

Традиційно, уже понад 110 років, у Стокгольмі та Осло 10 грудня відбуваються урочистості церемонії нагородження лауреатів Нобелівської премії. Подія привертає неабияку увагу не лише науковців, а й широкого загалу, бо йдеться про здобутки вчених і фахівців, що стали результатом багаторічного творчого пошуку й звитяжної праці та дістали беззаперечне визнання світової наукової спільноти. Цю найвідомішу й найпрестижнішу міжнародну відзнаку присуджують за унікальні наукові дослідження, революційні відкриття та винаходи в галузі фізики, хімії, економіки, медицини й фізіології, а також за вагомий внесок у культуру і справу миру. Сума Нобелівської премії-2012 у кожній номінації становить 1,1 мільйона доларів США.



44

Конкуренції і кооперації крізь призму теорії ігор



Михайло ДОВБЕНКО,
доктор економічних наук,
директор Інституту відкритої політики

Теоретичні досягнення і практичні розробки американських економістів Л. Шеплі та Е. Рота в галузі теорії ігор неабияк вплинули на розвиток економічної науки. Саме за розроблення теорії стабільних поєднань і дизайну практичних ринкових механізмів їм присуджено Нобелівську премію 2012 року. Оскільки наведене формулювання Нобелівського комітету здається досить абстрактним, то перед викладенням суті наукового доробку нобеліантів пригадаймо деякі базові положення теорії ігор.

Взаємодія між людьми, зокрема в економічній сфері, зазвичай передбачає сув'язь конкуренції і кооперації. Наприклад, переговори між замовником і постачальником про закупівлю певної продукції водночас є і кооперативними (це проявляється в тому, що обидві сторони бажають укласти угоду), і конкурентними (бо кожна сторона прагне мати умови, сприятливіші для себе й водночас менш сприятливі для іншої сторони). Люди кооперуються для організації корпорацій, а потім конкурують з іншими корпораціями в діловому житті й одночасно конкурують між собою за краще, наприклад впливовіше, становище всередині корпорації. Іноді між «кооперацією» і «конкуренцією» взагалі неможливо провести чітку межу.

Модельовання схожих ситуацій, пов'язаних із взаємодією людей, на основі аналізу в раціональній, а не психологічній чи соціологічній площині – це і є ігри. Їхніх учасни-

ків називають гравцями, цільову функцію – платіжною операцією, а отримані гравцями «доходи» – виграшами.

Різні види ігор можна класифікувати, ґрунтуючись на певному принципі: за властивостями платіжної функції, характером попередніх переговорів між гравцями, кількістю стратегій. Стратегія – це набір сформульованих для гри правил, які визначають вибір варіанта в будь-якій можливій ситуації. За кількістю стратегій розрізняють кінцеві та безкінечні ігри. За характером попередньої домовленості між гравцями ігри поділяють на кооперативні та некооперативні. Гра вважається кооперативною, якщо перед її початком гравці створюють коаліції і приймають взаємні зобов'язання щодо своїх стратегій, або некооперативною – коли гравці не можуть координувати свої стратегії в такий само спосіб.

У перші роки існування теорії ігор кількість гравців була в межах 2–4 із

суто абстрактними моделями. Приблизно з 1960 року дедалі більше уваги почали приділяти іграм з великою чисельністю гравців, в яких жоден із них не може вплинути на загальний результат.

Схожі схеми природно виникають у суспільних науках як моделі ситуацій, в яких є велика кількість дуже «малих» індивідів, подібних до споживачів у економічній системі чи виборців під час голосування. З математичної точки зору, зазвичай зручніше представляти ці ігри з допомогою «континууму» гравців – подібно до континууму крапель у рідині. Такі ігри називають неатомічними, вони можуть, наприклад, моделювати велику економіку, в якій задіяно тільки дрібних покупців і маленькі фірми-продавці, без втручання держави.

Одним із завдань цієї теорії є апіорна оцінка ігор, до якої ми повернемося після представлення її першого дослідника Л. Шеплі.



