

**TEORIA GIER** – dyscyplina badająca podejmowanie decyzji w warunkach, w których konsekwencje działań podejmowanych przez uczestników danej sytuacji zależą od działań pozostałych uczestników.

Nazwa pochodzi z gier hazardowych; do analiz sytuacji teoriogrowych wykorzystywany jest aparat matematyczny i stąd t. g. określa się mianem matematycznej teorii konfliktu (co stanowi zawężenie, gdyż rozpatrywane są nie tylko sytuacje konfliktu, ale też częściowego konfliktu, sojuszy i kooperacji), lub logiczno-matematycznej analizy sytuacji konfliktu i kooperacji.

T. g. jest teorią normatywną, tj. bada możliwe decyzje, poszukując decyzji optymalnych, które powinni podjąć gracze przy założeniu, że postępują racjonalnie i dążą do takiego zakończenia gry, które daje im możliwie najwyższą wygraną (gracz maksymalizuje zyski i (lub) minimalizuje straty), a każdy podejmując decyzję zakłada racjonalność innych uczestników gry.

Niekiedy t. g. traktuje się jako część teorii decyzji, niekiedy zaś uważa się, że choć obie dyscypliny analizują sposoby podejmowania optymalnych decyzji, to różnią się między sobą, gdyż w t. g. działania podejmowane przez każdego z uczestników mają wpływ na pozostałych uczestników gry, co gracze – podejmując decyzje w sprawie strategii postępowania – biorą pod uwagę, natomiast w teorii decyzji, decyzje mogą być podejmowane w warunkach ryzyka lub niepewności, ale nie zależą od strategicznych działań osób innych niż decydent.

W rozumieniu t. g. gra to taka sytuacja w której: a) można wskazać co najmniej dwóch uczestników zw. graczami, przy czym graczem może być osoba, firma, państwo, armia, partia polityczna, gatunek w sensie biologicznym; b) każdy gracz ma do wyboru pewną liczbę możliwych strategii gry; strategia to kompletny opis postępowania gracza, w każdej sytuacji, w jakiej może się znaleźć w trakcie gry. Wśród strategii wyróżnia się strategie dominujące, tj. najlepsze z możliwych (najbezpieczniejsze) niezależnie od decyzji, jaką mogą podjąć inni gracze, oraz strategie zdominowane, tj. takie, względem której istnieje co najmniej jedna strategia, która jest zawsze lepsza, niezależnie od decyzji, jaką podejmą inni gracze; strategie mogą być czyste, gdy gracz dokonuje wyboru jednej ze strategii w sposób pewny, oraz strategie mieszane, polegające na losowaniu jednej z możliwych strategii z określonymi prawdopodobieństwami; c) wynik gry jest determinowany przez kombinację strategii wybra-

nych przez poszczególnych graczy; d) każdemu możliwemu wynikowi gry odpowiada zestaw wypłat dla poszczególnych graczy; wypłatę można wyrazić liczbowo w jednostkach użyteczności, które mogą reprezentować pieniądze, przewagę społeczną, czystą satysfakcję z wygranej itd. Tzw. wartość oczekiwana wypłaty jest średnią możliwych wypłat ważonych ze względu na prawdopodobieństwa ich uzyskania.

Mianem równowagi Nasha określa się parę strategii będące dla siebie wzajemnie najlepszymi odpowiedziami; gdy w grze zostanie osiągnięta równowaga Nasha, żaden z graczy nie może poprawić swojego wyniku przez jednostronną zmianę strategii, przy czym nie oznacza to, iż gracze osiągają największe możliwe wygrane. Dany wynik gry jest nieoptymalny w sensie Pareto, jeśli gra posiada inny wynik, dający obu graczom wyższe wypłaty, lub jednemu graczowi taką samą wypłatę, a drugiemu wyższą; wynik jest optymalny w sensie Pareto (paretooptymalny), jeśli takiego innego wyniku nie ma. Tzw. kryterium Pareto, uważane za podstawową zasadę racjonalności grupowej, głosi, że tylko wynik optymalny w sensie Pareto może zostać zaakceptowany jako rozwiązanie gry.

Gry można uporządkować ze względu na różne kryteria: a) gry dwuosobowe i  $n$ -osobowe; b) gry o sumie stałej i sumie zmiennej; gra jest grą o sumie stałej, gdy znając wypłatę jednego gracza, możemy określić wypłatę drugiego gracza; szczególnym przypadkiem gier pierwszego rodzaju są gry o sumie zerowej – gdy zysk jednego gracza jest równoważny stracie drugiego; reprezentują one sytuację czystego konfliktu stron, a wynik gry musi być indywidualnie racjonalny, tj. gracz nie zaakceptuje wyniku gorszego od tego, jaki może sobie zapewnić stosując strategię dominującą; c) gry sprawiedliwe, gdy wartość oczekiwana wypłaty każdego z graczy jest taka sama, oraz gry niesprawiedliwe; d) gry symultaniczne (jednoetapowe, jednoczesne), gdy obydwaj gracze grają równocześnie lub jeśli nie, to żaden nie jest pewien co do działań drugiego (są to tzw. gry o niekompletnej informacji) oraz gry sekwencyjne (wieloetapowe), gdy grający później posiada wiedzę o wcześniejszych ruchach drugiego gracza; szczególnym przypadkiem jest gra sekwencyjna z pełną informacją – gdy grający zna działania wykonane wcześniej przez wszystkich innych graczy (np. szachy); e) gry symetryczne, gdy zysk z wybrania określonej strategii zależy wyłącznie od tego, jakie strategie wybrali inni gracze, a nie od tego, kto

