон мозку, що є нейробіологічним субстратом таких когнітивних функцій, як абстрактне мислення і когнітивний контроль більш високого порядку.

Дві розглянуті нами системи можуть конфліктувати, результатом чого є безліч прикладів, коли утилітарне мислення призводило до страхітливих наслідків і прямо суперечило нормам моралі. Злочини фашизму під час Голокосту часто виправдовувалися с точки зору утилітарних, раціональних причин, суперечачи нормам загальноприйнятої моралі. Можливо, тому свідоцтва масових вбивств, насильства і терору старанно ховалися від широких мас щоб уникнути можливості виникнення морального конфлікту, адже маніпулювання масовою свідомістю через пресу і медійні канали дозволяє вносити принципові зміни в баланс між утилітарним і моральним світоглядами.

9.5. Емоції і прийняття рішень економічними суб'єктами. Ідея про паралельні (конкуруючі або взаємодіючі) нейронні мережі, що забезпечують процес вибору, популярна в самих різних галузях нейронаук – від досліджень, що вивчають категоріальне сприйняття, до досліджень процесів пам'яті. Вважається, що в процесі прийняття рішень паралельні емоційні і когнітивні шляхи обробки інформації функціонують як єдиний механізм.

Як правило, автоматичні емоційні реакції сприяють швидкому й ефективному процесові ухвалення рішень. Робота емоційної системи дозволяє робити вибір між «поганими» і «хорошими» альтернативами, тобто здійснювати дію, яка в корені відрізняється від однозначної безумовної рефлекторної відповіді «стимул-реакція». Порівняно недавно в еволюції відбулася інтеграція емоційної системи (Система 1) з більш складними і пізніми механізмами прийняття рішень – так званою «когнітивною» системою цілеспрямованої поведінки (Система 2).

В багатьох дослідженнях відзначено, що обидві системи – довільна і мимовільна – однаково важливі, але встановлення балансу між ними відіграє істотну роль у гармонізації поведінки. Порушення в одній з систем може призвести до вибору неоптимальних стратегій. Результати нейропсихологічних досліджень показують, що функціонування Системи 2 раціонального прийняття рішень тісно пов'язане з точністю обробки інформації Системою 1.

В цілому добре відомо, що схильність до ризику опосередкована емоційним досвідом і сьогохвилинними переживаннями, пов'язаними, наприклад, з поточними результатами поведінки. Так, Р. Талер і Е. Джонсон (Thaler and Johnson, 1990) продемонстрували, що людина, яка програла істотну суму грошей, виявляє підвищену схильність до ризику при прийнятті подальших рішень. Талер і Джонсон назвали цей феномен break even effect. Після великого виграшу, який неможливо повністю програти в наступних раундах гри, також спостерігався емоційний підйом, який супроводжувався підвищеним ризиком, який виникав через гарантовану можливості «залишитися при своїх» (house money effect). Аналогічні ефекти можна спостерігати і за межами експериментальної лабораторії, наприклад, у телевізійній грі «Угода. У цьому популярному західному телевізійному шоу головним призом є колосальна сума, що часто перевищує мільйон доларів. Учасники гри розташовуються перед 26 запечатаними валізами, в яких знаходяться різні суми грошей – від 1 долара до 5 млн доларів. Зрозуміло, учасники гри не знають, яка сума знаходиться в конкретній щільно закритій валізі, але в кожному раунді гри учасник позбавляється від однієї з 26 валіз, з тим щоб до кінця гри залишити всього одну валізу з максимальним виграшем. Кожна валіза, яку гравець прибирає з гри, негайно відкривається, і його вміст оголошується: при вдалому виборі гравець позбавляється від валізи з мінімальним виграшем (скажімо, в 1 долар), а при невдачі він може вивести з гри і максимальний виграш в 5 млн доларів. Ключовий момент гри полягає в тому, що перед тим, як гравець робить черговий вибір, який чемодан слід вивести з гри і відкрити, ведучий пропонує йому деяку суму грошей в обмін на припинення гри. Торгівля супроводжується питанням: «Deal or No Deal?» («Домовилися?»). У учасника гри, таким чином, є вибір: ризикнути і продовжити гру, відкривши (видаливши) наступний валізу, або не ризикувати і взяти гроші. Структура телевізійної гри дозволяє економістам вивчати вплив, який чинить щойно прийняте гравцем рішення на його подальший вибір: ризикувати чи ні в наступному раунді. Аналіз ігор показав, що випробовувані дійсно схильні ризикувати, демонструючи break even effect, якщо випадково виводять з гри максимальний виграш, і house money effect, вдало видаливши мінімальні виграші.

