

ROBERT DUNCAN LUCE

Artur Domurat
Uniwersytet Warszawski

Robert Duncan Luce urodził się 16 maja 1925 roku, jak sam pisał, w rodzinie bez tradycji i aspiracji naukowych (Luce, 1989). Był synem dentysty, w szkole średniej uczył się bez zapału, jako nastolatka bardziej pociągało go malowanie krajobrazów i martwej natury niż matematyka i fizyka. W wieku 17 lat, kierując się romantyczną fascynacją lataniem i samolotami, podjął studia na kierunku inżynierii lotniczej w Massachusetts Institute of Technology, gdzie po trzech latach uzyskał stopień licencjata. W trakcie studiów magisterskich, kontynuowanych na wydziale matematyki, Luce zetknął się po raz pierwszy z psychologią. Koledzy studiujący psychologię pod kierunkiem Leona Festingera poprosili go o pomoc w rozwiązaniu problemów kombinatorycznych związanych z formalną reprezentacją sieci społecznych. Odtąd Luce bardziej niż matematyką czysto teoretyczną interesował się wykorzystywaniem matematyki w innych dziedzinach, głównie w psychologii społecznej i badaniach psychofizycznych. Luce obronił doktorat z matematyki w roku 1950. Stanąwszy przed dylematem: czy robić typową karierę matematyka, czy eksplorować temat matematycznego modelowania zjawisk psychologicznych zgodnie z zainteresowaniami własnymi, ale bez wsparcia ze strony wydziału, wybrał to drugie, nawiązując współpracę z Festingerem w Small Group Laboratory w MIT. W początkowych latach pracy „psychologizującym” matematykiem targaly wątpliwości, czy dokonał słusznego wyboru. Nie miał przecież wykształcenia psychologicznego, a większość psychologów oczekiwała od matematyków nie modelowania matematycznego, lecz pomocy w zakresie obliczeń statystycznych. To z kolei samemu Luce’owi nie wydawało się atrakcyjne.

W roku 1953 R. D. Luce podjął pracę na stanowisku adiunkta na Columbia University, gdzie wraz z Howardem Raiffą postanowił napisać zwarte opracowanie na temat teorii gier. Opracowanie to rozrosło się do obszernej książki, opublikowanej w 1957 roku pt. *Games and Decisions: Introduction and Critical Survey* (w Polsce wydanej w roku 1964 jako *Gry i decyzje*). Książka ta i monografia z 1959 roku pt. *Individual Choice Behavior: A Theoretical Analysis* przyniosły Duncanowi Luce’owi sławę prominentnego uczonego z zakresu psychologii matematycznej. W kolejnych latach jego zainteresowania badawcze ewoluowały w kierunku podstawowych problemów pomiaru i badań psychofizycznych, ze szczególnym uwzględnieniem wielkości psychologicznych, takich jak głośność, wartościowanie rzeczy czy użyteczność.

Duncan Luce był uczonym dość często zmieniającym instytucje, w których realizował swe naukowe pasje. W latach 1957–1959 był wykładowcą na Uniwersytecie Harvarda, a w latach 1959–1969 był profesorem na Uniwersytecie w Pensylwanii. W roku 1964 m.in. z R. Atkinsonem, C. H. Coombsem i P. Suppesem założył czasopismo poświęcone psychologii matematycznej „Journal of Mathematical Psychology”. Po krótkim małżeństwie z Gay Gear Luce, specjalizującej się w badaniach nad snem, Luce ożenił się z Cynthią Newby. Dla niej w 1968 roku opuścił Filadelfię i ze względu na łagodniejszy klimat zamieszkał w Rio de Janeiro, gdzie na Uniwersytecie Katolickim zajmował stanowisko profesora wizytującego. Duncanowi Luce’owi trudno było przystosować się do życia w Brazylii, między innymi przez problemy z językiem portugalskim. Po roku wrócił do Stanów Zjednoczonych i osiedlił się w Princeton (sprawy klimatyczne były znów istotnym kryterium tej decyzji). Tam pracował jako profesor wizytujący w Institute for Advanced Study. W roku 1972 Luce został profesorem nauk społecznych na Uniwersytecie Kalifornijskim. W tym samym roku, w dowód uznania za osiągnięcia z zakresu podstaw pomiaru, teorii użyteczności, badań psychofizycznych i matematycznych nauk behawioralnych, uzyskał członkostwo narodowej akademii nauk Stanów Zjednoczonych (National Academy of Sciences, NAS). Wczesne lata siedemdziesiąte Luce wspominał jako czas trudnych doświadczeń osobistych, m.in. śmierci matki, drugiego rozwodu i konieczności zaopiekowania się ojcem. W 1976 roku Luce ponownie podjął pracę na Uniwersytecie Harvarda, gdzie kontynuował pracę naukową nad teorią pomiaru i różnymi aspektami pomiaru czasu reakcji. W roku 1988 ponownie znalazł zatrudnienie na Uniwersytecie Kalifornijskim jako „Distinguished Professor of Cognitive Sciences”, do 1998 roku pełnił funkcję dyrektora Instytutu Matematycznych Nauk Behawioralnych. Ostatnim stanowiskiem, jakie zajmował, było stanowisko profesora emerytowanego na Wydziale Nauk Poznawczych i Ekonomii. Robert Duncan Luce zmarł 11 sierpnia 2012 roku.

