

---

# Samokontrola: własności, funkcje, mechanizmy i ograniczenia\*

ADAM CHUDERSKI  
*Instytut Filozofii  
Uniwersytetu Jagiellońskiego*

**Streszczenie.** *W badaniach nad kontrolą elementarnych procesów poznawczych osiągnięto ostatnio znaczący postęp. Na przykład, wyodrębniono w systemie poznawczym człowieka różnorakie funkcje i mechanizmy kontrolne. Jednakże, nauki o poznaniu nie poradziły sobie dotąd z wyjaśnieniem zjawiska samokontroli, czyli zdolności przejawiającej się na poziomie całego systemu poznawczego, polegającej na skutecznym podążaniu za odległymi celami oraz unikaniu dystrakcji. W pracy przedstawiona została koncepcja samokontroli odwołująca się do pojęcia emergencji, która prowadzi do nowych i nieprzewidywalnych własności systemu, wynikających ze złożonych, dynamicznych i nieliniowych interakcji jego elementów składowych. Koncepcja ta pozwala wyobrazić sobie teorie samokontroli umysłu unikające dobrze znanego „problemu homunkulusa”. Dzięki symulacjom obliczeniowym, teorie takie umożliwiają (na razie, w bardzo prosty sposób) odtworzenie emergentnej zdolności umysłu do samokontroli, mimo że — ze względu na odpowiednią złożoność — nie możemy w pełni prześledzić ciągu przyczynowo-skutkowego, który do niej prowadzi. Tak więc, deterministycznie opisujemy i wyjaśniamy warunki konieczne do pojawienia się samokontroli, ale odnosząc się do modelowanego systemu wciąż możemy mówić o jego autonomii i autodeterminacji. Jak dowodzą najnowsze wyniki badań nad zaburzeniami samokontroli, owa autonomia bywa jednak znacznie ograniczona.*

**Słowa kluczowe:** *samokontrola, kontrola poznawcza, funkcje zarządcze, emergencja, modelowanie obliczeniowe*

Prawie każdy z Czytelników wie z własnego doświadczenia, jak trudna jest czasami zmiana własnego zachowania polegająca, na przykład,

---

\*Napisanie tego artykułu zostało sfinansowane z grantu nr N106 2155 33 „Kontrola poznawcza w funkcjonowaniu uwagi i pamięci roboczej”, udzielonego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego ze środków na naukę w latach 2007-2010.

na wykonaniu pewnej czynności inaczej niż wykonujemy ją zwykle, powstrzymaniu się od przyjemności dla osiągnięcia nadrzędnego celu, czy na wykryciu i poprawieniu błędnej reakcji. Ponieważ człowiek jest w stanie dokonywać owej zmiany samodzielnie, przy znikomym udziale czynników zewnętrznych, zdolność tę zwie się samokontrolą. Dzięki samokontroli człowiek potrafi wbrew sygnałom płynącym z otoczenia i narzucającym się schematom działania zmieniać przebieg swoich procesów poznawczych i zachowania dla realizacji celów, które bez udziału samokontroli nie zostałyby osiągnięte. Wagę samokontroli widać szczególnie wtedy, gdy na skutek określonych zaburzeń neurodegeneracyjnych zostaje ona upośledzona—wraz z nią załamaniu ulega celowość i koherencja zachowania. Psychologowie i neuronaukowcy doszli zatem do wniosku, że wyjaśnienie poszczególnych przejawów poznawczego funkcjonowania człowieka (takich jak percepcja, pamięć, myślenie, uczenie się czy podejmowanie decyzji) nie daje pełnego obrazu tego, jak człowiek poznaje rzeczywistość i na nią wpływa. Kluczowe okazało się zrozumienie tego, jak oddzielne funkcje poznawcze są kontrolowane i koordynowane, składając się na spójne i ukierunkowane zachowanie.

Niniejsza praca poświęcona jest przeglądowi najważniejszych zagadnień dotyczących kontroli czynności umysłowych, a szczególnie kontroli dokonywanej na relatywnie wysokim poziomie organizacji umysłu. Najpierw podjęta zostanie próba przybliżenia samego pojęcia „kontrola”. Następnie opisane zostaną względnie elementarne funkcje kontrolne, jakie można wyodrębnić w systemie poznawczym człowieka. Przede wszystkim, przedstawione zostaną teorie samokontroli, które opisują jej mechanizmy w kategoriach dynamicznej interakcji prostych elementów informacyjnych czy neuronalnych. Podjęta zostanie próba odpowiedzi na pytanie, czy można trafnie wyjaśnić źródła samokontroli bez odwoływania się do takich „homunkularnych” konstruktów, jak „wola”, „świadomość” czy „schemat Ja”. Pojęcia te są bowiem tak niejasne, że same wymagają dalszego wyjaśnienia, a ich naukowy status jest wątpliwy. Będzie to zatem próba pokazania, w jaki sposób można opisać umysł człowieka w języku „twardej” nauki, jednocześnie nie rezygnując z przyznania mu autonomii i zdolności do autodeterminacji. Na koniec, dyskutowane będą ograniczenia człowieka w sprawowaniu samokontroli. Warto się bowiem zastanowić nad zakresem, w jakim autonomia i autodeterminacja umysłowi człowieka rzeczywiście przysługują.

## 1. Ogólne własności kontroli

Określmy najpierw możliwe rodzaje kontroli procesów poznawczych i zachowania. Pełna kontrola, zwana w teorii systemów „sterowaniem”,

to wszelkie celowe oddziaływanie jednego systemu<sup>1</sup> na drugi, w celu uzyskania dowolnych zmian w jego funkcjonowaniu (Kempisty 1973, s. 420). Słabsza postać kontroli, regulacja, polega na takiej zmianie w regulowanym systemie, która prowadzi wyłącznie do przybliżania się tego systemu lub pewnych jego elementów do pożądanego stanu wzorcowego lub do ich oddalania się od stanu niepożądanego (Kaczorek 1993, s. 15). Istotą regulacji jest uzależnienie przebiegu kontroli od stanu regulowanego systemu: zmiany nie są dokonywane dowolnie, ale wyłącznie w odpowiedzi na ów stan. Najslabszą postacią kontroli jest obserwacja (tzw. monitorowanie), która nie ma wpływu na obserwowany system, ale może wywołać którąś z silniejszych postaci kontroli. Osobną postacią kontroli jest samoograniczenie, które polega na ustaleniu warunków brzegowych, których procesy sterowania, regulacji czy obserwacji przekroczyć nie mogą. Zjawiska sterowania albo regulacji są jednoznacznie związane z liczbą alternatywnych celów lub zestawów celów systemu poznawczego. Proces regulacji jest skuteczny tylko wtedy, gdy jest określony dokładnie jeden jego cel lub, w przypadku regulacji wielokryterialnej, jeden zestaw wzajemnie niesprzecznych celów. Gdy istnieją dwa lub więcej konkurencyjne cele lub zestawy celów, między którymi procesy samokontroli muszą wybrać w sposób nietrywialny, lub gdy nie jest znany żaden cel, to wtedy do sprawowania skutecznej kontroli (w tym do określenia właściwego celu) niezbędne jest sterowanie, czyli pełna postać kontroli. Samoregulacja jest tu procesem zbyt słabym, gdyż prowadzi jedynie do zapewnienia ekwifinalności — służy do osiągnięcia uprzednio określonego stanu końcowego niezależnie od tego, jaki jest obecny stan systemu i jakich zaburzeń dostarcza otoczenie. Sterowanie to silniejsza własność, która pozwala systemowi na wybór pożądanego stanu końcowego i osiągnięcie go w dowolny sposób.