Річард Докінз (Dawkins, 1976) висунув припущення про існування еволюційно стабільної поведінки більшості, що постійно тестувалась еволюцією, а відтак, є оптимальною в даних умовах навколишнього середовища. Згідно Р. Докінза еволюційно стабільна стратегія – це така стратегія, якою керуються більшість осіб популяції і яка є переважнішою всіх інших альтернативних стратегій, тобто з еволюційної точки зору певну поведінку може бути засвоєно більшістю лише в тому випадку, якщо вона краще своїх альтернатив. У результаті раціональним рішенням може вважатися рішення слідувати за більшістю. Максимізація власної вигоди і «конформізм» – єдино вірна стратегія, що дозволяє вижити, -– вважає Докінз. Виходить, що автоматична конформність, будучи ефективною стратегією на етапі природного відбору, може зіграти злий жарт і призвести до несподіваних наслідків функціонування людини в сучасному суспільстві.

9.6. Математична модель впливу суспільних інститутів на ефективність економіки України. В економічній літературі в останні роки широко дискутується проблема походження суспільних інститутів та їх впливу на розвиток економіки країни [20]. Під суспільним інститутом розуміють систему норм та правил, якими користуються люди в процесі свого спілкування та спільної діяльності.

Проте основні задачі моделювання впливу суспільних інститутів на економічний розвиток країни все ще залишаються не вирішеними. Зокре-ма, такі процеси, як корупція і ефективність роботи економічних інститутів, розглядаються, зазвичай окремо.

Далі побудовано математичну модель для опису впливу суспільнихінститутів та корупції на ефективність виконання економічних проектів. Показано, що неефективні суспільні інститути призводять до економічних втрат, які можуть бути співставними із втратами, спричиненими тіньовим бізнесом. Отримані результати дозволили визначити перспективні напрямки розвитку реформування економіки за рахунок внутрішніх ресурсів для країн, економіка яких знаходиться у перехідному стані (передовсім – для України).

1. Постановка задачі. Базова модель.

Далі зосередимося лише на формі ведення економічної діяльності у вигляді виконання проектів. В цьому випадку вплив інститутів на економічну ефективність проекту відбувається двома каналами:

1. Наявність затримок у часі на хід бізнесового проекту на всіх його етапах.
2. Наявність корупції з боку суспільних інститутів (дозвільна система, «відкати» тощо).

В результаті у пострадянських країнах сформувався досить специфічний спосіб ведення бізнесу, математична модель якого буде побудована нижче.

Розглянемо n-стадійний проект. На кожній із стадій i його виконання формується дохід $P_i > 0$ і затрати $E_i > 0$, $i = \overline{1,n}$. При цьому $P_i > E_i$.

Під час переходів (трансакцій) між окремими стадіями проекту проходить певний час. Для урахування цього необхідно ввести на всіх стадіях два різнорідні фактори:

– по-перше, потрібно урахувати наявність безрозмірного дисконтного фактора $0 < \beta_i < 1$ (далі будемо вважати, що $\beta_i = \beta \ \forall \ i$);

– по-друге, потрібно урахувати наявність трансакційних витрат фактора $0 < \alpha_i$, які є безрозмірним множником і збільшують затрати на даній стадії проекту в $(1+\alpha_i)$ разів.

Розглянемо сутність величин α_i. Перш за все, в них входять, наприклад, хабарі чиновникам та іншим службовцям («відкати»), які надають дозвіл на виконання відповідної стадії проекту. Але в ці величини повинен також входити: ризик від розкриття конкурентам «ноу-хау» проекту певним службовцем, страхування від інфляції, страхування від ризику отримати відмову на черговому етапі просування проекту, та ще багато чого.

