Nauki cyborgiczne: Mirowski i informatyczna natura rynków

AUTOR

Fundacja Dobre Państwo

STRESZCZENIE / ABSTRACT

Artykuł przybliża paradygmat nauk cyborgicznych Philipa Mirowskiego, który redefiniuje współczesną ekonomię. Zamiast postrzegać rynek jako neutralny mechanizm wymiany, autor zachęca do spojrzenia na gospodarkę jak na historycznie ukształtowaną maszynę obliczeniową. Tekst analizuje przejście od XIX-wiecznych metafor energii i termodynamiki ku XX-wiecznej teorii informacji, cybernetyce i teorii gier. Kluczowym elementem jest ontologia rynków jako automatów przetwarzających dane, gdzie ceny stają się nośnikami zakodowanej wiedzy. Rozważania obejmują granice obliczalności wyznaczone przez Turinga oraz rolę agentów o zerowej inteligencji (zoidów) w architekturze instytucjonalnej. To fascynująca podróż przez styki technologii, matematyki i nauk społecznych, rzucająca nowe światło na naturę współczesnego kapitalizmu informacyjnego.

This article explores Philip Mirowski's paradigm of cyborg science, which redefines contemporary economics. Instead of viewing the market as a neutral mechanism of exchange, the author encourages us to view the economy as a historically shaped computational machine. The text analyzes the transition from 19th-century metaphors of energy and thermodynamics to 20th-century information theory, cybernetics, and game theory. A key element is the ontology of markets as data-processing machines, where prices become carriers of encoded knowledge. Considerations include the limits of computability established by Turing and the role of zero-intelligence agents (zoids) in institutional architecture. This is a fascinating journey through the intersection of technology, mathematics, and the social sciences, shedding new light on the nature of contemporary information capitalism.

Artykuł analizuje, jak nauki cyborgiczne, traktujące granicę między człowiekiem a maszyną jako płynną, rewolucjonizują współczesną gospodarkę. Wbrew dominującemu paradygmatowi ekonomii neoklasycznej, autor argumentuje, że rynki stają się teatrem automatów, gdzie przepływ informacji i algorytmiczne procedury wyznaczają nowe reguły gry. Centralną figurą tej

transformacji jest demon Maxwella, symbol operatora informacji zdolnego do wydobywania porządku z chaosu. Autor bada, jak koncepcje cybernetyki, teorii informacji i obliczalności wpływają na rozumienie racjonalności, efektywności rynkowej i odpowiedzialności. Analizuje trzy modele kulturowe – świat arabski, Amerykę Północną i Unię Europejską – w kontekście ich odmiennych strategii oswojenia „demona Maxwella". Artykuł stawia tezę, że kluczowe jest konstytucjonalizowanie komputacji, czyli poddanie algorytmów procedurom publicznego uzasadniania, aby uniknąć totalitarnej wizji gospodarki opartej wyłącznie na wydajności obliczeniowej.

SŁOWA KLUCZOWE

nauki cyborgiczne | Philip Mirowski | maszyna obliczeniowa | demon Maxwella | entropia informacyjna | cybernetyka | racjonalność ograniczona | maszyna Turinga | teoria gier | zoidy | Komisja Cowlesa | przetwarzanie informacji | rynek jako automat | złożoność obliczeniowa | informatyczna natura rynków

Nauki cyborgiczne: Mirowski redefiniuje ekonomię

W tej mierze, w jakiej chcemy zrozumieć dzisiejszą gospodarkę nie jako neutralny mechanizm, lecz jako historycznie ukształtowaną maszynę obliczeniową, musimy przyjąć perspektywę nauk cyborgicznych. Nie chodzi tu o fantazje rodem z science fiction, lecz o rozpoznanie pewnego metaparadygmatu: zbioru dyscyplin, które od narodzin komputera traktują granicę między organizmem a maszyną, naturą a artefaktem, rynkiem a kodem jako fundamentalnie płynną. To właśnie w tym świetle staje się jasne, dlaczego pozornie niewinna definicja agenta ekonomicznego jako procesora informacji prowadzi do radykalnej rewizji pojęć racjonalności, rynku i samej ekonomii.

W odróżnieniu od ekonomii klasycznej, która za wzór brała dziewiętnastowieczną termodynamikę z jej metaforami energii i równowagi, nauki cyborgiczne wyrastają z dwudziestowiecznego zwrotu ku informacji, sterowaniu i prawdopodobieństwu. Termodynamika nie znika, lecz zostaje przeformułowana: entropia nie jest już tylko miarą chaosu gazu w cylindrze, ale także miarą niepewności komunikatu, ryzyka portfela czy szumu danych na terminalu tradera. W tym sensie problem demona Maxwella przestaje być ciekawostką z historii fizyki, a staje się wzorcowym schematem myślenia: czy istnieje byt zdolny wydobywać porządek z chaosu wyłącznie dzięki przetwarzaniu informacji, nie naruszając przy tym praw natury?

Intuicja Philipa Mirowskiego, że ekonomia i nauki cyborgiczne spotykają się właśnie w tym punkcie, ma charakter ontologiczny, a nie tylko metodologiczny. Gdy bowiem uznamy, że rynki są z natury informacyjne, a ceny to nośniki zakodowanej wiedzy, przechodzimy z płaszczyzny gospodarowania dobrami w stronę zarządzania stanami świata reprezentowanymi w pamięci maszyn. Jeśli dodamy do tego militarną genezę komputera, teorii gier i badań operacyjnych, uzyskujemy obraz gospodarki, która od połowy XX wieku przestaje być tylko systemem wymiany, a staje się teatrem automatów.

Demon Maxwella: informacyjny fundament rynków

Demon Maxwella, ów myślowy eksperyment o homunkulusie sortującym cząsteczki gazu, stanowi fascynujący punkt styku fizyki klasycznej z późniejszymi obsesjami cybernetyki. W swojej dziewiętnastowiecznej odsłonie jawi się jako postać kusząca, lecz zarazem heretycka, gdyż jego działanie zdaje się podważać drugą zasadę termodynamiki – fundamentalne prawo głoszące nieustanny wzrost entropii w układach izolowanych. Jednak w dwudziestym wieku, po rewolucyjnych pracach Shannona i Wienera, demon przechodzi swoistą rehabilitację i zostaje przeinterpretowany jako figuracja operatora informacji.

Jeśli bowiem demon potrafi obserwować system na poziomie molekularnym, zapamiętywać stany cząsteczek i na tej podstawie podejmować decyzje, to musi dysponować informacją i pamięcią. Gdy tylko uwzględnimy koszty energetyczne pozyskania, przechowania i wreszcie skasowania tej informacji, iluzja złamania drugiej zasady pryska. Zamiast tego dochodzi do subtelnego zniuansowania relacji między energią a informacją. W tej nowej konfiguracji entropia przestaje być wyłącznie statystyczną miarą nieporządku w gazie; staje się czymś znacznie szerszym: miarą niepewności, wielością możliwych komunikatów w sieci telekomunikacyjnej, a nawet wachlarzem scenariuszy rynkowych, które musi rozważyć inwestor.