Zjawiska kontroli i regulacji opisuje się na różnych poziomach organizacji. Ze względu na to, co kontroli podlega, możemy opisywać samokontrolę całego organizmu czy systemu poznawczego, wpływającą

<sup>1</sup>Pod pojęciem „systemu” rozumiem, w uproszczeniu, myślowo wyodrębniony fragment rzeczywistości, który posiada wewnętrzną strukturę (składniki pozostające we wzajemnej relacji) i mechanizmy (procesy wpływające na zachowanie się systemu) oraz w określony sposób wchodzi w interakcje ze swoim otoczeniem (por. Bunge 2003). Pojęcie „organizmu” odnoszę do całych żywych istot poznających, a pojęcie „(całego) systemu poznawczego” do formalnego opisu struktury i mechanizmów poznawczych takich istot albo do sztucznych systemów poznających. W podobnych znaczeniach często używa się także pojęć „podmiotu (poznającego)” i „agenta”, ale ze względu na filozoficzne uwikłanie pierwszego, a językową niezręczność drugiego, w pozostałej części tekstu używam dwóch pierwszych pojęć.

na jego ogólny stan, zachowanie i relację do otoczenia (tzw. kontrolę behawioralną lub podmiotową; Kofta 2001) lub kontrolę wewnętrznych (zawartych w systemie czy organizmie) struktur wiedzy i procesów przetwarzania informacji (tzw. kontrolę poznawczą). Biorąc także pod uwagę dwa możliwe źródła kontroli (tj. proces wewnętrzny systemu lub cały system), można rozważać cztery potencjalne przypadki samokontroli, sprawowanej: (1) przez wewnętrzny proces systemu nad innym takim procesem, (2) przez wewnętrzny proces nad całym systemem, (3) przez cały system nad pewnym jego wewnętrznym procesem lub (4) przez cały system nad samym sobą (Chuderski 2008). Kontrola poznawcza w pełni wewnętrzna, sprawowana bez zmiany zewnętrznego czy ogólnego stanu systemu (takiego jak jego relacja do otoczenia czy jego nadrzędny cel) wydaje się możliwa tylko w odniesieniu do procesów elementarnych i służy osiągnięciu konkretnych celów w horyzoncie sekund: zahamowaniu lub zaktywowaniu reprezentacji lub procesów poznawczych, zmianie zawartości pamięci roboczej lub uwagi, korekcji błędów, reagowaniu na konflikty między procesami poznawczymi, oraz prostemu planowaniu sekwencji czynności i decyzji. Wpływanie na postać bardziej złożonych struktur (np. na zawartość pamięci długotrwałej) czy na przebieg bardziej złożonych procesów (np. przeszukiwania percepcyjnego, rozwiązywania problemów, uczenia się) wymaga zazwyczaj koordynacji procesów poznawczych na poziomie całego organizmu i dokonywania równoległe do poznania zmiany stanu całego systemu i jego zachowania (tj. przemieszczania ciała, ruchów okulomotorycznych, zmiany ukierunkowania uwagi wzrokowej itp.). Sprawowanie samokontroli w dłuższym okresie jest więc z reguły związane z wystąpieniem kontroli behawioralnej/podmiotowej, choć być może istnieją od tej zasady pewne wyjątki (np. niektóre długotrwałe, ale niejawnie procesy, takie jak racjonalizacja lub myślenie nieświadome; Dijksterhuis i Nordgren 2006).

Trzy najważniejsze ogólne przypadki kontroli podmiotowej dotyczą rozstrzygnięcia dylematów dotyczących stanu lub sposobu działania całego organizmu czy systemu. Najczęściej przywoływany w literaturze dylemat tego rodzaju występuje, gdy system musi podjąć decyzję o eksploracji otoczenia, tj. o zdobywaniu przydatnych, choć kosztownych informacji podnoszących prawdopodobieństwo trafnego wyboru, albo decyzję o eksploatacji pozyskanej wiedzy, tj. o zaprzestaniu eksploracji i o wykorzystaniu już posiadanej wiedzy (Holland 1975). Inne dylematy dotyczące stanu całego organizmu czy systemu związane są z decyzjami o wzmocnieniu albo osłabianiu asocjacji między stymulacją a wzorcami zachowania (optymalna siła asocjacji zależy od stopnia przewidywalności otoczenia: bardziej przewidywalne faworyzuje silniejsze asocjacje;

Goschke 2000) oraz z wyborem spośród alternatywnych sposobów alokacji ograniczonych zasobów systemu (np. czy skupiać uwagę na jednym obiekcie, czy dzielić ją między wiele obiektów; Kahneman 1973).

## 2. Elementarne funkcje kontrolne

Wczesne teorie i modele kontroli poznawczej postulowały istnienie centralnego podsystemu odpowiedzialnego za sprawowanie owej kontroli, zwanego „nadzorczym systemem uwagi” (Norman i Shallice 1986) lub „centralnym zarządcą” (Baddeley 1996), lub też przyznawały tę zdolność całej korze czołowej (Goldberg 2001). Nadzorczy system uwagi definiowano jako mechanizm selektywnego wzbudzania lub hamowania dowolnych schematów myślenia i działania (Norman i Shallice 1986). Teoria ta (i jej podobne) nie wyjaśniały jednak, skąd uwaga nadzorcza „wie”, że należy zainterweniować w przypadku konfliktu schematów, oraz w jaki sposób decyduje, który schemat „należy” wybrać (por. Botwinick, Braver, Barch, Carter i Cohen 2001). Była ona raczej teorią „braku kontroli”, to znaczy tego, co się dzieje, gdy uwaga nadzorcza zawodzi. Obecnie uważa się, że teorie centralnego i nadrzędnego źródła kontroli, nawet gdy są wyrażane we współczesnym języku psychologii poznawczej i neurobiologii, nie są trafne, gdyż przypisywanie zdolności do sprawowania kontroli nad organizmem jednej strukturze o znacznej złożoności i sprawności poznawczej powoduje wpadnięcie w sidła problemu homunkulusa: próby wyjaśnienia kontroli w tak niedeterministycznych i nieprecyzyjnie określonych kategoriach (w rodzaju: „schemat Ja jest sprawcą procesów kontrolowanych”; Baumeister 2000, s. 25), że wyjaśnienia takie nie mogą mieć statusu naukowego (Wegner 2005). Nauka jest zatem „skazana” na wyjaśnianie natury zjawiska samokontroli poprzez odwołanie się do bardziej elementarnych procesów.

Wewnętrzne procesy kontrolne bada się za pomocą specjalnych metod eksperymentalnych. Na przykład, sprawność kontroli nad pamięcią roboczą mierzy się zadaniem *n*-wstecz, podczas którego wyświetla się osobom badanym kolejno ciąg bodźców (np. liter albo figur) i wymaga sprawdzania, czy aktualny bodziec jest identyczny z bodźcem prezentowanym *n* bodźców wstecz. Zadanie wymaga szczególnego nadzoru nad oceną znaczenia pamiętanych bodźców w odniesieniu do ich aktualnej pozycji względem bieżącego wzorca (czyli wartości *n*), gdyż ten sam bodziec na pozycji *n* – 1 jest dystraktorem (może wywołać niewłaściwą reakcję, jeśli jest identyczny z bodźcem aktualnym), na pozycji *n* staje się wzorcem do wykrycia, a następnie, na pozycji *n* + 1 staje się nieprzydatnym szumem, który należy usunąć z pamięci (McErlee 2001). Sprawność pamięci roboczej okazuje się relatywnie bardzo niska, jako

że osoby badane rzadko są w stanie wykonywać poprawnie zadanie, gdy  $n$  jest większe niż cztery (choć występują w tym zakresie znaczne różnice interindywidualne; por. Cowan 2001), a wysoki poziom dystrakcji znacznie obniża poziom wykonania zadania (Gray, Braver i Chabris 2003). Z kolei, elastyczność czynności umysłowych badana jest testami przełączania między zadaniami, w których osobom badanym prezentuje się proste bodźce (cyfry, litery, figury) i wymaga się wykonywania naprzemiennie dwóch odmiennych zadań (np. kategoryzacji liczb na parzyste/nieparzyste albo na większe/mniejsze od liczby pięć). Nie skutecznego przygotowanie się do zmienionego zadania powoduje wzrost czasu reakcji na pierwszy bodziec w nowym zadaniu (tzw. koszt przełączenia). Okazuje się, że nawet w najbardziej sprzyjających warunkach zmiany zadania (długi czas na przygotowanie, odpowiedni trening i wyraźna wskazówka) koszt przełączenia nie ulega eliminacji, a jedynie pewnej redukcji (Rogers i Monsell 1995; Meiran 1996). Zdolność do wolicjonalnego powstrzymywania zachowań mierzy się, między innymi, za pomocą zadania polegającego na szybkiej prezentacji sekwencji bodźców wymagających niezwłocznych reakcji i emitowaniu w losowej (zwykle niewielkiej) części prób sygnału „stop”, oznaczającego konieczność zahamowania reakcji (Verbruggen i Logan 2008). Obserwuje się dodatnią korelację między opóźnieniem sygnału względem prezentacji bodźca a proporcją niepotrzebnych reakcji w próbach z takim sygnałem (która szybko rośnie w funkcji opóźnienia; Logan i Cowan 1984) oraz szczególnie trudną selektywnego powstrzymania reakcji (np. jedną, ale nie drugą ręką, De Jong, Coles i Logan 1995).