wybrał daną strategię, oraz gry niesymetryczne; jeżeli można wymienić graczy miejscami bez zmiany wypłat, to daną strategię uznaje się za symetryczną; f) gry kooperatywne, gdy uczestnicy mogą podejmować wiążące zobowiązania, egzekwowane przez czynnik zewnętrzny (np. prawo) i niekooperatywne. We wcześniejszych koncepcjach zakładano, że tylko w grach kooperatywnych gracze mogą się porozumiewać; obecnie rezygnuje się z tego kryterium; g) ściśle konkurencyjne (zachodzi całkowity konflikt interesów graczy) oraz częściowo konkurencyjne.

Prawdopodobnie najbardziej znanym przypadkiem analiz teoriogrowych jest tzw. dylemat więźnia. Gra ta (w sensie t. g.) została opracowana w 1950 przez M. Dreschera i M. Flooda z Rand Corporation, a zyskała swą nazwę dzięki historyjce, którą podczas jej prezentacji na Uniwersytecie Stanforda przedstawił A. W. Tucker. Graczami są dwaj aresztanci podejrzani o popełnienie przestępstwa i przesłuchiwani w osobnych pokojach, przy czym prokurator podaje im następujące warunki: jeśli jeden się przyzna, a drugi nie, przyznający zostanie nagrodzony, a współnik dostanie wysoki wyrok, natomiast jeśli obaj się przyznają, obaj dostaną łagodne wyroki; jeśli żaden się nie przyzna, obaj zostaną uwolnieni (poszczególnym warunkom w tradycyjnym przedstawieniu przypisuje się wartości liczbowe). Więźniowie mają do wyboru strategię A: nie przyznać się oraz B: przyznać się. Dylemat sprowadza się do tego, że strategia B dla obu graczy jest dominująca i wobec tego wynik gry wynosi BB, ale nie jest to wynik paretooptimalny, ponieważ obaj aresztanci zyskaliby więcej, obierając strategię A. Dylemat więźnia ilustruje konflikt pomiędzy racjonalnością indywidualną rządzoną kryterium strategii dominującej a racjonalnością grupową rządzoną kryterium Pareto.

Rozważania modelowane obecnie w ramach t. g. pojawiają się m.in. w Talmudzie (tzw. problem kontraktu małżeńskiego; zob. R. J. Aumann, M. Maschler, *Game Theoretic Analysis of a Bankruptcy Problem from the Talmud*, *Journal of Economic Theory* 36 (1985), 195–213), w dialogu Platona *Laches* (zachowanie się żołnierza w bitwie pod Delium), w *Lewiatanie* Th. Hobbesa (argument na rzecz tezy „człowiek człowiekowi wilkiem”), w Ch. R. Darwina rozważaniach nad doborem naturalnym. W 1713 strategię maksyminową dla karcianej gry „Le Her” podaje J. Waldegrave w liście do P.-R. de Montmort.

Podstawy teoretyczno-matematyczne t. g. dały prace: A. Cournota (*Recherches sur les principes mathématiques de la théorie des richesses*, P 1838, 1938), F. Y. Edgewortha (*Mathematical Psychics. An Essay on the Application of Mathematics to the Moral Sciences*, Lo 1881, NY 1967), É. Borela (*La théorie du jeu et les équations intégrales à noyau symétrique gauche*, *Compte rendus* 173 (1921), 1304–1308). W 1913 E. Zermelo (*Über eine Anwendung der Mengenlehre auf die Theorie des Schachspiels*, w: *Proceedings of the Fifth International Congress of Mathematicians*, C 1913, II 501–504) podał teoremat, głoszący, że w dwuosobowej grze skończonej z doskonałą informacją, której jedynymi wynikami mogą być wygrana gracza I lub wygrana gracza II, któryś z graczy ma strategię wygrywającą, a jeśli jedynymi wynikami mogą być wygrana I, wygrana II lub remis, to albo jeden z graczy ma strategię wygrywającą, albo obaj gracze mają strategie zapewniające im co najmniej remis. J. von Neumann w pracy *Zur Theorie der Gesellschaftsspiele* (*Mathematische Annalen* 100 (1928), 295–320) podał spójne rozwiązania dwuosobowej gry o sumie zerowej dla gier kooperatywnych z doskonałą informacją, udowadniając, iż istnieje dokładnie jedna strategia, która pozwala obu graczom minimalizować maksymalne straty w grze (strategia minimaksowa). Wkład w rozwój t. g. wnieśli również pol. matematycy: H. Steinhaus, S. Banach i B. Knaster (z H. Steinhausem opracował propozycje rozwiązania gier o sprawiedliwy podział dóbr, zob. H. Steinhaus, *The Problem of Fair Division*, *Econometrica* 16 (1948), 101–104).