Цей перелік залежить від конкретного проекту, і може змінюватися залежно від галузі економіки, регіону тощо. Зокрема, на його величину і кількість каналів впливу буде впливати перебіг політичних процесів в країні.

Таким чином, величини α_i визначаються як економічними, так і політичними причинами. Через це ефективність виконання проекту буде залежати саме від особливостей побудови та функціонування суспільних інститутів в даній країні. Зокрема, навіть сам розподіл проекту на окремі стадії може залежати від інституціональних особливостей: виділення стадій проекту часто визначається дозвільними процедурами діючого законодавства, яке для пострадянських країн зазвичай не відповідає ринковим умовам.

Очікуваній дохід від виконання даного проекту дорівнює P_0. Ця величина може бути оцінена лише для умов ринку на початковій стадії проекту (стадії розробки), тому що прогноз майбутнього стану ринку, який буде по

його закінченні, неможливо здійснити внаслідок відсутності необхідної інформації.
Збираючи разом всі доданки, враховуючи дисконтування та витрати на трансакції, отримуємо таку задачу для інвестора:

$$I_1 = \max_E\{\beta^4 P_0 - \sum_{i=1}^4 \beta^{i-1}(1+\alpha_i)E_i\}. \quad (9.1)$$

В країні із розвиненою економікою та, відповідно, розвиненими суспільними інститутами, кількість «регламентуючих» стадій є суттєво меншим за ту, яка врахована в (9.1). Тому для розвиненої економіки інвестор вирішує таку задачу:

$$I_2 = \max_E\{\beta P_0 - \sum_{\mathrm{i}=1}^4 E_i\}. \quad (9.2)$$

В (9.2) враховано, що максимальний прибуток інвестор отримує за умови, що *всі* стадії інноваційного проекту виконуються одночасно. Звичайно, в реальному випадку існує і розбиття на тимчасові періоди, і трансакційні витрати, пов'язані із завантаженістю викладача, протее вони істотно менші, ніж для пострадянських держав. Крім того, трансакційні витрати і тимчасове розбиття інноваційного проекту в розвинених країнах, як правило, прагне до оптимальної якраз унаслідок «настроєності» розвиненої економіки на їх мінімізацію.
Співвідношення (9.2) в цьому сенсі є якимсь «ідеальним» інноваційним проектом, який є свого роду «еталоном».

2. Опис механізму прийняття рішення про інвестування.

Тут буде розглянута ситуація, коли у інвестора є вибір між двома різними інститутами для здійснення інноваційного проекту.

Перший інститут – той, який існує сьогодні і який дістався Україні «вспадок» від колишнього СРСР.

Другий інститут – це «ідеальний» із погляду трансакційних і часових витрат інститут (близько до нього і прагнуть організувати роботу в розвинених країнах).
Таким чином, інвестор порівнюватиме між собою умову (9.1) і умову (9.2).

3. Раціональне прийняття рішення.

Отже, інвестор порівнює між собою два вирази: I_1 і I_2. По суті, він робить вибір між *двома суспільними інститутами*, через яких відбувається соціалізація нового знання в даному суспільстві. Він вибере «розвинений» інститут тільки у випадку, якщо виконано співвідношення $I_1 < I_2$.

Перепишемо вирази для I_1 і I_2 в наступному вигляді

$$I_1 = \beta^3(\beta\ P_0 - \sum_{i=1}^4 \beta^{i-4}(1+\alpha_i)E_i), \quad (9.3)$$

$$I_2 = \beta\ P_0 - \sum_{i=1}^{4} E_i. \tag{9.4}$$

Із порівняння виразів (9.3) і (9.4) з урахуванням нерівностей $\alpha_i > 0$ і $\beta < 1$неважко бачити, що наступна нерівність $I_1 < I_2$ виконується завжди. Таким чином, має місце висновок: при фінансуванні інноваційних проектів інвестор *завжди* вибиратиме той суспільний інститут, який найбільш близький до того, що функціонує в розвинених країнах і який описується формулою (9.2).

4. Інтерпретація і аналіз результатів.

Описаний вище вибір інвестора має для розвитку пострадянської держави вирішальне значення, оскільки саме він визначає контури і напрями майбутнього перетворення соціально-економічного інституту під назвою «наука». Кількісні величини далі приводяться для умов, які характерні для України.