Wiener i Shannon: informacja jako miara entropii

Norbert Wiener, definiując cybernetykę jako naukę o sterowaniu i komunikacji w zwierzęciu i maszynie, wykonał ruch o fundamentalnym znaczeniu. Utożsamił bowiem walkę z entropią, czyli fizyczną tendencją do chaosu, z walką o znaczenie, z próbą okiełznania nieprzewidywalności i z ryzykiem utraty kontroli nad zautomatyzowanym światem. Nie bez powodu powiązał ten sposób myślenia z doświadczeniem wojny i logiką militarnych systemów dowodzenia. Jeżeli entropia jest, jak pisał, agonistycznym sporem – polem nieustannego konfliktu – to każda procedura informacyjna staje się aktem zbrojnej interwencji w ten spór, próbą narzucenia porządku poprzez filtrowanie, kodowanie i sprzężenie zwrotne.

Claude Shannon poszedł pozornie inną, bardziej ascetyczną drogą. Z chirurgiczną precyzją oddzielił informację od jej znaczenia, definiując ją jako czysto statystyczną miarę wyboru symbolu z danego zbioru.

W tej przewrotnej optyce im bardziej nieprzewidywalny jest komunikat, tym więcej niesie informacji. Entropia staje się tu miarą wolności wyboru po stronie nadawcy, ale jednocześnie miarą fundamentalnej niepewności odbiorcy. Kiedy więc Shannon w rozmowach o mózgach i maszynach stwierdza, że ludzie są w gruncie rzeczy maszynami, tyle że bardzo złożonymi, to mimochodem przyznaje, że ludzkie decyzje również poddają się temu samemu rachunkowi informacji i entropii.

W efekcie świat społeczny zaczyna być postrzegany w kategoriach przepływu i transformacji danych. Rynki, korporacje, państwa, a wreszcie i gospodarstwa domowe zostają opisane jako sieci, które nieustannie generują, przetwarzają i konsumują informację. Demon Maxwella, ów hipotetyczny byt sortujący cząsteczki, przestaje być marginalną figurą z podręczników fizyki. Staje się patronem wszystkich technik dążących do selekcji, porządkowania i kapitalizacji informacyjnych różnic: od kryptografii i radaru aż po arbitraż wysokich częstotliwości na rynkach finansowych.

Maszyna Turinga wyznacza granice racjonalności

Alan Turing, kreśląc projekt maszyny zdolnej symulować dowolny algorytm, nakreślił zarazem horyzont tego, co w ogóle da się obliczyć. Jego dowód na istnienie liczb, które można zdefiniować, ale których nie da się wyliczyć, a także problem stopu, czyli fundamentalna niemożność stworzenia uniwersalnego programu, który orzekłby, czy dowolny inny program kiedykolwiek zakończy swoje działanie, to coś więcej niż logiczne łamigłówki. W optyce nauk cyborgicznych stają się one fundamentem ontologii świata, w którym komputer nie jest już tylko narzędziem gospodarki, lecz matrycą jej racjonalności.

W tej mierze, w jakiej ekonomia neoklasyczna buduje swój gmach na figurze racjonalnego aktora, który maksymalizuje użyteczność lub zysk, zakłada ona milcząco, że ów aktor jest w stanie rozwiązać pewien problem obliczeniowy. Jeśli jego preferencje są ciągłe i wypukłe, a przestrzeń decyzji odpowiednio ukształtowana, matematyka gwarantuje, że gdzieś w tej przestrzeni czeka na niego złoty Graal optimum. Jednak nauki cyborgiczne zadają pytanie o wiele bardziej przyziemne i brutalne: nie czy optimum istnieje, lecz czy istnieje procedura, która w skończonym czasie doprowadzi do niego aktora, biorąc pod uwagę jego ograniczoną pamięć, presję czasu i wszechobecny szum informacyjny.

Herbert Simon, pracując nad wojskowymi systemami wczesnego ostrzegania, zobaczył to pytanie w całej jego praktycznej ostrości. Operatora ekranów radarowych nie można było traktować jak anioła optymalizacji, który w nieskończonej pętli analizuje wszystkie możliwe trajektorie samolotów i wylicza najlepszą strategię obrony. Działał on w warunkach przeciążenia sensorycznego, rozproszonej uwagi i tykającego zegara. Koniecznością stały się symulacje i heurystyki. Z tego właśnie doświadczenia zrodziła się koncepcja racjonalności ograniczonej, wprowadzająca do gry zupełnie inną logikę: podmiot nie tyle maksymalizuje, co

zadowala się rozwiązaniem „wystarczająco dobrym”, kierując się regułami przeszukiwania, które same podlegają organizacyjnej ewolucji.

I tu właśnie nauki cyborgiczne stawiają ekonomię pod ścianą. Jeśli twój agent, ekonomisto, funkcjonuje jak maszyna Turinga, to powiedz, jakie klasy problemów jest w stanie realnie rozwiązać w czasie i przy zasobach dostępnych śmiertelnikom? A jeśli upierasz się, że racjonalność nie ma nic wspólnego z obliczalnością w sensie formalnym, to skąd ta obsesja na punkcie metafor przetwarzania informacji, równowagi gier i algorytmicznych procedur? Ekonomiści, jak zauważa Mirowski, chętnie widzieliby komputer w roli posłusznego narzędzia, ale wzdrygają się na myśl, że mógłby on stać się lustrem, w którym odbija się ich własna teoria.

Cowles Mark I i II: od równowagi do algorytmów

Komisja Cowlesa to laboratorium, w którym napięcie między starym paradygmatem energetycznym a nowym paradygmatem informacyjnym skrystalizowało się w czystej postaci. W swojej pierwszej fazie, nazwijmy ją Cowles Mark I, program był do bólu klasyczny: chodziło o ekonometrię strukturalną, której celem było empiryczne potwierdzenie teorii równowagi ogólnej Walrasa. Metoda była prosta: mierzyć, estymować, prognozować. Wszystko pod hasłem: nauka to pomiar.

Jednak gmach tej ambitnej wizji zaczął kruszeć, gdy okazało się, że oszacowania parametrów są niestabilne, błędy prognoz rosną, a prognozy pozapróbkowe notorycznie rozczarowują. Marzenie o zbudowaniu wielkiej, planistycznej maszyny makroekonomicznej dla socjalizmu rynkowego rozpadało się na oczach twórców. Mirowski słusznie zauważa, że krytycy pokroju Miltona Friedmana mieli tu wyjątkowo łatwe zadanie. W ich oczach Komisja Cowlesa nie rozwiązywała żadnych realnych problemów, mnożąc za to założenia ad hoc i korekty, które zaciemniały logiczną strukturę teorii.