Na podstawie badań empirycznych postuluje się istnienie różnych funkcji kontroli (zwanymi także funkcjami zarządczymi). Na przykład, Rabbitt (1997) wymienia siedem kategorii rezultatów poznawczych, które uważa za wynik działania procesów kontrolnych (bez przesądzenia o naturze tych procesów). Są to: radzenie sobie z sytuacjami nowymi poprzez formułowanie celów i planów *ad hoc*, przywoływanie ustrukturyzowanej informacji z pamięci, inicjowanie czynności umysłowych lub motorycznych, hamowanie nieadekwatnych reakcji, koordynacja wykonania czynności jednoczesnych, monitorowanie przetwarzania informacji w celu korekcji błędów lub zmiany planów działania, oraz podtrzymywanie uwagi (czujność) w długim okresie czasu. Smith i Jonides (1999), na podstawie metaanalizy wyników neuroobrazowania kory przedczołowej, wyróżnili pięć funkcji kontrolnych: skupianie uwagi na adekwatnych oraz tłumienie nieadekwatnych informacji i procesów, zarządzanie przełączaniem uwagi między zadaniami, planowanie sekwencji czynności, odświeżanie i sprawdzanie zawartości pamięci roboczej zgodnie z celem bieżącego przetwarzania informacji oraz kodo-

wanie w tej pamięci kontekstu nabywanej informacji (np. jej źródła, chwili uzyskania). Miyake i in. (2000) zbadali strukturę trzech najczęściej postulowanych funkcji kontrolnych (odświeżania pamięci roboczej, przełączania między dwoma zadaniami oraz hamowania nieadekwatnych reakcji), tzn. to, czy funkcje te są od siebie niezależne, czy też mają wspólne podłoże poznawcze. Uzyskane wyniki okazały się niekonkluzywne, gdyż dane najlepiej wyjaśniał model zakładający istnienie trzech, co prawda odrębnych, ale też silnie skorelowanych czynników kontrolnych. Po utożsamieniu czynnika hamowania z czynnikiem uaktualniania dopasowanie modelu do danych obniżyło się jedynie nieznacznie. W innym badaniu (Friedman i Miyake 2004) czynnik przełączania zależał prawie całkowicie od złożonego czynnika hamowania. Co ciekawe, w badaniu Miyakego i in. (2000) żaden z uzyskanych czynników nie wyjaśnił wyników w zadaniu wymagającym koordynowania czynności jednoczesnych. Collette i van der Linden (2002) zaproponowali więc, aby traktować tę funkcję jako odrębny proces kontrolny.

Wydaje się więc, że różne funkcje kontrolne opierają się w pewnej mierze na wspólnych mechanizmach (jak np. hamowanie; Verbruggen i Logan 2008) i stąd pojawiają się między nimi istotne korelacje (Friedman i Miyake 2004), ale że funkcje te angażują także dodatkowe, specyficzne mechanizmy poznawcze i dlatego związki między nimi są zwykle stosunkowo słabe (Shilling, Chetwynd i Rabbitt 2002). Najnowsze badania pokazały, że nawet w ramach określonej funkcji kontrolnej można wyróżnić jeszcze bardziej elementarne podfunkcje czy procesy. Na przykład, w metaanalizie procesów hamowania wykonanej przez Nigga (2000) wyróżnione zostały cztery odrębne typy hamowania związanego z procesami zarządczymi: tłumienie konfliktów związanych z niezgodnymi bodźcami lub rywalizacją dotyczącą zasobów, hamowanie interferencji w pamięci roboczej, powstrzymywanie nieadekwatnych reakcji oraz, jako czwarty i odrębny typ, hamowanie reakcji okulomotorycznych. Egner (2008) pokazał, że nawet w ramach hamowania interferencji percepcyjnej można wyodrębnić szlaki neuronalne odpowiedzialne za różne jego rodzaje. Między innymi, osobnymi procesami są, jak się wydaje, hamowanie interferencji związanej z lokalizacją przestrzenną, prowadzące do efektu Simona (1969), oraz tłumienie konfliktu między formą i znaczeniem bodźców, ujawniające się w tzw. zadaniu Stroopa (MacLeod 1991). Efekt Simona pojawia się między innymi wtedy, gdy bodziec, na który trzeba zareagować jedną ręką, znajduje się po przeciwnej do niej stronie. W zadaniu Stroopa rezultat bardziej dominującego, ale nieadekwatnego procesu (np. czytania słowa oznaczającego kolor) jest różny semantycznie od oczekiwanego wyniku procesu adekwatnego, lecz słabszego (nazywania koloru słowa, np. wyrazu „ZIE-

LONY”, który jest jednak wyświetlony na czerwono). Choć oba efekty (tj. Simona i Stroopa) polegają na tym, że w warunkach interferencji czas reakcji jest zwykle dłuższy niż wtedy, gdy nie jest ona obecna, to nie ma istotnych związków między tymi dwoma efektami (Egner 2008). Także funkcja przełączania wydaje się mieć kilka niezależnych od siebie składników, takich jak przełączanie uwagi między spostrzeganymi obiektami albo przełączanie umysłowe między alternatywnymi regułami łączącymi te obiekty z właściwymi sposobami reagowania (Ravizza i Carter 2008). W ramach funkcji odświeżania informacji w pamięci niedawno wyodrębniono osobne procesy transformowania tej informacji oraz jej zamieniania (Ecker, Lewandowsky, Oberauer i Chee 2010). Co interesujące, o ile pierwszy proces silnie korelował ze sprawnością pamięci roboczej, to drugi proces nie był z nią związany.

Prawdopodobnie, badania nad identyfikacją elementarnych procesów kontrolnych dopiero na dobre się rozpoczynają. Można spodziewać się wkrótce odkrycia kolejnych procesów poznawczych i odpowiadających im struktur mózgowych, wyspecjalizowanych w optymalizowaniu specyficznych czynności umysłowych tak, aby dopasować je do sytuacji nowych, trudnych lub konfliktowych. Ów wysiłek badawczy ma na celu — używając metafory Daniela Dennetta (1978) — redukcję „wszechwiedzącego homunkulusa kontroli do armii idiotów”, czyli prostych mechanizmów informacyjnych i neuronalnych.

### 3. Koncepcje emergentnej samokontroli

Z jednej strony zatem, pewne aspekty zjawiska kontroli poznawczej wyjaśnia się przez odwołanie do względnie prostych i deterministycznych procesów (m.in. opisanych powyżej). Z drugiej strony, postuluje się, że cały system poznawczy może być zdolny do wpływania na swoje procesy składowe, a poprzez owe procesy — na całokształt swego funkcjonowania (zdolność ta to tzw. przyczynowanie odgórne; por. Emmeche, Köppe i Stjernfelt 2000). W celu wyjaśnienia, czy i jak możliwe jest przyczynowanie odgórne, nakierowane zarówno na procesy wewnętrzne podmiotu, jak i jego zachowanie, we współczesnych badaniach nad samokontrolą próbuje się opisać dynamiczną interakcję procesów wewnętrznych organizmu czy systemu, która prowadzi do pojawienia się podmiotowej samokontroli jako emergentnej własności całego organizmu czy systemu.

W ogólności, emergencja (Poczobut 2006, s. 24) to relacja pomiędzy poziomami organizacji systemu (poziomem wyższym — emergentem — a poziomem niższym — bazą emergencji) taka, że emergentna własność systemu nie przysługuje żadnemu jego składnikowi (emergencja



wewnętrzna) lub powstaje, gdy system ten staje się podsystemem systemu wyższego rzędu (emergencja relacyjna). Choć elementy i struktura systemu, a w przypadku emergencji relacyjnej — także jego środowisko, determinują własności emergentne systemu (jego replika o takich samych elementach i strukturze przejawia takie same własności emergentne), a każdy system posiada całkowity rozkład na elementy swojej bazy, to własności emergentne nie podlegają redukcji przez eliminację czy identyfikację z własnościami składników systemów, którym przysługują (Poczobut 2006, s. 25). Emergentne własności systemów są wynikiem dynamicznej organizacji ich elementów i posiadają wielorakie bazy realizacji: ta sama własność emergentna może mieć wiele odmiennych baz emergencji (Poczobut 2006, s. 23). Emergencja jest zjawiskiem złożonym: między innymi odróżnia się ontologiczny (pojawienie się nowej jakości) i epistemologiczny (nieprzewidywalność emergenta z punktu widzenia niższego poziomu opisu) sens tego pojęcia (Bunge 2003) oraz wyróżnia kilka typów emergencji ze względu na postać relacji między poziomami niższym i wyższym (Stephan 1999; Emmeche i in. 2000).