Інвестор здійснюватиме інвестування тільки у разі, коли відношення доходу до витрат перевищуватиме ставку комерційних банків. В умовах України сьогодні це порядку 15%, тобто повинне бути виконане співвідношення

$$\frac{P_0}{\sum_{i=1}^{4} E_i} > \frac{1}{\beta}. \tag{9.5}$$

Зауважимо, що співвідношення (9.5) виконується *завжди* через умову(9.2) і припущення про раціональну поведінку інвестора: для будь-якого проекту прибуток повинен бути завжди позитивним (навіть більш того: інноваційні проекти фінансується із віддачею, що перевищує витрати у декілька разів).

Оцінимо втрати суспільного і приватного блага за рахунок того, що в сучасній Україні існує тільки перший – неефективний – механізм для інтеграції науки в економіку. Це ті суми, які втрачає суспільство. Оскільки завжди виконана умова $I_1 < I_2$, то втрати суспільного і приватного блага можуть бути оцінені як

$$\Delta = I_2 - I_1. \tag{9.6}$$

Це співвідношення може бути переписане в наступному вигляді:

$$\Delta = \beta\ (1 - \beta^3)\ P_0 + \ \alpha_1\ E_1 - \sum_{i=2}^{4}\ [1 - \ \beta^{i-1}\ (1 + \ \alpha_i\ ) E_i]. \tag{9.7}$$

Перш за все, розглянемо зміст величини α_i. В цю величину входять хабарі чиновникам («відкати»), що дають дозвіл про включення інноваційного проекту в програму робіт даного наукового інституту, ризик від розкриття «ноу-хау» конкурентам яким-небудь чиновником або клерком, страхування від інфляції, страхування від ризиків дістати відмову на черговому етапі «просування» проекту, і багато що інше. В умовах України сьогодні величини «відкотів», по різних оцінках складає близько 30-40%, тобто можна покласти α_i = 0.3 ÷0.4 (підкреслимо, що це є оцінкою знизу, оскільки в ній не врахована можливість розкриття ноу-хау, страхування від риски і багато інше). Оскільки рівень процентної ставки в гривнах в комерційних банках України сьогодні складає більше 15%, то дисконтний множник можна прийняти рівним $\beta = (1+0.15)^{-1}$ = 0,87. Тоді нерівність $I_2 - I_1 > 0$ можна оцінити як

$$\Delta > 0.34\,E_1 + 0.56\,E_2 + 0.4\,E_3 + 0.26\,E_4. \qquad (9.8)$$

Тут враховується як неефективний розподіл часу виконання стадій проекту, так і урахування корупції.

Чисто корупційні втрати для України можуть бути оцінені при обліку тільки корупційних втрат, які матимуть місце за умови «ідеального» часового розподілу етапів.

$$\Delta_{cor} > \sum_{i=1}^{4} \alpha_i\ E_i \approx 0.4\,E, \qquad (9.9)$$

де E – це *повні витрати* при виробництві інновації.

Інституційні ж втрати суспільного і приватного блага – тобто втрати *виключно тільки* із-за недосконалих механізмів функціонування інституту науки в Україні – складають

$$\Delta_{inst} > (1 - \beta^3)\,E_1 + \beta\,(1 - \beta^2)\,E_2 + \beta^2\,(1 - \beta)\,E_3 =$$

$$= 0.34\,E_1 + 0.21\,E_2 + 0.1\,E_3\,. \qquad (9.10)$$

Зауважимо, що інституційні і корупційні втрати виявилися порівнюваними між собою. Іншими словами, навіть «усунення» корупції в даному інституті в умовах України не позначиться істотним чином на його ступені ефективності його функціонування. Співвідношення (9.9) – (9.10) свідчать, що в умовах сучасної України є величезні резерви для істотного зростання суспільного і приватного блага, тобто для зростання економіки. Зокрема, сьогодні ці втрати порівнянні з вартістю всього виробленого в Україні інноваційного продукту.

5. Висновки.