Wersja Cowles Mark II, już pod głębszym wpływem Tjallinga Koopmansa i w cieniu hojnego finansowania militarnego, przestawiła zwrotnicę. Motto zmieniono na „teoria i pomiar”, a intelektualną inspiracją stał się raczej John von Neumann niż Walras. Zamiast postrzegać rynek jako mechanizm równoważenia sił popytu i podaży, zaczęto myśleć o nim jako o systemie przetwarzania informacji. Koopmans dowodził, że model Walrasa w istocie pokazuje minimalne zapotrzebowanie na informację: każdy agent potrzebuje znać tylko własne preferencje, zasoby i wektor cen, by podjąć optymalną decyzję. W tym świecie obieg informacji jest bezkosztowy, jej przetwarzanie darmowe, a rynek działa jak doskonale skoordynowany przekaźnik sygnałów.

W tym właśnie miejscu na scenę wkracza figura agenta jako komputera użyteczności. Mirowski celnie diagnozuje to jako moment zanurzenia ekonomii w paradygmacie cyborgicznym, nawet jeśli większość

uczestników dyskursu wolała tego nie przyznawać. Jeżeli bowiem agent jest procesorem, to pytanie o jego ograniczone możliwości obliczeniowe staje się fundamentalne i nieusuwalne. Gdy do gry wchodzi RAND Corporation, a wraz z nią teoria gier, badania operacyjne i symulacje, ekonomia zostaje wciągnięta w orbitę systemów dowodzenia i kontroli. W tej nowej rzeczywistości niepewność i informacja nie są już dodatkami do modelu, lecz jego absolutnym centrum.

Paradoks racjonalności: błąd neoklasycznego modelu

Aby nadać tej dyskusji precyzję, warto porzucić anegdotę na rzecz zagadki logicznej, która zmusi nas do prześledzenia samej architektury założeń. Potraktujmy trzy poniższe zdania jako odrębne tezy dotyczące natury rynku i ludzkiej racjonalności.

Pierwsze zdanie, oznaczone literą P, głosi: jeżeli istnieje rynek doskonałej konkurencji i jeżeli jego uczestnicy są racjonalni w sensie neoklasycznym, to proces rynkowy maksymalizuje dobrobyt społeczny, przy czym obliczenia wymagane od jednostek nie przekraczają możliwości fizycznie istniejących procedur w dostępnym czasie.

Drugie zdanie, Q, stwierdza coś przeciwnego: jeżeli potraktujemy dosłownie procedury decyzyjne, jakie teoria gier i neoklasyczna teoria wyboru przypisują agentom, to wynikające z nich wymagania obliczeniowe przekraczają możliwości nie tylko każdego człowieka, ale i wielu realnie istniejących maszyn w zadanych ramach czasowych.

Trzecie zdanie, R, proponuje rozwiązanie: jeżeli wprowadzimy do modelu instytucje rynkowe jako automaty o określonej mocy obliczeniowej, możemy przenieść ciężar przetwarzania informacji z pojedynczych umysłów na samą strukturę reguł, język ofert i algorytmy kojarzenia transakcji.

Łamigłówka jest więc następująca: który z czterech możliwych zestawów przekonań jest spójny z aparatem nauk cyborgicznych, teorią obliczeń i twardymi wynikami ekonomii eksperymentalnej? Zestaw pierwszy, w którym wierzymy w P, odrzucając Q i R. Zestaw drugi, gdzie akceptujemy P i Q, ale negujemy R. Zestaw trzeci, gdzie odrzucamy P, a przyjmujemy Q i R. Czy może zestaw czwarty, w którym negujemy wszystkie trzy tezy?

Rozwiązanie tej zagadki wymaga jedynie konsekwencji, którą oferuje rachunek zdań. Przyjęcie tezy P oznacza wiarę, że przy standardowych założeniach proces rynkowy jest jednocześnie efektywny i obliczalny. Jednak jednoczesne przyjęcie tezy Q demaskuje tę wiarę, pokazując, że wymagania obliczeniowe teorii stojącej za P są po prostu nierealistyczne. Zestaw P i Q tworzy zatem logiczny węzeł gordyjski, wewnętrzną sprzeczność, którą można rozwiązać tylko przez redefinicję racjonalności w sposób nieobliczeniowy – co jednak podcina gałąź, na której siedzi cały paradygmat teorii gier.

Jeśli natomiast przyjmiemy P, ale zanegujemy Q, wkraczamy na grunt metafizyki. Musimy bowiem twierdzić, że agenci ekonomiczni w praktyce potrafią rozwiązywać problemy, które Alan Turing i teoria złożoności obliczeniowej klasyfikują jako trudne lub wręcz nierozstrzygalne w dostępnym czasie. To stanowisko w milczeniu tworzy kult transcendentalnego ego, utożsamiając człowieka z istotą stojącą ponad fizycznymi ograniczeniami czasu i pamięci. Agent staje się demonem Laplace'a w miniaturze.

Z kolei zanegowanie tezy R oznacza, że instytucje rynkowe nie mogą przejąć na siebie ciężaru obliczeń, a jedynym źródłem racjonalności pozostaje indywidualny umysł. Taki pogląd rozbija się jednak o twarde dowody z laboratoriów ekonomii eksperymentalnej. Pokazują one, że rynki zasiedlone przez agentów o zerowej inteligencji – proste automaty – potrafią osiągać zdumiewająco wysoki poziom efektywności, o ile tylko reguły gry są odpowiednio skonstruowane.

W świetle tych analiz jedynym logicznie spójnym stanowiskiem jest zestaw trzeci: odrzucamy P, a przyjmujemy Q i R. Oznacza to konieczność porzucenia tradycyjnej wizji rynku jako mechanizmu, który w naturalny sposób maksymalizuje dobrobyt dzięki doskonałej racjonalności jednostek. Zamiast tego musimy uznać dwie rzeczy naraz: nieusuwalne ograniczenia obliczeniowe ludzk

Zoidy: rynki bez inteligentnych uczestników

Philip Mirowski z upodobaniem sięga po eksperymenty z agentami o zerowej inteligencji, znanymi jako zoidy, ponieważ demaskują one fundamentalne nieporozumienie. Dowodzą bowiem, że to nie genialność uczestników decyduje o efektywności rynku, lecz sama architektura instytucji działającej niczym automat obliczeniowy. Zoidy to algorytmy pozbawione ambicji, emocji czy intencji. W najprostszej odsłonie losowo wybierają ceny ofert; w tej nieco bardziej zaawansowanej pamiętają jedynie własny budżet, by nie zbankrutować w trakcie jednej sesji.