Zainteresowania naukowe. Zainteresowania naukowe R. D. Luce’a obejmowały szerokie spektrum zagadnień z pogranicza psychologii, matematyki i ekonomii. Ich efektem było ponad dwieście artykułów naukowych, kilka książek pod jego redakcją (w tym trzypięciotomowy podręcznik *Handbook of Mathematical Psychology* z roku 1963) oraz osiem książek: trzy z zakresu teorii gier i teorii decyzji w warunkach niepewności (dwie wyżej wspomniane oraz *Utility of Gains and Losses: Measurement-Theoretical and Experimental Approaches* z roku 2000), trzy tomy nt. teorii pomiaru we współautorstwie z D. H. Krantzem, P. Suppesem i A. Tverskim o wspólnym tytule *Foundations of Measurement* (kolejno z lat 1971, 1989 i 1990) oraz dwie książki z psychologii poznawczej i psychofizyki (*Response Times*, 1986 oraz *Sound and Hearing*, 1993). Imponujący dorobek Luce’a doceniono, przyznając mu liczne nagrody i wyróżnienia. Były to między innymi: nagroda Amerykańskiego Towarzystwa Psychologicznego (APA) za wkład w rozwój nauki, przyznana w roku 1970, oraz

National Medal of Science, najbardziej prestiżowe wyróżnienie naukowe w Stanach Zjednoczonych, przyznane Luce'owi w 2003 roku za osiągnięcia w zakresie nauk behawioralnych i psychologii matematycznej.

Sam uczoney, podsumowując swój dorobek, zaklasyfikował swoje studia do czterech ogólnych tematów: badań nad interakcjami grupowymi (w tym teoria gier), teorii wyboru probabilistycznego, badań psychofizycznych oraz prac z zakresu podstaw pomiaru (Luce, 1989). Wydaje się, że w Polsce R. D. Luce znany jest głównie z trzech osiągnięć: pierwszej wersji analizy conjoint, opracowanej wraz ze statystykiem J. Tukeyem (Luce i Tukey, 1964), współautorstwa książki *Gry i decyzje*, popularyzującej i dogłębnie omawiającej teorię gier i teorię decyzji podejmowanych w warunkach niepewności (Luce i Raiffa, 1964) oraz autorskiej teorii wyborów indywidualnych, zawierającej aksjomat wyboru określany nazwiskiem uczonego (Luce, 1959).

Analiza conjoint. Analiza conjoint (nazywana także: addytywnym pomiarem łącznym, pomiarem wieloczynnikowym lub pomiarem łącznego oddziaływania zmiennych) jest metodą powszechnie stosowaną w badaniach konsumenckich do odkrywania preferencji w decyzjach wielokryterialnych. Konsument, wybierając komputer, samochód czy dżem, nierzadko musi zmierzyć się z sytuacją, w której poszczególne warianty opisane są różnymi cechami, przy których wynik lepszy na jednych osiągany jest kosztem drugich. Ludzie chcieliby na przykład kupować produkty najtańsze, ale najbardziej nowoczesne, o najwyższej jakości i możliwościach użytkowych. Gdyby takie cechy badać odrębnie, uzyskane wyniki dawałyby sztuczny obraz preferencji konsumenckich. Dokonując zakupów, ludzie postrzegają produkty jako całość, a ich cechy nie są niezależne od siebie. Analiza conjoint pozwala zachować realizm psychologiczny wyborów między alternatywami o wielu cechach (więcej o metodzie conjoint – zob. np. Czupryna, Kubińska i Markiewicz, 2014; Białek, Markiewicz i Sawicki, 2015).