Ллойд Стауелл Шеплі



Елвін Елїот Рот

Ллойд Стауелл **ШЕПЛІ** (Shapley) народився 2 червня 1923 року в єврейській сім'ї в американському місті Кембриджі. 1941 року вступив до Гарвардського університету, але через два роки його призвали до армії. До 1945-го служив сержантом у Військово-повітряних силах США в Ченду (Китай). Після війни повернувся на навчання до Гарварда і 1948 року закінчив університет, здобувши ступінь бакалавра гуманітарних наук з математики. Докторську дисертацію захистив 1953 року в Принстонському університеті. Після цього до 1981 року працював у корпорації «Ренд», яка впродовж тривалого часу мала статус провідного дослідницького центру в галузі теорії ігор. Потім перейшов на викладацьку роботу, обіймаючи посаду професора Каліфорнійського університету (м. Лос-Анджелес). Учений є редактором низки збірників наукових праць, автором багатьох книжок й економічних статей, серед яких чи не найвідоміша «Концепції і теорії чистої конкуренції» (1967).

Л. Шеплі нагороджений бойовою медаллю «Бронзова зірка» (1944), премією імені Дж. фон Неймана (1981). Він почесний член Американської економічної асоціації, член Міжнародного економетричного товариства, Американської академії мистецтв і наук, Національної академії наук США, почесний професор Каліфорнійського і почесний доктор Єврейського університетів.

Найвидатніший внесок в економічну науку Л. Шеплі зробив 1953 року, запропонувавши концепцію ціни в теорії ігор, яка міститься в апріорній оцінці того, що може очікувати на гравця чи групу гравців, якщо вони вийдуть з гри. Схематично, без громіздких математичних формул

пояснимо її суть. У коаліційній грі основна увага зосереджена на формуванні різних коаліцій гравців і поділі «пирога», тобто платежів, які вони отримують у результаті спільних конфіденційних дій. Принцип паювання вигравшів ґрунтується на тому, що кожний гравець отримує особливу оцінку, так звану ціну Шеплі, яка визначається його очікуваним внеском як учасника всіх можливих коаліцій (досить часто це широковідоме значення називають вектором Шеплі). Ця ціна формується на основі набору запропонованих ученим аксіом і встановлює питому вагу кожного гравця в будь-якому коаліційному «пирозі».

Інколи, наприклад під час голосування, ціна представляється відповідним показником. Л. Шеплі і М. Шубік 1954 року вирахували вектор Шеплі для схеми голосування на виборих до федеральних органів США, вони встановили й апріорний розподіл сил у Раді Безпеки ООН, з'ясувавши, що «велика п'ятірка» мала «силу» 98,7%, а решта 6 учасників – лише 1,3%. Той, хто відповідає за процедури голосування в Європейському Союзі, має можливість застосовувати індекс (впливу) Шеплі–Шубіка, щоб проаналізувати й зрозуміти, як саме поведуться представники деяких країн. Цей метод має прикладне значення і дає змогу складати досить вірогідні прогнози голосування в Євросоюзі.

Уже в перші роки дослідницької діяльності Л. Шеплі одержав фундаментальні новаторські результати: визначив поняття значення для кооперативних ігор, поклав початок теорії стохастичних (випадкових) ігор, розробивши спільно з Д. Джиллісом поняття ядра для них і створивши (у співавторстві з Дж. Мілнором) перші ігрові моделі з континуумом гравців. Написа-

на спільно з Дж. Мілнором праця «Океанічні ігри» стала потужним поштовхом для подальшого розвитку теорії ігор. Автори розглядали їх як своєрідний «океан» (нині ми називаємо це континуумом) малих гравців і невелику кількість великих гравців, яких вони називали атомами. Такий підхід дав можливість реалістичніше аналізувати ринки, де фігурувала обрхункова безкінечність гравців, замість якої дослідники запровадили поняття континуума.

Продовжуючи дослідження, Л. Шеплі вперше розглянув антагоністичну стохастичну гру для двох учасників та узагальнив рівняння Р. Беллмана. Його ранні праці у співавторстві з Р. Сноу та С. Карлінім так вичерпно пояснили матричні ігри, що й понині до цього не додано майже нічого нового. А от інші його дослідження, присвячені, зокрема, теорії корисності, неатомічним іграм і довгостроковій конкуренції, навпаки, викликали появу великої кількості наукових праць.

Завдяки ще одній невеликій публікації Л. Шеплі «Вступ до коледжу і міцність шлюбу» (у співавторстві з Д. Гейлом) зародився окремий напрям теорії ігор, а саме теорія порівняльних ринків. Це дослідження має велике практичне і, безперечно, зіставне значення навіть для роботи з аукціонами в теорії стратегічних ігор. У цій широковідомій статті автори дослідили проблему формування стабільних подружніх пар для двох рівновеликих популяцій чоловіків і жінок, орієнтуючись на стабільний розподіл учасників по коаліціях, за яким у них не виникають стимули до формування нових утворень.