Ku konsternacji tych, którzy wciąż wierzą, że rynki są teatrem heroicznej racjonalności, okazuje się, że nawet tak prymitywne byty potrafią generować wyniki zbliżone do równowagi konkurencyjnej. Wystarczą warunki odpowiednio skonstruowanej podwójnej aukcji. Nie ma tu miejsca na introspekcję, logikę samowiedzy czy subiektywną refleksję. Jest tylko mechaniczny ruch ofert, akceptacji i odrzuceń, zapisany w języku, który rynkowy automat potrafi bezbłędnie odczytać.

Z tej perspektywy, którą Mirowski określa mianem czarnej komedii nauk ekonomicznych, Homo economicus traci swój metafizyczny status. Zostaje zdegradowany do roli zoida z nieco większą pamięcią i bardziej złożonym rozkładem prawdopodobieństwa. Racjonalność przestaje być cechą psychologiczną jednostki, a staje się właściwością emergentną całego procesu, który można scharakteryzować w kategoriach mocy obliczeniowej. Różne typy rynków odpowiadają po prostu różnym klasom automatów.

Architektura rynkowa jako procesor informacji

Analiza języka aukcji podwójnej ujawnia, że jej poprawna obsługa wymaga automatu z przynajmniej czterema stosami pamięci, podczas gdy aukcja ofert zamkniętych z prostą regułą akumulacji może zostać zrealizowana przez maszynę z zaledwie dwoma. W terminologii teorii obliczeń oznacza to, że rynek aukcji podwójnej dysponuje po prostu większą mocą obliczeniową. W języku ekonomii – że jest w stanie rozwiązywać znacznie bardziej złożone problemy kojarzenia podaży z popytem. To nie jest metafora; to mechanika.

Ta konstatacja ma charakter dalece nie tylko teoretyczny. Z jej perspektywy projektant rynku, regulator czy architekt platformy obrotu okazuje się być nie tyle neutralnym administratorem, co inżynierem maszyn obliczeniowych. Jeżeli zaprojektuje język ofert, protokół komunikacji i reguły rozliczeń w sposób, który celowo lub nieświadomie obniża moc obliczeniową instytucji, to z góry ograniczy paletę możliwych wyników, niezależnie od tego, jak błyskotliwi byliby uczestnicy. Jeżeli natomiast skonstruuje instytucję jako automat o wysokiej mocy, może ona generować złożone, potencjalnie efektywne rozwiązania nawet wtedy, gdy jej użytkownicy działają w sposób uproszczony.

W tym miejscu rodzi się konsekwencja, która powinna szczególnie zainteresować menedżera i prawnika. Odpowiedzialność za skutki działania rynku nie może być już przypisana wyłącznie indywidualnym decyzjom jego uczestników. Przenosi się ona na poziom projektowania instytucjonalnego kodu, stając się odpowiedzialnością strukturalną. To już nie jest kwestia mikroekonomicznej edukacji, lecz konstytucyjny problem architektury całego świata gospodarczego.

Zatoka, USA i Europa: trzy modele cyborgizacji

W tej mierze, w jakiej nauki cybernetyczne stają się krwiobiegiem gospodarki, poszczególne kręgi kulturowe reagują na nie w radykalnie odmienny sposób. Świat arabski, Ameryka Północna i Unia Europejska to w istocie trzy różne laboratoria, w których próbuje się zasymilować paradygmat informacji, kontroli i komputacji w ramach istniejącego ładu. Każde z nich tworzy własny, unikalny model.

W gospodarkach Zatoki Perskiej, gdzie tradycje prawa szariatu zderzają się z agresywną modernizacją, obserwujemy fascynującą hybrydę. Z jednej strony powstają tam gigantyczne suwerenne fundusze inwestycyjne, które bez wahania sięgają po najbardziej zaawansowaną sztuczną inteligencję i handel wysokiej częstotliwości. Z drugiej jednak strony cały ten technologiczny arsenał musi działać w ramach ograniczeń narzuconych przez prawo koraniczne: zakazu lichwy, unikania instrumentów czysto spekulacyjnych i wymogu powiązania transakcji z realnymi aktywami. Cyborgizacja postępuje więc w cieniu norm religijnych, które nie tyle ją hamują, co raczej próbują ukierunkować jej moc. W efekcie demon

Maxwella zostaje zatrudniony w domu finansów, ale otrzymuje fetwę, która zakazuje mu pewnych rodzajów sortowania cząsteczek.

W Ameryce Północnej, a zwłaszcza w Stanach Zjednoczonych, relacja ta jest najbardziej bezpośrednia i pozbawiona podobnych hamulców. Ten sam kompleks militarno-akademicko-korporacyjny, który w czasach zimnej wojny tworzył systemy wczesnego ostrzegania i symulacje konfliktu nuklearnego, z tą samą logiką zbudował później giełdy elektroniczne i cyfrowe monopole. Tutaj nauki cybernetyczne nie są jedynie dodatkiem do kapitalizmu – stały się jego centralnym układem nerwowym. Logika C3I, czyli dowodzenia, kontroli i komunikacji, została przeniesiona wprost na zarządzanie firmą, logistykę i rynek. W rezultacie nawet zwykły konsument, skanujący kartę lojalnościową w supermarkecie, staje się zaledwie punktem danych w gigantycznej maszynie obliczeniowej.

Unia Europejska reprezentuje trzecią drogę, zdominowaną przez wysiłki regulacyjne i próby poddania technologii procedurom publicznego uzasadniania. Owszem, europejskie rynki finansowe są głęboko zautomatyzowane, ale jednocześnie oplecione gęstą siecią ram nadzorczych. Platformy cyfrowe są integrowane z gospodarką, lecz równocześnie poddawane rygorystycznej kontroli w zakresie ochrony danych i zasad konkurencji. Można rzec, że Europa próbuje stworzyć coś na kształt konstytucjonalizmu cybernetycznego: uznaje informację i komputację za nowe zasoby fundamentalne, ale od razu obejmuje je systemem norm chroniących prawa jednostki i pluralizm.

Te trzy odmienne style dowodzą, że nauki cybernetyczne nie są neutralnym narzędziem. Ich implementacja wymusza fundamentalny wybór między różnymi modelami normatywnego oswojenia demona Maxwella. W modelu zatokowym demon zostaje wpisany w ramy religijno-finansowe. W modelu północnoamerykańskim puszcza się go wolno, o ile tylko pracuje na rzecz akumulacji kapitału. W modelu europejskim zaś próbuje się stworzyć instytucje, w których demon działa na podstawie warunkowej licencji, podlegającej nieustannej rewizji.