Choć rzeczywiste istnienie emergencji jest wciąż dyskusyjne a emergentne przyczynowanie odgórne łatwo mogłoby się stać kolejnym homunkulusem (por. Bedau i Humphreys 2008), to coraz częściej emergencja jest używana do wyjaśnienia trudnych do redukcji zjawisk umysłowych (np. naturalizacji świadomości — Searle 1992). Jak się wydaje, stanowi ona użyteczną ramę pojęciową także dla rozumienia samokontroli i ułatwia jej redukcjonistyczne (ale nie redukujące) wyjaśnienie. Podając precyzyjnie warunki konieczne do wystąpienia emergentnej samokontroli podmiotowej oraz wskazując metodę badania i replikacji takiej własności, zarzut „homunkularności” wyjaśnień odwołujących się do zjawiska emergencji można w znacznym stopniu oddalić. A dzięki uwzględnieniu emergencji jesteśmy w stanie wyjaśnić, w jaki sposób kontrola poznawcza, mimo że realizowana w systemie poznawczym wyłącznie poprzez interakcję względnie elementarnych procesów i struktur, skutkuje niedeterministyczną<sup>2</sup> samokontrolą na poziomie całego systemu. Może się tak stać w szczególności gdy: (1) interakcje procesów kontrolnych są złożone i nieliniowe, (2) na przebieg tych procesów ma wpływ interakcja ze środowiskiem, zapis historii tej interakcji (zinternalizowane strategie kontrolne) oraz automatyczne procesy adaptacji strategii do percypowanych warunków otoczenia (na podstawie wie-

<sup>2</sup>Słowo „niedeterministyczna” nie znaczy tu „przypadkowa” czy „chaotyczna”, ale „taka, której determinant nie można wyczerpująco określić odwołując się jedynie do procesów czy struktur (względnie) elementarnych”.

dzy o ich skuteczności), a także, co najistotniejsze, (3) gdy własności całego systemu poznawczego (np. nakierowanie jego uwagi, relacja do otoczenia) w sprzężeniu zwrotnym wpływają na przebieg kontroli wewnętrznej.

Kontrola sprawowana pośrednio przez cały organizm czy system nad sobą samym może być więc rozpatrywana jako własność realna, nawet gdy nie istnieje żaden obiekt ją sprawujący. To nieliniowe interakcje procesów wewnętrznych, wpływ środowiska, ale także zwrótnie — emergentne własności systemowe, będące rezultatami tych interakcji, od momentu gdy pojawią się w trakcie ontogenezy, sprawują kontrolę nad zachowaniem się człowieka. W powyższym ujęciu kontrola, która byłaby sprawowana przez cały system bezpośrednio nad samym sobą, po prostu nie istnieje. Aby samokontrola systemu była możliwa, musi być zapośredniczona przez poziom niższy, czyli przez wewnętrzną kontrolę poznawczą. Do wystąpienia emergenta — kontroli podmiotowej — niezbędna jest bowiem jego baza emergencji. Z jednej strony, takie ujęcie kontroli jest redukcjonistyczne w tym sensie, że nie postuluje istnienia żadnego „kontrolera” wyższego rzędu, którego natura nie dawałaby się w pełni wyjaśnić, ale precyzyjnie i wyczerpująco opisuje bazę samokontroli. Z drugiej strony, ujęcie to nie eliminuje jednakże autonomii systemu poznawczego ani nie zastępuje jej deterministycznym opisem przyczynowym (co czynią na przykład koncepcje odwołujące się wyłącznie do wychowania i nabytej wiedzy czy do wpływu środowiska albo genów; por. Bargh i Ferguson 2000).

Jak więc można zademonstrować emergentną naturę samokontroli? Bardzo popularną metodą wyjaśniania zjawiska kontroli (tak poznawczej, jak podmiotowej) jest opis jej mechanizmów w formalnym języku obliczeniowym (por. Gray 2007). Własności emergentne kontroli podmiotowej, choć nie mogą zostać w obliczeniowym modelu całkowicie zastąpione zestawem funkcji czy procesów niższego poziomu, mogą zostać odtworzone w procesie jego dynamicznej symulacji komputerowej, w warunkach podobnych do tych, w jakich kontrola podmiotowa rzeczywiście zachodzi. Dzięki symulacji obserwujemy emergentną własność samokontroli, ale nie możemy wyczerpująco prześledzić ciągu przyczynowo-skutkowego, który prowadzi do jej pojawienia się, jako że ciąg ten jest zbyt złożony dla metod analitycznej obserwacji. Tak więc, mimo że deterministycznie opisujemy i wyjaśniamy warunki konieczne do pojawienia się samokontroli, to wciąż możemy mówić o zdolności modelowanego systemu do autonomii i samostanowienia. Jak pisze Poczobut (2006, s. 28) „wyjaśnienie mechanizmu powstawania określonej własności emergentnej nie przekreśla jej realności ani specyfiki”.

Pytanie o możliwość wyjaśnienia kontroli podmiotowej w kategoriach emergentnych własności, wynikających z dynamicznej interakcji elementarnych aktów kontroli oraz ich relacji z otoczeniem, pozostaje wciąż otwarte. Jednakże to, że złożone problemy kontroli podmiotowej są rozwiązywane przez istniejące modele oparte na powyższych założeniach, daje nadzieję, że kiedyś przybliżymy się do zrozumienia natury tego zjawiska. Najbardziej znanym przykładem obliczeniowego modelu kontroli jest rozwijana przez Johna Andersona od lat 70. XX wieku teoria ACT-R (Adaptive Control of Thought-Rational; Anderson 2005). Model ten składa się z niezależnych modułów poznawczych (percepcji, pamięci, motoryki) oraz z mechanizmu koordynującego ich działanie za pomocą reguł kontrolnych o użyteczności ustalonej w trakcie działania systemu. Dwa moduły są istotne dla określenia właściwych reguł kontrolnych. Moduł intencjonalny przechowuje aktualny cel systemu. Cel ten aktywuje skojarzone z nim informacje w pamięci, które mogą być wykorzystane tylko przez niektóre reguły, co podnosi prawdopodobieństwo ich użycia. W module wyobraźniowym przechowywana jest reprezentacja aktualnego stanu problemu. Zwykle, wybierane są reguły odpowiadające bieżącemu celowi i adekwatne do stanu problemu.

Działanie systemu w warunkach braku konfliktu (tj. bez konieczności samokontroli) polega na jednoznacznej zamianie wzorców informacji percepcyjnych i pamięciowych, zgodnie z celem i stanem problemu, na odpowiednie polecenia dla wybranych modułów. Dodatkowa kontrola wymagana jest wtedy, gdy mimo ograniczenia liczby potencjalnych reguł przez aktualny cel i stan problemu zastosowana może być więcej niż jedna reguła, czyli gdy istnieją sprzeczne tendencje do zachowania. Włącza to mechanizm kontroli, który ma za zadanie wybór jednej reguły ze zbioru potencjalnych reguł, na podstawie wiedzy o ich przeszłej użyteczności i o czasie, jaki zabierze ich użycie. Istnieje także ogólny mechanizm kontroli, zarządzający hierarchią celów, który umożliwia płynne przełączanie się pomiędzy procesami po zakończeniu logicznie wyodrębnionych części tych procesów (Salvucci 2005).

Jak w modelu ACT-R zidentyfikować emergentną kontrolę podmiotową? Po pierwsze, ACT-R ma naturę nieliniową, w postaci złożonych powiązań między parametrami modelu. Po drugie, system uczy się na podstawie zachowania, dodając nowe lub modyfikując istniejące reguły kontrolne oraz zmieniając ich parametry numeryczne, zgodnie z sygnałami zwrotnymi z otoczenia. Po trzecie, stymulacja zewnętrzna, przetwarzana przez moduły percepcyjne względnie niezależnie od przetwarzania w innych modułach, wpływa na to, jakie reguły zostaną wywołane. Co najważniejsze, decyzje podejmowane wewnątrz systemu przekładają się na stan całego systemu i determinują zwrotnie prze-