Передбачено, зазначали Л. Шеплі і Д. Гейл, що переваги кожного учасника задані у вигляді списку за ранжиром усіх потенційних партнерів. Завдання полягає в тому, щоб створити сімейні пари на основі таких переваг, які не припускають появи бажання в жодній парі знову поєднатися, відмовившись від своєї попередньої другої половини. Як правило, такий стабільний розподіл по парах неможливо здійснити за один раз. Необхідна кінцева послідовність ітерацій, відома як алгоритм Гейла–Шеплі. На першій ітерації кожна наречена робить пропозицію, обираючи найкращу кандидатуру зі свого списку. Кожний обраний жених або відхиляє пропозицію, або вносить ім'я залицяльниці до листа очікування, сподіваючись на ліпший варіант. Знехтувані наречені роблять повторні пропозиції на другій ітерації і т.д. У фіналі процедури зникає потреба в формуванні нових пар, і в такий спосіб забезпечується стабільний розподіл чоловіків і жінок на пари.

Однак тут не все так просто з точки зору принципів справедливості. Отримане рішення цілком задовольняє лише ту сторону, що робить перший крок, – у нашому випадку це наречені. Право першого ходу дає їм істотну перевагу, завдяки якій вони реалізують найкращі для себе варіанти, а частина женихів залишається у програвші. Вони могли б поліпшити своє становище, зробивши нові пропозиції, але будуть знехтувані колишніми резервними нареченими, яких задовольняє їхній статус-кво. Ситуацію можна кардинально змінити, застосувавши таку само процедуру, але надати право першої пропозиції женихам. Однак у такому разі в програвші будуть наречені.

Отже, в схожих ситуаціях багато залежить від організації інформаційного обміну. Проте в деяких учасників може бути резон приховати правдиву інформацію про свої переваги. Наприклад, прагматично налаштована наречена може поставити на чільне місце у своєму списку не того жениха, який насправді подobaється їй найбільше, а іншого за рангом. Це може статися, якщо перший приваблює багатьох суперниць і є сенс діяти так, щоб не втратити прийнятний реальний, хоч і не найкращий варіант. Якщо так чинитимуть й інші наречені, то найкращий жених не отримає належної оцінки й система добору знову дасть збій.

Е. Рот у деяких працях 1980-х років показав, що використання алгоритму Гейла–Шеплі припускає можливість маніпулювання інформацією, однак у багатьох випадках вигідніше все-таки казати правду. Розроблений теоретично оптимальний механізм пошуку парних відповідностей він зумів розвинути для розв'язання прикладних задач.

Елвін Еліот **РОТ** (Roth) народився 19 грудня 1951 року в єврейській сім'ї учителів у Нью-Йорку. Навчався в школі ім. М. Бюрена в Квінті, але, не довчившись, залишив її у п'ятнадцятирічному віці. Відвідував курси інженерів при Колумбійському університеті і, врешті, був зарахований до нього на інженерне відділення, яке закінчив 1971 року. Потім закінчив аспірантуру в Стенфордському університеті (1974). З 1986 до 1995 року викладав одночасно у Хайфському Техніоні, Єврейському університеті в Єрусалимі й Тель-Авівському університеті.

Нині є професором Гарвардського університету, викладає в Гарвардській школі бізнесу. Продовжує працювати в галузі експериментальної економіки – досліджує так звані відрозливі ринки, сфери, де грошові трансакції існують, але з якоїсь причини вважаються в суспільстві неприйнятними (наприклад, передача людських органів, сурогатне материнство тощо). Був консультан-

том із соціально-економічних питань місцевих органів у США.

Е. Рот – автор підручника «Моделі теорії ігор у переговорах», «Довідника з експериментальної економіки» (у співавторстві з Дж. Кейджелом), багатьох наукових статей, надрукованих, зокрема, в академічних медичних журналах («Трансплантологія», «Гастроентерологія», «Журнал американської медичної асоціації»).