Makroekonomia maskuje swoją cyborgiczną naturę

Dopiero pożegnanie z naiwną wiarą w racjonalność jako jednolity atrybut człowieka otwiera drogę do zrozumienia współczesnego paradygmatu naukowego. Zaczynamy ją traktować nie jako cechę umysłu, lecz jako emergentny efekt złożonych układów informacyjnych, technicznych i instytucjonalnych, w ramach których ekonomia zostaje wchłonięta przez nauki cyborgiczne. Oficjalnie jej główny nurt wciąż posługuje się szacownym aparatem użyteczności, preferencji i równowagi, dyskretnie uzupełnionym o koszty transakcyjne czy asymetrię informacji. W praktyce jednak coraz większa część wysiłku badawczego koncentruje się na złożoności obliczeniowej procesów rynkowych, symulacjach agentowych, modelach sieciowych i uczeniu maszynowym.

Jeśli zajrzymy pod maskę współczesnych modeli makroekonomicznych, stosowanych w bankach centralnych czy globalnych korporacjach, odkryjemy swoistą schizofrenię. Warstwa deklaratywna, czyli oficjalna fasada, podtrzymuje retorykę racjonalnych oczekiwań i równowagi ogólnej. Jednak warstwa operacyjna, faktyczna maszynownia, składa się z algorytmicznych modułów obsługujących przepływ danych, procedur kalibracji, filtrów Kalmana oraz reguł decyzyjnych opartych na obserwowanych wzorcach. To właśnie w tej maszynowni, a nie w salonach teorii, ekonomia staje się nauką cyborgiczną, nawet jeśli jej kapłani wolą o tym nie mówić.

Philip Mirowski, diagnozując tę intelektualną podwójną księgowość, trafnie zauważa, że współczesna ekonomia nie potrafi przyznać się do własnej ontologii, czyli fundamentalnych założeń o naturze rzeczywistości, którą bada. Z jednej strony chętnie korzysta z komputera jako potężnego instrumentu, z drugiej zaś nie chce zaakceptować konsekwencji, jakie to niesie dla samego pojęcia racjonalności. Jeżeli bowiem przyjmiemy, że świat gospodarczy jest systemem przetwarzania informacji, rynki są zautomatyzowanymi maszynami obliczeniowymi, a ludzie stają się ucieleśnionymi modułami w tej maszynerii, to nie sposób dłużej podtrzymywać mitu suwerennego podmiotu, który w samotnej refleksji dokonuje czystej maksymalizacji.

Współczesny paradygmat naukowy, nawet tam, gdzie nie odwołuje się wprost do Mirowskiego, w praktyce realizuje jego diagnozę. Teoria złożoności, ekonomia sieciowa czy analizy systemowego ryzyka finansowego to nic innego jak próby uchwycenia gospodarki jako wielowymiarowego automatu zanurzonego w informacyjnym oceanie. W tej mierze, w jakiej badacz staje się projektantem kalibrującym parametry symulacji, a nie tylko pasywnym interpretatorem danych, nauka ekonomiczna wchodzi w tryb, który Herbert Simon, jeden z ojców sztucznej inteligencji, nazwał naukami o tym, co sztuczne.

AI radykalizuje wojskową logikę kontroli

W tym świetle sztuczna inteligencja nie jawi się jako rewolucja importowana z zewnątrz, lecz raczej jako radykalne przyspieszenie trendu, którego korzenie sięgają czasów projektów SAGE i RAND. Jest to w istocie kontynuacja nauk cyborgicznych, prowadzona po prostu innymi środkami. Prawdziwa zmiana dotyczy skali i tempa. Algorytmy uczenia głębokiego potrafią bowiem asymilować strumienie danych o intensywności i złożoności przekraczających ludzkie pojmowanie, a także wykrywać subtelne wzorce w szumie, który dla ludzkiego oka i intuicji pozostawałby czystą entropią.

Z perspektywy biznesowej, w jej najbardziej prozaicznym wymiarze, sztuczna inteligencja postrzegana jest jako instrument do redukcji kosztów i automatyzacji procesów. Menedżerowie mówią o optymalizacji łańcuchów dostaw, personalizacji ofert, dynamicznej wycenie czy predykcyjnym utrzymaniu ruchu. W tej

warstwie AI gładko wpisuje się w dotychczasową logikę C3I, czyli klasycznego modelu dowodzenia, kontroli i komunikacji w warunkach niepewności, nie naruszając fundamentalnych założeń zarządzania.

Znacznie bardziej frapujące jest jednak to, co sztuczna inteligencja czyni z samą logiką rynku. Gdy algorytmy stają się autonomicznymi podmiotami decyzyjnymi, zwłaszcza na rynkach finansowych, klasyczne pytanie o racjonalność aktora ekonomicznego ulega głębokiemu przekształceniu. Nie dociekamy już, czy pojedynczy człowiek jest w stanie przeprowadzić skomplikowane obliczenia, które przypisuje mu teoria ekonomiczna. Pytanie brzmi teraz, czy cała struktura interakcji między algorytmami, ludźmi i instytucjami jest w ogóle stabilna, obliczalna i czy poddaje się jakiejkolwiek ocenie normatywnej.

W praktyce rynki wspinają się na kolejny szczebel abstrakcji. Jeśli dotąd mogliśmy postrzegać rynek jako automat, który przyjmuje oferty agentów i generuje ceny, to dziś na scenę wkracza swoisty metaautomat. W jego wnętrzu poszczególne algorytmy transakcyjne, systemy rekomendacyjne i mechanizmy wyceniające działają jako podautomaty, tworząc nową, nadrzędną strukturę. Z perspektywy teorii obliczeń jest to jakościowy skok złożoności. Z punktu widzenia prawa i etyki – paląca konieczność ponownego zdefiniowania granic odpowiedzialności.

Mirowski przestrzega tu przed złudzeniem, jakoby AI miała za nas rozwiązać problem racjonalności. Zastąpienie ludzkiego aktora algorytmem nie sprawia, że znikają fundamentalne dylematy dotyczące obliczalności, nierozstrzygalności czy wszechobecnego szumu. Przenosimy je jedynie na wyższy, bardziej zautomatyzowany poziom. Algorytm działający w warunkach niepewności i przy ograniczonych zasobach obliczeniowych również musi stosować heurystyki, priorytetyzować dane i odrzucać część informacji. Różnica polega na tym, że czyni to w tempie i skali, które potencjalnym błędom nadają rangę systemowej katastrofie.