Teoria wyborów indywidualnych. Autorską teorię wyborów Duncan Luce przedstawił w monografii pt. *Individual Choice Behavior. A Theoretical Analysis* (1959). Nowatorstwem tej teorii było probabilistyczne ujęcie zachowań i wyborów. Luce zauważył, że nawet najbardziej zaawansowane ówczesne zastosowania matematyki w psychologii (z zakresu teorii decyzji, teorii użyteczności, teorii informacji, badań psychofizycznych, w modelach psychometrycznych itd.) koncentrowały się na problemach, w których organizmy (ludzie, decydenci) dokonują wyborów w obrębie skończonego, dobrze zdefiniowanego zbioru alternatyw. Podejście takie – jak to określił Luce – ma charakter algebraiczny, a nie probabilistyczny. Wprawdzie np. w teorii użyteczności uwzględniano prawdopodobieństwo przy określaniu stosunku jednostki do ryzyka już wcześniej – np. w przedstawionym przez Daniela Bernoulliego paradoksie petersburskim preferencje względem loterii służą do ustalania kształtu funkcji

użyteczności (zob. np. Tyszka i Domurat, 2004) – niemniej jednak w takim ujęciu pomija się probabilistyczny charakter samych zachowań, wyborów i ujawnianych preferencji. Tymczasem decydent może podejmować decyzje z różnym prawdopodobieństwem. Co więcej, to prawdopodobieństwo może się zmieniać w zależności od przynależności elementu x do różnych zbiorów. Na przykład prawdopodobieństwo reakcji organizmu z głośnością $x=52$ dB może być inne w sytuacji, w której do wyboru są reakcje o głośności z zakresu $T=\{50$ dB, 52 dB, 54 dB}, a inne w sytuacji, gdy możliwe reakcje opisuje zbiór $T'=\{52$ dB, 54 dB, 56 dB}, czyli $P_T(x) \neq P_{T'}(x)$ (przyjmuje się tu, że szanse $P_T(x)$ i $P_{T'}(x)$ spełniają warunki aksjomatycznej definicji prawdopodobieństwa A. N. Kołmogorowa lokalnie, oddzielnie dla zbiorów T i T').

Niech U będzie zbiorem alternatyw, a TCU jego skończonym podzbiorem. Oznaczmy przez $P_T(x)$ prawdopodobieństwo wyboru elementu x spośród elementów zbioru T oraz przez $P_T(S)$ prawdopodobieństwo tego, że wybrany element należy do podzbioru SCT . Zakłada się, że każdy podzbiór S ma zdefiniowane $P_T(S)$. Dla uproszczenia przyjmuje się ponadto oznaczenie $P(x,y)=P_{\{x,y\}}(x)$ dla pary alternatyw $\{x,y\}$. W obrębie tej pary zachodzi $P(x,y)+P(y,x)=1$.

Aksjomat wyboru R. D. Luce'a. Na aksjomat wyboru R. D. Luce'a składają się następujące własności wyżej określonych prawdopodobieństw:

- 1) Jeżeli $P(x,y) \neq 0,1$, dla wszystkich $x,y \in T$, to dla $RCSCT$ zachodzi $P_T(R) = P_S(R) P_T(S)$,
- 2) Jeżeli $P(x,y)=0$ dla jakichś $x,y \in T$, to dla każdego SCT $P_T(S) = P_{T-\{x\}}(S-\{x\})$.

Luce w kolejnych lematkach i twierdzeniach pokazuje konsekwencje przyjęcia aksjomatu wyboru. Jeśli na przykład pewna opcja $y \in T$ jest zawsze i niezmiennie preferowana względem x , czyli $P(x,y)=0$, to x można usunąć ze zbioru alternatyw, gdyż $P_T(x)=0$ (w dowodzie wykorzystuje się aksjomatyczną definicję prawdopodobieństwa i część (2) aksjomatu wyboru). Na przykład ktoś, kto nigdy nie wybiera wątróbki, mając jako alternatywę pieczeń wołową, może zredukować dylemat „czy wybrać wątróbkę, czy pieczeń, czy kurczaka z różną” do wyboru między pieczeniem a kurczakiem.

Jedną z najciekawszych konsekwencji przyjęcia aksjomatu wyboru jest pokazanie uniwersalnych zastosowań założenia o niezależności od nieistotnych alternatyw (ang. *independence of irrelevant alternatives*), sformułowanego przez Kennetha Arrowa (1951) w kontekście analizy wyborów publicznych. Jeśli bowiem $P(x,y) \neq 0, 1$ dla wszystkich $x,y \in T$, to dla dowolnego podzbioru SCT takiego, że $x, y \in S$ zachodzi

$$\frac{P_S(x)}{P_S(y)} = \frac{P(x,y)}{P(y,x)}$$

Z aksjomatu wyboru wynika, że $P_S(x) = P(x,y)[P_S(x) + P_S(y)]$, zatem $P_S(x)[1 - P(x,y)] = P_S(x) P(y,x) = P(x,y) P_S(y)$. Stąd $P_S(x) P(y,x) = P(x,y) P_S(y)$. Proporcja $P_S(x)/P_S(y)$ jest zatem niezależna od podzbioru S . Oznacza to, że dodanie lub usunięcie alternatyw do zbioru S nie zmienia wyników porównania alternatyw x i y ze względu na jakieś kryterium.