Za początek t. g. jako samodzielnej dyscypliny uznaje się rok 1944 – datę opublikowania pracy J. von Neumanna i O. Morgensterna *Theory of Games and Economic Behavior*, rozszerzającej wypracowane w 1928 minimaksowe rozwiązanie na gry o niedoskonałej informacji z więcej niż dwoma graczami.

T. g. rozwinął i wypracował ramy metodologiczne J. F. Nash, który matematycznie zdefiniował różnicę między grami kooperatywnymi i niekooperatywnymi, oraz udowodnił, że istnieją strategie optymalne, w których gracz nie może poprawić swojej sytuacji, gdy strategie innych graczy pozostają niezmiennione (równowaga Nasha). Od tego czasu t. g. intensywnie się rozwija, znajdując zastosowanie w ekonomii i in. naukach społecznych, w biologii (ewolucyjna t. g. oraz mimetyka; w 1972 J. Maynard Smith wprowadził pojęcie strategii ewolucyjnie stabilnej), w informatyce (rozwój sztucznej inteligencji), analizach

militarnych. Nagrody Nobla z dziedziny ekonomii za badania w zakresie t. g. i jej zastosowań otrzymali: H. Simon (1978); J. F. Nash, R. Selten, J. Harsanyi (1994); W. Vickrey i J. Mirrlees (1996); Th. C. Schelling i R. J. Aumann (2005); L. Hurwicz (absolwent UW), E. S. Maskin, R. B. Myerson (2007).

TEORIA GIER W FILOZOFII. Za prekursora stosowania t. g. w filozofii uchodzi R. Braithwaite (*Theory of Games as a Tool for the Moral Philosopher*).

Współcześnie t. g. używana jest w etyce: a) do odkrywania funkcji, jakie moralność pełni w życiu społecznym: za pomocą t. g. identyfikowane są problemy, jakie pojawiłyby się bez istnienia moralności, a następnie identyfikuje się amelioracyjną rolę moralności (E. Ullmann-Margalit, *The Emergence of Norms*, Ox 1977); b) do formalizowania teorii umowy społecznej (D. Gauthier, *Morals by Agreement*, Ox 1986); c) do „odkrywania” i uprawomocniania tradycyjnych norm moralnych przez zastosowanie ewolucyjnej t. g. (czerpiąc z A. Smitha); moralność jest tu ujmowana jako „produkt uboczny” powtarzających się interakcji między działającymi podmiotami, którzy nie są traktowani – jak w tradycyjnej t. g. – jako podmioty całkowicie racjonalne, ale jako podmioty wyposażone w umiejętności poznawania i namysłu (B. Skyrms, *Evolution of the Social Contract*, C 1996; tenże, *The Stag Hunt and the Evolution of Social Structure*, C 2004).

W filozofii polityki t. g. wykorzystuje się do wyjaśnienia genezy i roli norm społecznych (Ch. Bicchieri, *The Grammar of Society. The Nature and Dynamics of Social Norms*, C 2006). Teoriogrowe ujęcie problemu wyboru sformułowanego przez W. Newcomba w 1960 służy do rozważań wolnej woli (R. Nozick, *Newcomb's Problem and Two Principles of Choice*, w: *Essays in Honour of Carl G. Hempel*, Dor 1969, 114–146).

J. von Neumann, O. Morgenstern, *Theory of Games and Economic Behavior*, Pri 1944, 1947<sup>2</sup>, 2007; R. Braithwaite, *Theory of Games as a Tool for the Moral Philosopher*, C 1955; R. D. Luce, H. Raiffa, *Games and Decisions*, NY 1957 (*Gry i decyzje*, Wwa 1964); G. Owen, *Game Theory*, Ph 1968 (*Teoria gier*, Wwa 1975); M. D. Davis, *Game Theory. A Nontechnical Introduction*, NY 1983; *Toward a History of Game Theory*, Durham 1992; Ph. D. Straffin, *Game Theory and Strategy*, Wa 1993 (*Teoria gier*, Wwa 2001, 2006<sup>2</sup>); M. A. Dimand, R. W. Dimand, *A History of Game Theory. From the Beginnings to 1945*, Lo

1996; M. Malawski, A. Wieczorek, H. Sosnowska, *Konkurencja i kooperacja. T. g. w ekonomii i naukach społecznych*, Wwa 1997, 2004<sup>2</sup>; Z. J. Pietraś, *T. g. jako sposób analizy procesów politycznych*, Lb 1997.

*Agnieszka Lekka-Kowalik*