Z biznesowego punktu widzenia wyłania się tu pokusa będąca zarazem obietnicą i zagrożeniem. Skoro AI potrafi przewidywać ruchy konsumentów, nastroje rynkowe i wahania cen, staje się nowym wcieleniem demona Maxwella. To inteligentny portier sortujący cząsteczki informacji w taki sposób, by właściciel maszyny mógł czerpać nadzwyczajną rentę z informacyjnej asymetrii. Jednak cena, którą płacimy jako zbiorowość, jest wysoka: polega na radykalnym wzroście nieprzejrzystości procesów decyzyjnych i bezprecedensowej koncentracji władzy obliczeniowej w nielicznych rękach.

Algorytmiczne decyzje: ryzyko utraty kontroli

Gdyby zapytać przedstawicieli globalnego biznesu o przyszłość opisywaną przez Mirowskiego, otrzymalibyśmy koktajl entuzjazmu i lęku. Publicznie dominuje ten pierwszy, w kuluarach – ten drugi. Dopóki menedżerowie muszą raportować wyniki akcjonariuszom i rynkom, oficjalny dyskurs pęka w szwach

od opowieści o szansach: automatyzacji procesów, przewadze konkurencyjnej płynącej z analizy danych czy efektach skali w przetwarzaniu informacji. To oficjalna, starannie wygładzona wersja wydarzeń.

Bardziej realistyczna mapa przyszłości zawiera jednak kilka powracających, niepokojących motywów. Po pierwsze, utrwalenie gospodarki platformowej, w której giełdowa wycena spółki zależy wprost od jej zdolności do przechwytywania i monetyzacji naszych zachowań. Po drugie, postępującą finansjalizację, czyli proces przekształcania coraz to nowych sfer życia w strumienie gotówki, które można następnie spakować w derywaty i inne produkty strukturyzowane. Po trzecie wreszcie, rosnącą centralizację mocy obliczeniowej w rękach garstki globalnych graczy, którzy kontrolują nie tylko dane, ale też chmurową infrastrukturę i całe armie badaczy.

Z perspektywy nauk cyborgicznych wszystkie te trendy są jedynie różnymi obliczami tego samego procesu: wciągania kolejnych sfer życia w orbitę zautomatyzowanego przetwarzania danych. Możemy to nazywać cyfryzacją, automatyzacją czy transformacją technologiczną, lecz istota pozostaje niezmienna. Demon Maxwella, który niegdyś sortował cząsteczki gazu, dziś porządkuje transakcje, interakcje i emocje użytkowników. Jego logika jest ta sama, zmieniła się tylko skala i materia, na której operuje.

Biznes, który nie udaje, że chodzi mu o coś innego niż zysk, skłonny jest interpretować ten proces jako nieodwracalny i naturalny kierunek rozwoju. Dokumenty strategiczne największych korporacji zakładają, że w perspektywie jednego pokolenia wszystkie kluczowe decyzje alokacyjne będą co najmniej wspierane przez sztuczną inteligencję, jeśli nie całkowicie jej powierzone. Rynki zostaną zautomatyzowane w stopniu dziś niewyobrażalnym, a rola człowieka skurczy się do nadzorowania metaalgorytmów, projektowania ram prawnych i zarządzania symbolicznym kapitałem zaufania do całego systemu.

W tej narracji czai się jednak fundamentalna niewiadoma. Na ile system, który oddajemy we władanie cyborgicznym automatom, pozostaje przestrzenią, gdzie wciąż można dochodzić swoich praw do uznania, prawdy czy normatywnej słuszności? Na ile jest miejscem na autentyczność, której nie da się sprowadzić do paczki danych? Innymi słowy: czy świat społeczny to wciąż arena, na której o słuszności norm się debatuje, czy już tylko serwerownia, gdzie się je oblicza?

Przewodnik biznesmena: jak żyć z demonem Maxwella w gabinecie zarządu

Jeśli wyobrazimy sobie salę konferencyjną zarządu jako współczesny pokój dowodzenia, gdzie zamiast map sztabowych wiszą panele BI, dashboardy ryzyka i prognozy AI, pytanie o praktyczne zastosowanie myśli Mirowskiego przestaje być akademickie. W tej mierze, w jakiej zarząd odpowiada nie tylko za kwartalne zyski, lecz także za długofalową stabilność i reputację firmy, musi brać pod uwagę nie tylko możliwości, ale i granice nauk cyborgicznych.

Po pierwsze, menedżer musi zrozumieć, że powierzając decyzje algorytmom, nie pozbywa się odpowiedzialności. Przenosi ją jedynie na wyższy poziom abstrakcji, gdzie błędy wykryć trudniej, a ich konsekwencje bywają katastrofalne. To, że model scoringowy, system rekomendacji czy algorytm tradingowy operuje na milionach

Konstytucjonalizacja komputacji: ramy dla algorytmów

Dopiero gdy uznamy, że komputacja nie jest zewnętrzną techniką, lecz wewnętrznym warunkiem istnienia współczesnej gospodarki, otwiera się sensowna perspektywa konstytucjonalizacji nauk cyborgicznych. Nie chodzi tu o naiwną wiarę, że da się w jednym dokumencie spisać wszystkie zasady działania systemów informacyjnych, podobnie jak dawni myśliciele próbowali skodyfikować podział władz. Chodzi o coś znacznie subtelniejszego: o wprowadzenie do świata gospodarki procedur, które pozwolą publicznie i racjonalnie przesłuchać Demona Maxwella, zanim zostanie on na stałe zatrudniony przez kolejny fundusz inwestycyjny lub korporację platformową.

Formalno-pragmatyczna rekonstrukcja dyskursu, inspirowana myślą Jürgena Habermasa, zmusza nas do postawienia kluczowego pytania: w jakich warunkach koordynacja działań za pośrednictwem algorytmów może być uznana za uprawnioną? Jeżeli bowiem racjonalność nie jest już cechą samotnego umysłu, lecz procesem osiągania zgody co do roszczeń do prawdy, słuszności i autentyczności, to mamy problem. Wszędzie tam, gdzie decyzje ekonomiczne zapadają w czarnych skrzynkach, pojawia się deficyt uzasadnienia, ponieważ proces ten został pominięty.

Konstytucjonalizacja komputacji oznaczałaby zatem ustanowienie minimalnych, lecz nieprzekraczalnych warunków, pod którymi systemy algorytmiczne mogą być włączane do praktyk gospodarczych. Można je roboczo opisać jako trzy fundamentalne prawa. Po pierwsze, prawo do wglądu w logikę automatu, rozumiane nie jako techniczny dostęp do kodu, lecz jako publicznie zrozumiały opis zasad, według których maszyna klasyfikuje, sortuje i decyduje. Po drugie, prawo do kwestionowania, które pozwala stronom dotkniętym decyzją algorytmu wnieść o ponowne rozpatrzenie sprawy w procedurze, w której ludzkie argumenty nie są redukowane do kolejnych danych wejściowych. Po trzecie wreszcie, prawo do ograniczenia automatyzacji, wyznaczające te sfery życia, w których decyzje nie mogą być całkowicie przekazane maszynom, gdyż dotykają fundamentalnego prawa do bycia traktowanym jako cel, a nie środek.