Як видно з вище наведенного, для того, щоб економіка пострадянської держави розвивалася за інноваційним шляхом, необхідно *докорінним чином* змінити суспільний інститут науки, що існує сьогодні в цій країні і призначений для впровадження в економіку інновацій. Іншими словами, в умовах пострадянської держави необхідні *нові механізми для організації* не просто «наукової діяльності», але також і *нові інститути* для соціалізації цих знань шляхом впровадження їх в економічне життя.

Реалії, що існують сьогодні, в не дають можливість інноваторам, які поки все ще є в цих країнах, брати участь в процесі інноваційного розвитку економіки.

Далі розглядаємо якісний опис механізмів для впровадження інновацій, які спираються на інститути, що існують сьогодні.

Відомо, що будь-яка інновація може бути соціалізована тільки і лише шляхом її включення в економіку.

Тепер розглянемо економічні характеристики для двох різних шляхів соціалізації наукової інновації.

Шлях перший – в пострадянських країнах, перш за все Україні, існує тільки він. Інновацію придумує конкретна людина – вчений. Далі він збирає колектив для її верифікації – перевірки (потрібно включити в «перспективний план»). Після цього пишеться звіт про виконану роботу (даремно витрачений час, враховуючи також необхідність численних узгоджень – «збирання підписів»). Далі цей звіт передається іншій групі людей, які на підставі нього створюють «промисловий зразок» (знову включення в «перспективніплан» установи, знову написання звітів і «збирання підписів»). Після чого обидві групи людей шукають «виробника», – сьогодні це, як правило, приватна фірма. Оскільки в країні відсутні інститути інформаційного плану, такий «пошук інвестора», який робиться *неспеціалістами*, може тривати дуже довго (ми навіть не включили його як окрему стадію!). Після цього вже фірма починає шукати людей, які змогли б *випускати* таку інноваційну продукцію. Але оскільки обидві групи людей працювали в умовах конфіденційності, то є всього 2 варіанти. Або ці люди кидають своє попереднє місце роботи і починають працювати інженерами і робітниками (до чого вони, до речі кажучи, не готові, бо не мають необхідних навиків і компетенцій!), або ж вони починають навчати групу нових людей – майбутніх інженерів і висококваліфікованих робітників.

Знаючи практику «планування розвитку науки» в пострадянських країнах, легко оцінити часові втрати на кожен з описаних вище етапів: інновація «доходить» до споживача в кращому разі років так через 4-5 після її верифікації. Про дотримання конфіденційності тут навіть й говорити не доводиться: величезна кількість звітів (які здатний «розтиражувати» будь-який клерк!) приводить до того, що «ноу-хау» може бути відновлене будь-якою достатньо кваліфікованою людиною.

Порівняємо це із другим *шляхом* (а в розвинених країнах світу існує тільки він). Новатор-вчений вже в процесі верифікації формує навколо себе групу молодих – ще не навчених! - людей, і навчає їх навичкам та компетенціям, які необхідні для серійного виробництва інновації. Навчання він здійснює спільно з іншими людьми, яких він запрошує в «команду» у міру потреби, і які працюють в тій же організації (на того ж працедавця, – це до питання про збереження конфіденційності!). Фірма – майбутній серійний виробник (яка й здійснює соціалізацію «нового») – отримує одночасно і необхідний новий товар, і вже згуртовану, навчену групу людей для його виробництва. До речі: «плодінням паперів» тут займатися сенсу немає: «ноу-хау» зосереджене в конкретних людях, які й приходять працювати на фірму.

Питання: який з шляхів «працює швидше» і з мінімальними трансакціями? Відповідь очевидна: другий шлях цілком може обернутися максимум в 1 рік після верифікації інновації. При цьому тільки другий шлях дозволяє досягти монополії – тобто отримати максимальну вигоду. А це означає, що тільки другий шлях і працюватиме в розвиненій економіці.

І це дійсно так. Інноватор-професор працює в університеті. Як тільки він «придумав нове», навколо нього негайно збирається група студентів, які починають йому допомагати! Студенти в цьому зацікавлені: якщо продукт «піде», то вони матимуть гарантовані робочі місця. Всі вони разом «доводять» інноваційний продукт до готовності для передачі на фірму.
Якщо потрібна допомога фахівця – так в тому ж самому університеті працює багато «потрібних» професорів. Фірма отримує і продукт, і готову команду з випускників для його виробництва.