Конкретним прикладом з реального життя, що підтверджує емпіричну переконливість завдання пошуку стабільних парних розподілів, стали дослідження Е. Рота американського ринку випускників медичних коледжів, де щорічно поставала проблема працевлаштування великої кількості молодих лікарів. Водночас виникала проблема пошуку оптимальних варіантів: лікарям не байдуже місце майбутньої роботи, тоді як лікарні можуть віддавати перевагу випускникам певних коледжів і за певними спеціальностями з урахуванням рівня підготовки. Вчений з'ясував, що ринок не спрацьовував у належний спосіб унаслідок стихійної організації обміну інформацією. Він дістав можливість втілити результати експериментів 1995 року, коли його запросили до NRMP (національного інформаційного центру з підтримки працевлаштування молодих лікарів) для розроблення нового алгоритму організації працевлаштування. Така необхідність була продиктована тим, що стало відчутним її очевидне викривлення в бік інтересів працевлаштовувачів (лікарні мали перевагу першого ходу). Тож студенти почали частіше вдаватися до маніпулювання інформацією або відмовлятися від послуг NRMP, шукаючи роботу іншим шляхом. Становище вдалося виправити, коли студентам дали можливість першими надавати свої пропозиції.

Велике практичне значення наукового доробку нобеліантів полягає в тому, що вони формують і вдосконалюють ринки, які, на перший погляд, загалом не є такими, тому що на них не використовуються гроші як обіговий засіб. Тобто, якщо в деяких сферах реального життя грошового обміну немає, а він потрібний, то виручає застосування алгоритму Гейла–Шеплі. Е. Рот фактично запровадив його в практику. Найвідоміший приклад – система пошуку органів для трансплантації. Учений розробив схему складних бартерних угод, що імітують більш звичні грошові механізми ринку. Припустимо, людина потребує пересадки донорської нирки, в неї є донор, але його нирка несумісна з імунною системою реципієнта. Продати й купити людські органи не можна – це заборонено законом і є неприйнятним з точки зору моралі та релігії. Що робити? Без функціонування відповідного ринку така ситуація аналогіч-

на смертному виroku для хворого. Е. Рот запропонував створити міжгоспітальний бартерний ринок донорських нирок з багатоступінчастими обмінами на базі адаптованого до цієї ситуації алгоритму Гейла–Шеплі. Тепер у госпіталь США успішно запроваджено бартерні обміни нирок, де завдяки складним, інколи навіть шестиступінчастим обмінам (60 учасників, 30 нирок) вдається рятувати багато життів.

Ще один приклад застосування алгоритму Гейла–Шеплі – розроблений вченими механізм розподілу абітурієнтів по університетах. Багато хто з нас пам'ятає відому з радянських часів систему вступу до вищих навчальних закладів, коли абітурієнт мав їхати й складати екзамени тільки в один ВНЗ, втрачаючи в разі невдачі рік, що аж ніяк не могло мати оптимальний результат. Абітурієнт, навіть упевнений у своїй силі, і гадки не мав, до якого вишу вступати, тож з'являвся великий ризик, що в престижному інституті може виявитися надлишок заяв інших сильних претендентів. Хто не бажав ризикувати, той обирав дещо гірший інститут. Тож і підсумок вступної кампанії не був оптимальним: хтось із сильних абітурієнтів не зміг вступити взагалі або потрапив до маловідомого закладу, а слабкі абітурієнти, які ризикнули, ставали студентами провідних інститутів.

Хоча чинна в Україні система вступу до вищих навчальних закладів, коли абітурієнт може подати заяву максимум до п'яти вищих навчальних закладів країни, є кращою за стару радянську, але й її не можна вважати оптимальною, бо бодай частково залишаються ті само проблеми. Абітурієнт не наважується претендувати на навчання у відомому університеті й опиняється у виші, що не відповідає його здібностям. Щоб реалізувати потенціал алгоритму Гейла–Шеплі, слід було б організувати централізовану розподільчу систему. Бо якщо освітні послуги надаються на бюджетній основі, то рішення про розподіл навчальних місць здійснюється за неринковими критеріями. А отже, організацькі функції має брати на себе держава.

Проаналізувавши результати масштабних і амбіційних досліджень Л. Шеплі та Е. Рота, можна стверджувати: їхні наукові розробки – це яскравий приклад дуже вдалого стикування фундаментальної теорії, емпіричних досліджень, лабораторних експериментів і успішних практичних рекомендацій, що сприяють удосконаленню ринкових інституцій у разі відсутності або неефективності класичних ринкових механізмів. Цим нобеліанти продемонстрували величезний потенціал і різноманіття економічної науки, а також забезпечили новий рівень популярності теорії ігор та експериментальної економіки.