bieg procesów wewnętrznych. Na przykład, określone zachowanie się systemu powoduje podnoszenie (w przypadku sukcesu) lub obniżanie (gdy następuje porażka) użyteczności prowadzących doń reguł, wpływa więc na rezultat wyboru reguł przez mechanizm kontrolny w kolejnym cyklu działania systemu. Wysłanie przez uruchomioną regułę komunikatu nakazującego modułowi wzrokowo-przestrzennemu zmianę położenia ogniska uwagi determinuje podzbiór bodźców, jakie trafią do pamięci sensorycznej w kolejnym cyklu i wpłyną zwrotnie na wybór kolejnej reguły. Reguła ta może zmienić cel systemu, powodując, że zupełnie inny podzbiór reguł będzie uwzględniony w kolejnym kroku przez mechanizm kontrolny. Zachowanie całego systemu jest nieredukowalne do opisu działania prostych mechanizmów leżących u jego podłoża, mimo że możemy sporządzić ich kompletną listę (ale już nie — opisać ich nieliniowe interakcje). Uzyskano udane symulacje zjawisk związanych ze sprawowaniem kontroli elementarnych procesów poznawczych, na przykład obejmującej koordynowanie dwu czynności jednoczesnych, oraz symulacje złożonych zadań w bogatym w stymulację otoczeniu, takich jak obsługa urządzeń podczas prowadzenia pojazdu, nauczanie przez sztucznego nauczyciela metod programowania i matematyki czy zachowanie się żołnierzy w grach wojennych (przeгляд modeli na: <http://act-r.psy.cmu.edu>). Jednakże, mimo że ACT-R jest zdolny do stosunkowo złożonego „zachowania” (oczywiście, jedynie symulowanego), to można tej teorii, jako opartej głównie na reprezentacjach symbolicznych, zarzucić, że do modeli tworzonych na jej podstawie znacząca część zdolności do kontroli zostaje wprowadzona z zewnątrz, w postaci odpowiednio zakodowanych reguł działania. Mimo, że ACT-R przewiduje uczenie się i tworzenie nowych reguł i reprezentacji, to poziom przejawianej emergencji w przypadku tej teorii nie jest imponująco wysoki.

Oprócz modelowanej przez teorię ACT-R kontroli odgórnej (np. dokonywanej na podstawie zinternalizowanych celów lub wyuczonych planów), interesujące zagadnienie stanowi także to, w jaki sposób system poznawczy dokonuje kontroli swojego zachowania oddolnie, wyłącznie na podstawie formalnych charakterystyk przetwarzanej informacji. Najbardziej zaawansowaną teorią kontroli uwzględniającą jej oddolny charakter jest propozycja Bravera, Graya i Burgessa (2007), którzy wyróżnili dwa wzajemnie komplementarne tryby kontroli, mające odmienną lokalizację mózgową i odmiennie własności obliczeniowe. Kontrola proaktywna, analogiczna do kontroli poprzez cele w systemie ACT-R, polega na tym, że reprezentacja aktualnego celu lub kontekstu wpływa na procesy poznawcze odpowiedzialne za realizację „zwykłych” czynności (np. percepcji, pamięci czy wyboru reakcji). Badacze ci zauważają, że

kontrola taka jest zorientowana na antycypację zdarzeń (błędów, interferencji) i wywoływanie przyszłych skutków. Wpływ ten jest globalny (dotyczy wielu elementów systemu poznawczego i wpływa na ich ogólne parametry) i polega na długotrwałym podtrzymywaniu pożądanых reprezentacji (a blokowaniu — alternatywnych).

Kontrola ta jest kosztowna poznawczo i wymaga wiedzy, jakie informacje kontekstowe czy cele są adekwatne w określonej sytuacji, nie jest więc skuteczna przy nietrafnych oczekiwaniach czy w sytuacjach nieprzewidywalnych lub zupełnie nowych. Mózgowy *locus* tej kontroli to prawdopodobnie pewne obszary grzbietowo-bocznej kory przedczołowej, ale Braver i in. (2007) wiążą jej funkcjonowanie także z systemem dopaminergicznym, który ma szczególne znaczenie dla ustalenia wartości celów dzięki uczeniu się na podstawie wzmocnień.

Oddolna kontrola reaktywna polega na reagowaniu na zaistniałe błędy, konflikty i interferencje. Przy kontroli reaktywnej system nie musi być nastawiony na żaden oczekiwany cel czy stan, ale jeśli spostrzeże sytuację konfliktową (wynikającą z aktywacji zbyt dużej liczby niezgodnych lub — przeciwnie — podobnych procedur czy tendencji do reagowania), impasową (procesy poznawcze się zatrzymały) lub błędną (działanie procesów jest sprzeczne z pewnym wzorcem), to proces kontroli reaktywnej może uruchomić kontrolę proaktywną lub wpływać na system wyboru procedur. Jest to więc kontrola korekcyjna, zorientowana na poprawienie skutków przeszłych zdarzeń w systemie, o charakterze lokalnym (związana z pojedynczymi, szczególnymi zdarzeniami). Jej działanie jest krótkotrwałe i kończy się w momencie ustąpienia sytuacji wymagającej kontroli. Kontrola reaktywna uruchamiana jest na podstawie formalnych charakterystyk przetwarzania informacji w „zwykłych” modułach poznawczych, na przykład przez wysoki poziom szumu w systemie wynikający z nowości sytuacji (Vallacher i Nowak 1999), przez znaczną aktywność ujemnie skojarzonych, wzajemnie hamujących swoją aktywację, a zatem konfliktowych reprezentacji (Botvinick i in. 2001) lub — w ogólniejszej niż Botvinicka i in. koncepcji Browna i Bravera (2007) — przez wykrycie tzw. „ryzyka”, czyli związanego z wystąpieniem konfliktu oczekiwanego popełnienia błędu o istotnych dla organizmu konsekwencjach. Kontrola w trybie reaktywnym minimalizuje koszty kontroli, lecz jest podatna na interferencje powodowaną przez silne, ale nieadekwatne bodźce czy tendencje do reagowania (Braver i in. 2007). Teoria kontroli reaktywnej wyjaśnia, skąd system poznawczy „wie”, kiedy włączyć (i wyłączyć) kontrolę, która przecież nie może być utrzymywana zbyt długo, bo jest bardzo kosztowna. W mózgu funkcję kontroli reaktywnej pełni prawdopodob-

nie kora zakrętu obręczy, szczególnie przednia jej część (Botvinick i in. 2001), wspomagana przez boczne obszary kory czołowej i pewne obszary hipokampa (Osaka i Osaka 2007).

Engle i Kane (2004), w podobnej koncepcji, postulują dwa podstawowe mechanizmy kontrolne: utrzymywanie właściwego celu lub kontekstu przetwarzania informacji w stanie aktywnym, przeciwdziałającym interferencji, oraz rozwiązywanie konfliktów między sprzecznymi tendencjami do reagowania. Badacze uważają, że wykonanie większości zadań angażujących kontrolę wymaga współdziałania obu mechanizmów, np. w zadaniu wymagającym w pewnej liczbie prób przewyciężenia nawykowej reakcji (X) i wykonania nowej czynności (Y) osoba badana musi aktywnie utrzymywać w uwadze nieoczywiste polecenie („wykonaj czynność Y” mimo tendencji do wykonania czynności X), a po prezentacji bodźca musi rozwiązać konflikt między tendencją do reakcji X i Y.

Oba mechanizmy kontrolne (proaktywny i reaktywny) są prawdopodobnie dodatkowo wspomagane przez struktury kory ciemieniowej, odpowiedzialne za uwagowe utrzymywanie informacji (bliskie świadomości ognisko uwagi, Cowan 2001) oraz przez jądra podstawy, odpowiedzialne za wspomnianą selekcję procedur działania (Anderson 2005). Wszystkie te elementy są współzależne i ich wzajemna interakcja oraz sygnały zwrotne z modułów „niekontrolnych” pozwalają na pojawianie się emergentnych własności samokontroli. W symulacjach stworzonych na podstawie teorii kontroli proaktywnej i reaktywnej wykazano, że opisany mechanizm kontroli pozwala skutecznie włączać kontrolę poznawczą w sytuacjach konfliktu w sposób adaptacyjny, wyłącznie na podstawie formalnych charakterystyk przetwarzania informacji (Botvinick i in. 2001; Smoleń i Chuderski 2010).