До речі: професор при такій системі зацікавлений в тому, щоб на старших курсах бакалаврату (не говорячи вже про магістрат!) студенти отримували б усі необхідні для виробничої діяльності уміння і навики.

Сучасна економіка сильна тим, що вона враховує інтереси всіх сторін, які беруть участь в економічній діяльності. Як видно, при роботі по *другому* шляху інтереси *всіх* учасників *співпадають*, що свідчить про те, що ми, ймовірно, маємо справу з оптимумом по Парето та рівновагою Неша.

Значить, рано чи пізно, а буде саме так: без «академічної» і без «галузевої» науки, з прямими контрактами на «розробку нового» між фірмою і конкретним викладачем (не університетом, а саме з викладачем!). Саме по такому шляху і розвиватимуться інститути впровадження науки, природно, за наявності відповідних «правил гри». Тому що це – вигідно. Що, до речі, і відбувається в країнах Східної Європи.

Природно, «академіки» і «галузевики» опиратимуться цьому процесу: їм-то якраз це невигідно! Вони й роблять сьогодні це, намагаючись використовувати своє «право експерта». Але питання функціонування науки – це ж і є саме питання виключно економічне. Без створення на державному рівні (це - також вимога сучасної економіки) умов для того, щоб в Україні «запрацював» *другий* шлях, прийнятий в розвинених країнах, пострадянські країни *ніколи* не зможуть розвиватися за інноваційним та інвестиційним сценаріями. А оскільки вони надзвичайно швидко втрачають свій науковий потенціал, то наслідки будуть летальними: Україна *назавжди* прилучаться до країн «третього світу», де масової науки немає взагалі.

До речі: а в «радянські часи» організатори науки завжди знали і ви користовували цей «*другий*» шлях, коли з'являлася необхідність в *швидкій* соціалізації інновацій! Наприклад, саме за таким сценарієм *раніше* функціонував створений в післявоєнний час Фізико-технічний інститут (знаменитий «Фізтех»): старшокурсники працювали безпосередньо в лабораторіях *спільно* із науковцями. І так було завжди, коли країні потрібний був *результат*. Проте це було *виключенням*, а не правилом.

Запитання для самоперевірки

1. Що вивчає нейроекономіка і які науки вона інтегрує у своєму підході до прийняття рішень?
2. Яку роль відіграють когнітивні та емоційні нейронні системи у формуванні економічного вибору?
3. Які основні етапи процесу прийняття рішень виділяють у нейробіологічній теорії?
4. У чому полягає відмінність між Системою 1 і Системою 2 за Д. Канеманом?
5. Які ділянки мозку пов'язані з емоційною реакцією на несправедливість у грі «Ультиматум»?
6. Який висновок щодо ролі DLPFC був підтверджений експериментами з транскраніальною магнітною стимуляцією (ТМС)?
7. Що таке міжчасовий вибір і в чому полягає феномен тимчасового дисконтування?
8. Який зміст мають параметри β і δ у нейроекономічній моделі міжчасового вибору?
9. Чим відрізняються персоніфіковані та неперсоніфіковані моральні дилеми з точки зору нейронної активності?
10. Які ефекти ризикової поведінки описали Талер і Джонсон (break even effect та house money effect)?

Питання для самостійного опрацювання

1. Чому нейроекономіка вважає очікувану корисність не лише економічною, а й нейронною категорією?
2. Як взаємодія емоційних і раціональних систем мозку пояснює систематичні відхилення від класичної раціональності?
3. Чому несправедливі пропозиції в ультимативній грі часто відхиляються навіть за наявності матеріальної вигоди?
4. Як емоційний праймінг впливає на економічні рішення і чому цей ефект є важливим для поведінкової економіки?
5. Чому феномен тимчасового дисконтування не можна повністю пояснити стандартною експоненційною моделлю?
6. Як нейроекономічні дані підтверджують конкуренцію між імпульсивними та довгостроковими мотиваціями у виборі?
7. Чому моральні дилеми типу «трамвая» дають різні відповіді залежно від рівня персоніфікації ситуації?
8. Як результати нейроекономічних досліджень моралі узгоджуються з дуалізмом Системи 1 і Системи 2?