Z perspektywy biznesowej taka konstytucjonalizacja może jawić się jako hamulec dla innowacji. W istocie jest jednak próbą uniknięcia pułapki, w którą wpada każdy system utożsamiający racjonalność z wydajnością obliczeniową. Jeśli, jak twierdził Norbert Wiener, entropia jest rodzajem nieustannego, agonistycznego sporu, to próba jej całkowitego ujarzmienia przez automaty prowadzi do nowej formy represji, ukrytej pod retoryką optymalizacji. Porządek konstytucyjny, który nakłada ograniczenia na władzę algorytmów, nie jest

zatem prostym hamulcem, lecz warunkiem koniecznym, by społeczna koordynacja nie została zredukowana do odgórnego sterowania.

Prawo jako narzędzie oporu wobec totalizacji danych

Podczas gdy ekonomia i biznes, nawet jeśli tylko milcząco, kapitulują przed logiką nauk cybernetycznych, prawo pozostaje jedną z nielicznych sfer, gdzie wciąż można artykułować opór wobec wszechogarniającego paradygmatu informacji. Nie chodzi o to, że prawnicy są z natury odporni na technologiczną syrenę. Chodzi raczej o to, że dogmatyka prawna, z jej rzemieślniczą, upartą pracą na pojęciach, przepisach i procedurach, ocaliła pewne fundamentalne intuicje, które mogą służyć jako zasoby dla świata ludzkiego doświadczenia.

Prawo, jeśli rozumiemy je nie jako zbiór suchych nakazów, lecz jako żywy dyskurs o słuszności, staje się uprzywilejowaną areną do kwestionowania tych roszczeń nauk cybernetycznych, które lubią przebierać się w kostium technicznej konieczności. Kiedy cyfrowa platforma oświadcza, że jej algorytmy muszą pozostać nieprzejrzyste ze względu na ochronę tajemnicy przedsiębiorstwa, prawo może zadać niewygodne pytanie: czy ochrona własności intelektualnej jest absolutnym asem w talii, który zawsze bije prawo jednostki do bycia ocenianą w procesie wolnym od arbitralności?

W tym właśnie sensie możliwa staje się prawna reinterpretacja demona Maxwella. Zamiast postrzegać go jako neutralnego operatora informacji, możemy uznać go za uczestnika społecznej gry, który musi uzasadniać swoje działania na równi z innymi. Demon sortujący cząsteczki w gazie nie ma żadnych moralnych dylematów. Ale demon zatrudniony do sortowania kredytobiorców, kandydatów do pracy, pacjentów czy ubezpieczonych nagle odkrywa, że podlega normom równego traktowania oraz transparentności i ma obowiązek zapewnienia ścieżki odwoławczej.

To fundamentalne napięcie najwyraźniej widać w prawie ochrony danych osobowych, gdzie Unia Europejska próbuje zmusić nauki cybernetyczne do uznania podmiotowości człowieka. Prawo do bycia zapomnianym, prawo do przenoszenia danych czy prawo do sprzeciwu wobec profilowania to nic innego jak próby zapisania w języku normatywnym tego, co dla biznesu i technologii jest zaledwie czystą informacją. W tej mierze, w jakiej te prawa stają się realnym narzędziem, a nie tylko papierowym zapisem, możemy mówić o narodzinach nowej warstwy ustrojowej – o konstytucjonalizacji komputacji, w której staje się ona przedmiotem regulacji na równi z własnością, wolnością i bezpieczeństwem.

Trzy scenariusze: przyszłość cyborgowej ekonomii

Jeżeli potraktujemy serio intuicje Mirowskiego, Simona, Wienera, Turinga i Shannona, a zarazem uwzględnimy kulturowe zróżnicowanie między światem arabskim, Ameryką Północną a Unią Europejską, wyłaniają się trzy profetyczne, choć racjonalnie ugruntowane, scenariusze rozwoju cyborgicznej ekonomii.

Pierwszy z nich, nazwijmy go scenariuszem asymetrycznej hegemonii, zakłada całkowite przejęcie nauk cyborgicznych przez wąski sojusz globalnych korporacji technologicznych i państw dysponujących rozbudowanym kompleksem militarno-przemysłowym. W takim świecie komputacja staje się nie tylko niewidzialną infrastrukturą, ale przede wszystkim narzędziem społecznej dyscypliny. Rynki finansowe, platformy komunikacyjne i systemy oceny kredytowej działają jak jeden, zintegrowany automat, który organizuje życie tak wszechstronnie, że możliwość buntu zostaje zepchnięta do nisz, które system natychmiast mapuje, profiluje i monetyzuje.

Drugi scenariusz, fragmentarycznej regulacji, urzeczywistnia się, gdy różne regiony globu wdrażają odmienne modele oswajania Demona Maxwella. Prowadzi to do powstania wielobiegunowego świata standardów ekonomicznych. Kraje arabskie rozwijają własne warianty finansów zgodnych z szariatem, jednocześnie sięgając po najnowsze technologie w obszarach mniej wrażliwych normatywnie. Ameryka Północna zachowuje prymat innowacji, lecz zmaga się z pogłębiającym się kryzysem zaufania i nierównościami. Unia Europejska przekształca się w globalne laboratorium regulacyjne, płacąc za to cenę w postaci wolniejszej akumulacji kapitału technologicznego. Taki świat na nowo definiuje pola konfliktu o dane, standardy i infrastrukturę, ale zachowuje przestrzeń dla instytucjonalnego pluralizmu.

Trzeci scenariusz, rekonstrukcji proceduralnej, jest najbardziej ambitny, lecz jako jedyny pozwala uniknąć ślepego zaułka totalizacji. Zakłada on, że nauki cyborgiczne zostaną włączone w szerszy projekt rekonstrukcji rozumu, na wzór tego, którego filozofia podjęła się po kryzysie metafizyki. Komputację uznaje się tu nie za autonomiczną sferę suwerennego działania, lecz za jeden z momentów w procesie uzasadniania decyzji. W praktyce oznacza to, że żadne rozstrzygnięcie ekonomiczne, nawet wygenerowane przez algorytm, nie jest zwolnione z wymogu przedstawienia racji w języku zrozumiałym dla wszystkich uczestników.