Zacytowane powyżej próby teoretycznego wyjaśnienia tego, w jaki sposób działanie mechanizmów kontrolnych ludzkiego umysłu samodopasowuje się do złożoności sytuacji i wymagań wobec kontroli, należy uznać za niezwykle obiecujące. Teorie te dostarczyły nietrywialnych predykcji potwierdzonych w seriach eksperymentów. Na przykład, Kane i Engle (2003) odkryli, że osoby o sprawniejszej pamięci roboczej popełniają mniej błędów w próbach konfliktowych zadania Stroopa niż osoby o mniej sprawnej pamięci, ale jedynie wtedy, gdy proporcja prób konfliktowych jest bardzo niska. Zdaniem Kane’a i Engle’a, w takiej sytuacji o sprawnej kontroli decyduje aktywne utrzymywanie w uwadze celu, polegającego na wykonywaniu niezbyt wyuczonego działania (nazywanie kolorów napisów), które u osób o sprawnej pamięci roboczej jest skuteczniejsze. Gdy prób konfliktowych jest wiele, samo zada-

nie niejako wzmacnia utrzymywanie owego celu i wspomniane różnice znikają. Z kolei, Braver i in. (2009) pokazali, że w typowym zadaniu angażującym kontrolę uwagi, jeśli osoba badana stosuje tryb kontroli proaktywnej, to aktywacja kory przedczołowej występuje przed i na początku określonej próby zadania (kora ta wzmacnia procesy adekwatne i być może osłabia nieadekwatne), a aktywacja kory zakrętu obręczy występuje pod koniec tej próby (osoba po dokonaniu wyboru reakcji sprawdza, czy nie popełniła błędu). Natomiast przy kontroli reaktywnej, kora zakrętu obręczy staje się aktywna jako pierwsza (gdy wykrywa potencjalny wzorzec) i dopiero ona „włącza” korę przedczołową. Te wzorce dynamiki aktywności mózgu były charakterystyczne, odpowiednio, dla osób młodszych (dysponujących odpowiednimi zasobami, aby zastosować bardziej kosztowną poznawczo strategię) i osób starszych (o mniejszych zasobach poznawczych). Co ciekawe, za pomocą odpowiednich manipulacji eksperymentalnych badacze potrafili zmienić stosowane strategie wykorzystania mechanizmów kontroli i wzorce aktywności mózgu osób starszych zaczęły przypominać wzorce osób młodych sprzed manipulacji i na odwrót. Wszystkie cytowane teorie i badania wspierają tezę, że to nie efektywność określonych struktur mózgowych *per se* decyduje o sprawnej kontroli, ale kluczowe jest dopasowanie dynamiki interakcji tych struktur do charakterystyki i wymagań problemu rozwiązywanego przez system poznawczy.

Mimo sukcesów w wyjaśnieniu mechanizmów kontroli, zaproponowane dotąd teorie trzeba uznać dopiero za pierwszy, mały krok do zrozumienia natury samokontroli. Po pierwsze, teorie te wyjaśniają funkcjonowanie kontroli we względnie krótkim horyzoncie czasu rzędu sekund, minut, lub co najwyżej godzin, podczas gdy zdolności samokontroli człowieka sięgają okresu miesięcy czy lat (np. powstrzymywanie się od nałogów czy okupiona dużym wysiłkiem realizacja wyjątkowych osiągnięć). Przy tym, wymaga także zrozumienia, które cele długofalowe są istotnie wynikiem autonomicznej samokontroli, a które są raczej rezultatem sztywności poznawczej, czyli przeciwieństwa kontroli, wynikając z przyjęcia określonych systemów wartości i nawyków. Po drugie, teorie te zakładają, że dostępne cele są zadane uprzednio, niewyjaśnione zatem pozostaje to, jak ludzie sami tworzą nowe cele i hierarchie celów. Jeśli reprezentacja celów jest tak ważnym składnikiem mechanizmów kontroli, poznanie genezy i struktury celów w systemie poznawczym jest zagadnieniem kluczowym. Oczywiście, będzie to możliwe w takim zakresie, w jakim ludzie rzeczywiście definiują sobie nowe cele, a nie nabywają je wyłącznie w procesie socjalizacji. Wyjaśnienie zakresu autonomii mechanizmów samokontrolnych umysłu i stopnia, w jakim jego funkcjonowanie jest zdeterminowane przez otoczenie, to kolejne istotne pytanie stojące przed teoriami samokontroli.

#### 4. Badania nad ograniczeniami i treningiem samokontroli

Choć teorie samokontroli przyznają tej zdolności człowieka znaczne możliwości sprawcze, na koniec warto się zastanowić, czy i w jakim stopniu jej sprawność bywa ograniczona? Cytowane badania wykazały poznawcze koszty funkcjonowania kontroli, ujawniające się zazwyczaj w postaci wydłużenia czasu reakcji lub wzrostu proporcji błędów w warunkach wymagających wzmoczonej kontroli. Okazuje się, że efekty te nasilają się, jeśli człowiek zmuszony jest do podtrzymywania kontroli przez czas dłuższy niż kilkadziesiąt minut. Procesy kontrolne niejako „męczą się” i wymagają „odbudowania”: koszty poznawcze związane z kontrolą lawinowo rosną i utrzymują się nawet przez pewien czas po ustąpieniu sytuacji wymagającej kontroli (Schmeichel i Baumeister 2004). Z drugiej strony, choć samokontrola wymaga dodatkowego czasu oraz zużywa zasoby poznawcze i energetyczne, to ludzie względnie poprawnie wykonują zadania angażujące pamięć roboczą (jeśli przechowywane w niej informacje nie przekraczają jej pojemności), hamowanie stymulacji czy reakcji oraz przełączanie czynności umysłowych, nawet w warunkach znacznej dystrykcji i interferencji. Wydaje się, że w celu odpowiedzi na pytanie o ograniczenia sprawności samokontroli należy uwzględnić następujące trzy zagadnienia.

Po pierwsze, obserwuje się znaczne różnice interindywidualne w sprawności nawet względnie elementarnych procesów kontroli. Na przykład, w badaniach dotyczących funkcji hamowania, uaktualniania oraz przełączania (Friedman i in. 2006) obserwowany u osób badanych średni koszt wynikający z interferencji w zadaniu Stroopa wahał się od 52 do 469 ms, średnia poprawność w zadaniu angażującym uaktualnianie pamięci roboczej wynosiła od 53 do 100%, a średni koszt przełączania dla poszczególnych osób miał wartość od kilkunastu ms aż do jednej sekundy. Badanie to wykonano na bliźniakach, co umożliwiło badaczom obliczenie, że czynniki genetyczne wyjaśniają 99% wariacji w ogólnej sprawności kontroli (Friedman i in. 2008). Choć szacunek ten wydaje się znacznie przesadzony, to i tak sprawność kontroli poznawczej jest prawdopodobnie jedną z najbardziej zdeterminowanych dziedzicznie ludzkich cech odnoszących się do właściwości umysłowych.

Po drugie, powyższe różnice indywidualne są silnie związane ze zdolnościami intelektualnymi. Na przykład, obserwuje się związki między niektórymi funkcjami kontroli (szczególnie nad pamięcią roboczą) a ogólną inteligencją płynną, czyli zdolnością do abstrakcyjnego rozumowania na nowym dla osoby materiale (por. Chuderski i Nęcka 2010; Friedman i in. 2006). Duncan, Emslie, Williams, Johnson i Freer (1996)



wykazali, że monitorowanie abstrakcyjnych wskazówek i kontrola przetwarzania informacji na ich podstawie są znacznie upośledzone u osób o niskiej inteligencji, podczas gdy osoby inteligentne radziły sobie z tym zadaniem bezbłędnie. W przypadku wskazówek konkretnych, różnic związanych z inteligencją nie stwierdzono. W naszych własnych badaniach, inteligencja płynna była silnie skorelowana z wynikami w tych warunkach testu koordynacji czynności jednoczesnych, które wymagały silnej kontroli (Chuderski i Nęcka 2010). Także spadek zdolności do kontroli podczas starzenia się wiąże się również z ogólnym obniżeniem zdolności intelektualnych i spowolnieniem poznawczym (Salthouse 2005), choć czasem badacze wskazują (West i Bowry 2006), że niektóre funkcje kontrolne ulegają pogorszeniu u osób starszych szybciej i niezależnie od zmian w pozostałych sprawnościach poznawczych.

Po trzecie, zdolność do samokontroli jest silnie podatna na wpływ dekoncentracji i zmęczenia. Zaburzenia kontroli polegają w takich sytuacjach na zdominowaniu zachowania przez zewnętrzne bodźce i wyuczone, ale nieadekwatne do sytuacji wzorce zachowania (Reason 1990). Najczęstsze z popełnianych wtedy błędów kontroli to: błędy substytucji, polegające na wykonaniu poprawnego działania w stosunku do błędnego obiektu, błędy ominięcia istotnej czynności w sekwencji działań, błędy polegające na wywołaniu przez bodziec czynności silnie z nim skojarzonej lecz nieadekwatnej w aktualnej sytuacji, błędy perseweraacji, polegające na niepotrzebnym powtarzaniu czynności, oraz błędy utraconej intencji. Powyższe pomyłki ujawniają się szczególnie w wyniku uszkodzeń neurologicznych, najczęściej płatów czołowych mózgu, oraz wskutek większości chorób neurodegeneracyjnych (m.in. w schizofrenii; Barch i Braver 2006). Zaburzenia samokontroli mają wtedy ostrzejsze, permanentne przejawy i obejmują dodatkowo niezdolność do rozpoczęcia lub zakończenia czynności albo nieumiejętność zaplanowania złożonych sekwencji, pomimo zdolności do wykonania składających się na nie poszczególnych czynności. Występują też kompleksowe zaburzenia funkcji kontrolnych (np. syndrom frontalny), powodujące m.in. bardzo silną podatność na dystrakcję oraz niezdolność do uchwycenia całości złożonych sytuacji i wykorzystania informacji zwrotnych (Wilson, Evans, Alderman, Burgess i Emslie 1997).