W pracy naukowej R. D. Luce'a dominowało dążenie do aksjomatycznego ujmowania różnych zagadnień. Można postawić pytanie: co daje aksjomatyzacja teorii psychologicznych? Na to pytanie Luce odpowiada wraz z D. H. Kranzem, P. Suppesem oraz A. Tverskim w trzecim tomie dzieła pt. *Foundations of Measurement* (1990, s.196-201), opisując cztery funkcje aksjomatyzacji:

- a) sprecyzowanie i uwypuklenie szczegółów dla argumentacji lub teorii wcześniej przedstawianych w sposób niejasny lub niekompletny,
- b) wyabstrahowanie i pełniejsze, precyzyjniejsze studiowanie pewnych klas matematycznych, obecnych w różnych dziedzinach nauki,
- c) określenie, które rzeczy mogą być aksjomatyzowane w dany sposób, a które nie,
- d) zapewnienie badaczom zwięzłego sposobu reprezentowania sytuacji empirycznych, pozwalającego na systematyczną eksplorację wniosków płynących z twierdzeń i teorii.

Gry i decyzje. Prawdopodobnie najbardziej znaną polskim czytelnikom książką R. D. Luce'a są *Gry i decyzje*. Czytając tę pracę jeszcze jako student, zetknąłem się z dorobkiem Luce'a po raz pierwszy. Tym, co zwróciło moją uwagę, była precyzja autorów w formułowaniu twierdzeń oraz troska o tok rozumowania czytelnika i właściwe rozumienie pojęć i ich własności. Studenci ekonomii już od pierwszego roku studiów spotykają się na przykład z pojęciem użyteczności przy okazji opisu zachowań konsumenta na rynku. Dość powszechne jest myślenie, że ludzie wybierają A zamiast B dlatego, że A ma wyższą użyteczność niż B. Tymczasem poddając krytycznej analizie aksjomaty teorii użyteczności zaproponowane przez von Neumanna i Morgensterna (1947), i wskazując źródła potencjalnych nieporozumień, Luce i Riffa podkreślają wtórny charakter pojęcia użyteczności względem preferencji i wyborów. To użyteczność opisuje preferencje, nie odwrotnie. W pierwszej kolejności należy więc myśleć, że skoro decydent przedkłada A nad B, to A można przypisać wyższą użyteczność, $u(A) > u(B)$. Przewidywanie preferencji lub wskazywanie optymalnych wyborów na podstawie użyteczności alternatyw ma sens tylko wtedy, gdy decydent jest racjonalny, czyli wtedy, gdy jego preferencje i wybory spełniają aksjomaty teorii.

BIBLIOGRAFIA

- Arrow, K. J. (1951). *Social Choice and Individual Values*. New York: Wiley.
- Białek, M., Markiewicz, Ł., Sawicki, P. (2015). Introducing conjoint analysis method into delayed lotteries studies: its validity and time stability are higher than in adjusting. *Frontiers in Psychology*, 6, 23.
- Czupryna, M., Kubińska, E., Markiewicz, Ł. (2014). Conjoint jako metoda pomiaru preferencji odraczonych loterii – komunikat z badań. *Decyzje*, 22, 71-100.
- Luce, R. D. (1959). *Individual Choice Behavior: A Theoretical Analysis*. New York, NY: Wiley.
- Luce, R. D. (1989). *R. Duncan Luce*. Strona www: http://www.imbs.uci.edu/files/personnel/luce/pre1990/1989/Luce_Book%20Chapter_1989b.pdf
- Luce, R. D., Raiffa, H. (1964). *Gry i decyzje*. Warszawa : PWN.
- Luce, R. D., Tukey, J. W. (1964). Simultaneous conjoint measurement: A new type of fundamental measurement. *Journal of Mathematical Psychology*, 1(1), 1-27.
- Luce, R. D., Krantz, D. H., Suppes, P., Tversky, A. (1990). *Foundations of Measurement*, vol. III. Nowy Jork: Academic Press, Inc.
- von Neumann, L. J., Morgenstern, O. (1947). *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Tyszka, T., Domurat, A. (2004). Czy istnieje ogólna skłonność jednostki do ryzyka? *Decyzje*, 2, 85-104.