W tej wizji przyszłości rozwija się kultura audytu algorytmicznego, w ramach której eksperci z informatyki, prawa, ekonomii i nauk społecznych wspólnie demaskują ukryte założenia modeli. Powstają instytucje rzecznictwa algorytmicznego, reprezentujące interesy tych, którzy podlegają maszynowym decyzjom, lecz nie rozumieją ich logiki. Na znaczeniu zyskuje edukacja krytyczna, która nie uczy obsługi narzędzi, lecz rozumienia, jak wpływają one na nasze fundamentalne prawo do bycia traktowanym podmiotowo.

W świecie, gdzie algorytmy kształtują rzeczywistość ekonomiczną, prawo staje się ostatnią redutą obrony ludzkiej podmiotowości. Czy zdołamy okiełznać demona Maxwella, by służył ludzkim celom, czy też sami staniemy się trybikami w jego cyfrowej machinie? Przyszłość zależy od tego, czy potrafimy stworzyć konstytucję dla algorytmów, zanim one napiszą ją dla nas.

Inspiracje

[1] **"Machine Dreams: Economics Becomes a Cyborg Science"** Philip Mirowski

2001 | Cambridge University Press

Philip Mirowski jest historykiem i filozofem myśli ekonomicznej, znanym z krytyki neoliberalizmu i komercjalizacji nauki. Jest profesorem ekonomii im. Carla Kocha oraz historii i filozofii nauki na Uniwersytecie Notre Dame. Do jego najważniejszych dzieł należą „Więcej ciepła niż światła” i „ScienceMart”.

Philip Mirowski *is a historian and philosopher of economic thought, known for critiques of neoliberalism and the commercialization of science. He is the Carl Koch Professor of Economics and the History and Philosophy of Science at the University of Notre Dame. Notable works include* ***More Heat than Light*** *and* ***ScienceMart****.*

University of Notre Dame

Literatura uzupełniająca

Książki

Autorzy przywoływani w artykule:

[1] **"Never Let a Serious Crisis Go to Waste: How Neoliberalism Survived the Financial Meltdown"**

Philip Mirowski

2013 | Verso Books

[2] **"More Heat than Light: Economics as Social Physics, Physics as Nature's Economics"**

Philip Mirowski

1989 | Cambridge University Press

[3] **"Science-Mart: Privatizing American Science"**

Philip Mirowski

2011

Literatura pokrewna (Google Scholar):

[4] **"A Monetary History of the United States, 1867–1960"**

Milton Friedman, Anna J. Schwartz

1963 | Princeton University Press

Google Scholar

[5] **"Claude Elwood Shannon: Collected Papers"**

Claude Shannon

1993 | IEEE Press

Google Scholar

[6] **"Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and the Machine"**

Norbert Wiener

1948 | Hermann & Cie

Google Scholar

[7] **"Alan Turing's Systems of Logic: The Princeton Thesis"**

Alan Turing

2012 | Princeton University Press

[8] **"The Essential Turing: Seminal Writings in Computing, Logic, Philosophy, Artificial Intelligence, and Artificial Life plus The Secrets of Enigma"**

Alan Turing

[9] **"Éléments d'économie politique pure, ou théorie de la richesse sociale"**

Léon Walras

1874 | L. Corbaz & cie

Google Scholar

[10] **"Études d'économie sociale; Théorie de la répartition de la richesse sociale"**

Léon Walras

1896

[11] **"Three Essays on the State of Economic Science"**

Tjalling C. Koopmans

1957 | McGraw-Hill

Artykuły naukowe

Autorzy przywoływani:

[1] **"Maxwell's demon across the quantum-to-classical transition"**

Patrick Potts et al.

2024 | Phys. Rev. Research 6, 043216

Google Scholar

[2] **"Maxwell's Demon Is Foiled by the Entropy Cost of Measurement, Not Erasure"**

R. E. Kastner

2025 | arXiv

Google Scholar

[3] **"A Dynamical Theory of the Electromagnetic Field"**

James Clerk Maxwell

1865 | Philosophical Transactions of the Royal Society of London

Google Scholar

[4] **"On Governors"**

James Clerk Maxwell

1868 | Proceedings of the Royal Society of London

Google Scholar

[5] **"Cyborg Intelligence: Recent Progress and Future Directions"**

Nenggan Zheng et al.

2025

Google Scholar

[6] **"A Mathematical Theory of Communication"**

C.E. Shannon

1948 | Bell System Technical Journal

Google Scholar

[7] **"Communication Theory of Secrecy Systems"**

Claude E. Shannon

1949 | Bell System Technical Journal

[8] **"Extrapolation, Interpolation, and Smoothing of Stationary Time Series"**

Norbert Wiener

1942

Google Scholar

[9] **"Thermodynamics of multiple Maxwell demons"**

Sanjay Kumar, Arnab Pal, Debashish Chaudhuri

2025 | arXiv

Google Scholar

[10] **"On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem"**

Alan Turing

1936 | Journal of Mathematics

[11] **"Computing Machinery and Intelligence"**

Alan Turing

1950 | Mind

[12] **"A Behavioral Model of Rational Choice"**

Herbert A. Simon

1955 | The Quarterly Journal of Economics

[13] **"Rationality as Process and as Product of Thought"**

Herbert A. Simon

1978 | American Economic Review

[14] **"Bounded rationality in decision–making"**

Juan Gabriel V. Hernandez, Ricardo Pérez Ortega

2018 | MOJ Research Review

[15] **"The Methodology of Positive Economics"**

Milton Friedman

1953

[16] **"A Theory of the Consumption Function"**

Milton Friedman

1957

[17] **"Concepts of Optimality and Their Uses"**

Tjalling C. Koopmans

1977 | American Economic Review

[18] **"Efficient allocation of resources to a portfolio of decision making units"**

Juuso Liesiö, Juho Andelmin, Ahti Salo

2020 | European Journal of Operational Research

[19] **"Maxwell's Demon—A Historical Review"**

Harvey S. Leff, Andrew F. Rex

2017 | Entropy

Google Scholar

[20] **"On the Theory of Games of Strategy"**

John Von Neumann

1928

[21] **"Proof of the Quasi-Ergodic Hypothesis"**

John Von Neumann

1932 | Proc. Nat. Acad. Sci.

Google Scholar

[22] **"What is Universal Pragmatics?"**

Jürgen Habermas

1976

[23] **"Moral Consciousness and Communicative Action"**

Jürgen Habermas

1990

Artykuły pokrewne (Google Scholar):

[24] **"The Economic Consequences of Philip Kitcher"**

Philip Mirowski

1996

[25] **"Markets as Evolving Computational Entities"**

Philip Mirowski

1998

[26] **"Cyborg Agonistes"**

Philip Mirowski

1999

APA ONE Publishing System

Fundacja Dobre Państwo © 2026

Article ID: 481a0e7e-eeaa-4439-85f3-c38b07a23ee5