Jak się więc wydaje w świetle powyższego przeglądu, nie każdy człowiek i nie zawsze może być sprawnym kontrolerem własnych czynności umysłowych. Ograniczenia samokontroli są względnie niewielkie w przypadku wypoczętych, zdrowych, młodych i przynajmniej przeciętnie inteligentnych osób. Sprawna samokontrola pozwala takim osobom na osiągnięcie znaczących sukcesów zawodowych i osobistych oraz na unikanie wielu problemów społecznych i emocjonalnych. Niska inteli-

gencja, zmęczenie, choroby neurodegeneracyjne i starzenie się związane są z pojawieniem się znacznych ograniczeń w samokontroli. Ograniczenia te, jak się wydaje, leżą u podłoża problemów w funkcjonowaniu społecznym i emocjonalnym (takich jak zachowania przestępcze i promiskuitywne, nałogi, ADHD, wyuczona bezradność itp.). Jednak, choć wiele koncepcji teoretycznych odnosi występowanie tych problemów do sprawności samokontroli (por. Baumeister i Vohs 2004), stosunkowo niewiele prac potwierdziło empirycznie związki tego rodzaju. Dowiedziono, między innymi, że studenci mający problem z nadmiernym spożyciem alkoholu wykazywali mniej skuteczne odświeżanie pamięci i radzenie sobie z interferencją (Whitney, Hinson i Jameson 2006). Zaburzenia kontroli nie były jednak skutkiem spożywania alkoholu, bo wykazano związek odwrotny (Nigg i in. 2006): obserwowane w dzieciństwie problemy z hamowaniem reakcji, mierzonym za pomocą zadania z sygnałem stop, okazały się trafnym predyktorem nadużywania alkoholu i narkotyków we wczesnej młodości. Z kolei osoby o większym natężeniu psychotyczności wykazały deficyty w hamowaniu dystrakcji i przełączaniu uwagi w warunkach przewidywalnych, ale nie — w warunkach losowych, promujących nieznaczną kontrolę (por. Szymura 2007). Zaobserwowano także, że dzieci o słabszej kontroli uwagi radzą sobie gorzej w sytuacjach społecznych (Kiley-Brabeck i Sobin 2006) oraz że słabsze hamowanie reakcji cechuje osoby pogrążone w depresji (Kaiser i in. 2003).

Najnowsze wyniki badań nad treningiem kontroli poznawczej przynoszą nieco optymizmu, jeśli chodzi o problem ograniczeń w samokontroli. Pokazują one bowiem, że wielodniowe wykonywanie przez dzieci określonych zadań angażujących kontrolę pozwala zmniejszać ograniczenia w jej sprawowaniu oraz podnosi sprawność rozumowania abstrakcyjnego (Rueda, Rothbart, Saccomanno i Posner 2005). Trening tego rodzaju potrafi także znacznie osłabić zaburzenia funkcji kontrolnych, na przykład te związane z ADHD (Klinberg, Forssberg i Westerbergh 2002). Podnoszeniu się sprawności kontroli nad procesami poznawczymi sprzyjają także specyficzne okoliczności życiowe, np. dzieci dwujęzyczne wykazują pod pewnymi względami znacznie bardziej efektywną kontrolę poznawczą niż ich rówieśnicy używający tylko jednego języka (Bialystok 1999).

## 5. Uwagi końcowe

Zjawisko samokontroli jest jednym z najtrudniejszych zagadnień w ramach badań prowadzonych nad poznaniem, jako że efektów przebiegu kontroli nie można obserwować bezpośrednio, a jedynie można

domniemywać pośredniego jej wpływu na inne procesy poznawcze i na zachowanie. Omawiane w niniejszej pracy badania nad elementarnymi funkcjami i procesami kontroli, cytowane prace teoretyczne nad neuropoznawczymi mechanizmami samokontroli, a także obserwacje dotyczące ograniczeń w kontroli poznawczej wskazują, że w ciągu ostatnich dwudziestu lat osiągnięto na tych polach znaczący postęp. Dzięki technikom symulacji obliczeniowej oraz nowym metodom eksperymentalnym zaczęliśmy rozumieć, w jaki sposób postulowane mechanizmy kontrolne w wyniku dynamicznej interakcji między sobą oraz w relacji z otoczeniem generują złożone i spójne zachowanie całego organizmu, jak system poznawczy jako całość potrafi kontrolować swoje procesy wewnętrzne, oraz jakie są przyczyny ograniczeń w jego zdolności do kontroli.

W wymiarze praktycznym, cytowane w niniejszej pracy wyniki badań i koncepcje teoretyczne mogą przyczynić się do stworzenia bardziej trafnych i skutecznych metod badania samokontroli oraz do opracowania technik treningu kontroli pozwalającego niwelować jej powszechne ograniczenia. W wymiarze teoretycznym, choć opisanie w kategoriach mechanistycznych, a tym bardziej odtworzenie zjawiska samokontroli jest z pewnością jeszcze bardzo odległe, przedstawione koncepcje pomagają wyobrazić sobie, w jaki sposób możliwe jest wyjaśnienie zjawiska samokontroli i związanych z nim filozoficznych zagadnień autodeterminacji, podmiotowości oraz wolnej woli w kategoriach elementarnych składników systemu poznawczego. Badania te być może przyczynią się do integracji wielu specyficznych teorii oraz modeli psychologicznych i neurobiologicznych w bardziej kompleksową teorię umysłu, która wyjaśni, jak jego poszczególne elementy są kontrolowane i koordynowane na drodze do uzyskania spójnego i celowego zachowania człowieka.

## Literatura

- Anderson, J.R. (2005). Human symbol manipulation within an integrated cognitive architecture. *Cognitive Science* 29, 313–342.
- Baddeley, A. (1996). Exploring the Central Executive. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology* 49A, 5–28.
- Barch, D.M., Braver, T.S. (2006). Kontrola poznawcza i schizofrenia: mechanizmy psychologiczne i neuronalne. W: Engle, R.W., Sędek, G., von Heccker, U., McIntosh, D.N. (red.) *Ograniczenia poznawcze: Starzenie się i psychopatologia*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN, s.135–171.

- Bargh, J.A., Ferguson, M.L. (2000). Beyond behaviorism: On the automaticity of higher mental processes. *Psychological Bulletin* 126, 925–945.
- Baumeister, R.F. (2000). Ego depletion and the self's executive function. W: Tesser, A., Felson, R.B., Suls, J.M. (red.) *Psychological perspectives on self and identity*. Washington, DC: American Psychological Association, s. 9–33.
- Baumeister, R.F., Vohs, K.D. (2004). *Handbook of self-regulation*. New York: Guilford Press.
- Bedau, M.A., Humphreys, P. (2008). *Emergence: Contemporary readings in philosophy and science*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Bialystok, E. (1999). Cognitive complexity and attentional control in the bilingual mind. *Child Development* 70, 636–644.
- Botvinick, M.M., Braver, T.S., Barch, D.M., Carter, C.S., Cohen, J.D. (2001). Conflict monitoring and cognitive control. *Psychological Review* 108, 624–652.
- Braver, T.S., Gray, J.R., Burgess, G.C. (2007). Explaining the many varieties of working memory variation: Dual mechanisms of cognitive control. W: Conway, A.R.A., Jarrold, C., Kane, M.J., Miyake, A., Towse, J. N. (red.) *Variation in working memory*. Oxford: Oxford University Press, s. 76–108.
- Braver, T.S., Paxton, J.L., Locke, H.S., Barch, D.M. (2009). Flexible neural mechanisms of cognitive control in human prefrontal cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106, 7351–7356.
- Brown, J.W., Braver, T.S. (2007). Risk prediction and aversion by anterior cingulate cortex. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience* 7, 266–277.
- Bunge, M. (2003). *Emergence and convergence: Qualitative novelty and the unity of knowledge*. Toronto: Toronto University Press.
- Chuderski, A. (2008). Poznawcze mechanizmy samokontroli i samoregulacji. W: Niedźwieńska, A. (red.) *Samoregulacja w myśleniu i działaniu*. Kraków: Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, s. 33–51.
- Chuderski, A., Nęcka, E. (2010). Intelligence and cognitive control. W: Gruszka, A., Szymura, B., Matthews, G. (red.) *Individual differences in cognition*. New York: Springer Verlag, s. 263–281.
- Collette, F., van der Linden, M. (2002). Brain imaging and the central executive component of working memory. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 26, 105–125.
- Cowan, N. (2001). The magical number four in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity. *Behavioral and Brain Sciences* 24, 87–185.
- De Jong, R., Coles, M.G.H., Logan, G.D. (1995). Strategies and mechanisms in nonselective and selective inhibitory motor control. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 21, 498–511.
- Dennett, D.C. (1978). *Brainstorms*. Montgomery, VT: Bradford Books.
- Dijksterhuis, A., Nordgren, L.F. (2006). A Theory of Unconscious Thought. *Perspectives on Psychological Science* 1, 95–109.