9. Чому емоції можуть підвищувати схильність до ризику після виграшів і програшів?
10. У чому полягає небезпека автоматичної конформності як еволюційно стабільної стратегії в сучасному суспільстві?
11. Як приклади з нейроекономіки доповнюють, але не заперечують класичну економічну теорію вибору?
12. Які практичні наслідки для економічної політики та інституційного дизайну випливають із нейроекономічних результатів?

Список рекомендованої літератури

1. Кеан К. Експериментальна економіка: принципи і методи. Київ: Академія, 2020. 320 с.
2. Гілберт Д. Поведінкова економіка: теорія, експерименти і практика. Київ: Лібра Терра, 2021. 275 с.
3. Левітін Д. Мозок і економіка: нейробіологічні основи поведінки в ринковій економіці. Харків: Фоліо, 2019. 350 с.
4. Орлов С. В., Криволап С. В. Теорія ігор та її застосування в економічних дослідженнях. Харків: ХНУ, 2022. 280 с.
5. Фрідман Д., Рабінович М. Поведінкова економіка: від теорії до практики. Одеса: Астропринт, 2018. 310 с.
6. Поведінкова економіка: від теорії до практики: міждисциплінарний авчальний посібник. За науковою ред. к.е.н., доц. Татомир І.Л., к.е.н., доц. Квасній Л.Г. Трускавець: ПОСВІТ, 2022. 408 с. URL: https://financial.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2022/11/PovedinkovaEKONOMIKA-2022-1.pdf
7. Поведінкова економіка [Електронний ресурс] : методичні рекомендації до практичних завдань для студентів усіх спеціальностей другого (магістерського) рівня / уклад. В.В. Ушкальов. Харків : ХНЕУ ім. С.Кузнеця, 2018. 49 с. URL: https://repository.hneu.edu.ua/bitstream/123456789/26053/1/2018-%d0%a3%d1%88%d0%ba%d0%b0%d0%bb%d1%8c%d0%be%d0%b2%20%d0%92%20%d0%92.pdf
8. Мажара Г.А. Моделювання ірраціональної поведінки економічних агентів на товарному ринку. Дисертація на ступінь на здобуття наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 051 Економіка. Київ, КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020 р. 153 с. URL: https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/383fd784-1c69-4ecc-a3ec-02a41240a67b/content
9. Капустян В.О., Мажара Г.А., Фартушний І.Д. Моделювання економіки: підручник для здобувачів ступеня бакалавра спеціальності 051 Економіка. Електронне мережеве видання. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 207 с.
10. Теорія ігор та економічна поведінка. [Електронний ресурс] : курс лекцій : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освіт. програмою «Економічна аналітика» спец. 051 Економіка / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В.О. Капустян, Г.А. Мажара, Ж.Т. Черноусова. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. 183 с. URL: https://ela.kpi.ua/handle/123456789/76917
11. Теорія ігор та економічна поведінка. [Електронний ресурс] : практикум: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освіт. програмою «Економічна аналітика» спец. 051 Економіка / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: В.О. Капустян, Г.А. Мажара, Ж.Т. Черноусова.

Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. 136 с. URL: https://ela.kpi.ua/handle/123456789/77106

12. Теорія ігор та економічна поведінка. [Електронний ресурс] : рек. до виконання розрахунк. роботи : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освіт. програмою «Економічна аналітика» спец. 051 Економіка / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В.О. Капустян, Ж.Т.Черноусова. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. 86 с. URL: https://ela.kpi.ua/handle/123456789/77413
13. Капустян В.О. Оптимальне керування та теорія ігор в економіці. Курс лекцій [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Економічна аналітика» спеціальності 051 Економіка / В. О. Капустян, Г. А. Мажара ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ: КПІ ім. Ігоря, 2023. 120 с. URL: https://ela.kpi.ua/handle/123456789/62311
14. Волошин О. Ф., Мащенко С. О. Моделі та методи прийняття рішень. Навчальний посібник. Київ: ВПЦ «Київський університет», 2010. 336 с. URL: https://csc-knu.github.io/tpr/lectures/voloshyn-mashenko.pdf
15. Мащенко С. О. Збірник задач з теорії ігор. Київ: НУБіП України, 2014. 105 с.