- Duncan, J., Emslie, H., Williams, P., Johnson, R., Freer, C. (1996). Intelligence and the frontal lobe: The organization of goal-directed behavior. *Cognitive Psychology* 30, 257–303.
- Ecker, U.K.H., Lewandowsky, S., Oberauer, K., Chee, A.E.H. (2010). The components of working memory updating: An experimental decomposition and individual differences. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 36, 170–189.
- Egner, T. (2008). Multiple conflict-driven mechanisms in the human brain. *Trends in Cognitive Sciences* 12, 374–380.
- Emmeche, C., K oppe, S., Stjernfelt, F. (2000). Levels, emergence, and three versions of downward causation. W: Andersen, P.B, Emmeche, C., Finemann, N.O., Christiansen, P.V. (red.) *Downward causation. Minds, bodies and matter*. Aarhus: Aarhus University Press, s. 13–34.
- Engle, R.W., Kane, M. J. (2004). Executive attention, working memory capacity, and a two-factor theory of cognitive control. W: Ross, B. (red.) *The psychology of learning and motivation Vol. 44*. New York, NJ: Elsevier, s. 145–199.
- Friedman, N.P., Miyake, A. (2004). The relations among inhibition and interference control functions: A latent variable analysis. *Journal of Experimental Psychology: General* 133, 101–135.
- Friedman, N.P., Miyake, A., Corley, R.P., Young, S.E., DeFries, J.C., Hewitt, J.K. (2006). Not all executive functions are related to intelligence. *Psychological Science* 17, 172–179.
- Friedman, N.P., Miyake, A., Young, S.E., Corley, R.P., Hewitt, J.K., DeFries, J.C. (2008). Individual differences in executive functions are almost entirely genetic in origin. *Journal of Experimental Psychology: General* 137, 201–225.
- Goldberg, E. (2001). *The executive brain: frontal lobes and the civilized mind*. Oxford: Oxford University Press.
- Goschke, T. (2000). Intentional reconfiguration and involuntary persistence in task set switching. W: Driver, J., Monsell, S. (red.) *Attention and Performance XVIII*. Cambridge, MA: MIT Press, s. 331–355.
- Gray, J.R., Chabris, C.F., Braver, T.S. (2003). Neural mechanisms of general fluid intelligence. *Nature Neuroscience* 6, 316–322.
- Gray, W. (2007). *Integrated models of cognitive systems*. Oxford: Oxford University Press.
- Holland, J.J. (1975). *Adaptation in natural and artificial systems*. Ann Arbor, MI: University of Michigan Press.
- Kaczorek, T. (1993). *Teoria sterowania i system ow*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Kahneman, D. (1973). *Attention and effort*. New York, NJ: Prentice Hall.
- Kaiser, S., Unger, J., Kiefer, M., Markela, J., Mundt, C., Weisbrod, M. (2003). Executive control deficit in depression: event-related potentials in a Go/Nogo task. *Psychiatry Research* 122, 169–184.

Kane, M.J., Engle, R.W. (2003). Working memory capacity and the control of attention: The contributions of goal neglect, response competition, and task set to Stroop interference. *Journal of Experimental Psychology: General* 132, 47–70.

Kempisty, M. (1973). Sterowanie. W: Kempisty, M. (red.) *Mały słownik cybernetyczny*. Warszawa: Wiedza Powszechna, s. 420.

Kiley-Brabeck, K., Sobin, C. (2006). Social skills and executive function deficits in children with the 22q11 deletion syndrome. *Applied Neuropsychology* 13, 258–268.

Klingberg, T., Forssberg, H., Westerberg, H. (2002). Training of working memory in children with ADHD. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology* 24, 781–791.

Kofta, M. (2001). Poczucie kontroli, złudzenia na temat siebie, a adaptacja psychologiczna. W: Kofta, M., Szustrowa, T. (red.) *Złudzenia, które pozwalają żyć*. Warszawa: PWN, s. 199–225.

Logan, G.D., Cowan, W.B. (1984). On the ability to inhibit thought and action: A theory of an act of control. *Psychological Review* 91, 295–327.

MacLeod, C. (1991). Half a century of research on the Stroop effect: An integrative review. *Psychological Bulletin* 109, 163–203.

McErlee, B. (2001). Working memory and focal attention. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition* 27, 817–835.

Meiran, N. (1996). Reconfiguration of processing mode prior to task performance. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 22, 1423–1442.

Miyake, A., Friedman, N.P., Emerson, M.J., Witzki, A.H., Howerter, A. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex „frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology* 41, s. 49–100.

Monsell, S., Driver, J. (2000). Banishing the control homunculus. W: Driver, J., Monsell, S. (red.) *Attention and Performance XVII*. Cambridge, MA: MIT Press, s. 3–31.

Nigg, J.T. (2000). On inhibition/disinhibition in developmental psychology: Views from cognitive and personality psychology and a working inhibition taxonomy. *Psychological Bulletin* 126, 220–246.

Nigg, J.T., Wong, M.M., Martel, M., Jester, J.M., Puttler, L.I., Glass, J.M., Adams, K.M., Fitzgerald, H.E., Zucker, R.A. (2006). Poor response inhibition as a predictor of problem drinking and illicit drug use in adolescents at risk for alcoholism and other substance use disorders. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry* 45, 468–475.

Norman, D.A., Shallice, T. (1986). Attention and action: Willed and automatic control of behavior. W: Davidson, R.J., Schwartz, G.E., Shapiro, D. (red.) *Consciousness and self-regulation: Advances in research and theory, Vol.4*. New York: Plenum Press, s. 1–18.

- Osaka, M., Osaka, N. (2007). Neural bases of focussing attention in working memory: an fMRI study based on individual differences. W: Osaka, N., Logie, R.H., D'Esposito, W. (red.) *The cognitive neuroscience of working memory*. Oxford: Oxford University Press, s. 99–118.
- Poczobut, R. (2006). System–struktura–emergencja, w: Heller, M., Mączka, J. (red.) *Struktura i emergencja*. Tarnów: Wydawnictwo Diecezji Tarnowskiej Biblos, s. 11–38.
- Rabbitt, P. (1997). Methodologies and models in the study of executive function. W: Rabbitt, P. (red.) *Methodology of frontal and executive function*. Hove, UK: Psychology Press, s. 1–38.
- Ravizza, S.M., Carter, C.S. (2008). Shifting set about task switching: Behavioral and neural evidence for distinct forms of cognitive flexibility. *Neuropsychologia* 46, 2924–2935.
- Rogers, R.D., Monsell, S. (1995). Costs of a predictable switch between simple cognitive tasks. *Journal of Experimental Psychology: General* 124, 207–231.
- Rueda, M.R., Rothbart, M.K., Saccamanno, L., Posner, M.I. (2005). Training, maturation, and genetic influences on the development of executive attention. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 102, 14931–14936.
- Salthouse, T.A. (2005). Relations between cognitive abilities and measures of cognitive functioning. *Neuropsychology* 19, 532–545.
- Salvucci, D.D. (2005). A multitasking general executive for compound continuous tasks. *Cognitive Science* 29, 457–492.
- Schmeichel, B.J., Baumeister, R.F. (2004). Self-regulatory strength. W: Baumeister, R.F., Vohs, K. D. (red.) *Handbook of self-regulation*. New York, NJ: Guilford Press, s. 84–98.
- Searle, J. (1992). The rediscovery of the mind. Cambridge, MA: MIT Press.
- Shilling, V.M., Chetwynd, A., Rabbitt, P.M.A. (2002). Individual inconsistency across measures of inhibition: An investigation of the construct validity of inhibition in older adults. *Neuropsychologia* 40, 605–619.
- Smith, E.E., Jonides, J. (1999). Storage and executive processes in the frontal lobe. *Science* 283, 1657–1661.
- Smoleń, T., Chuderski, A. (2010). Modeling strategies in Stroop with a general architecture of executive control. W: Ohlsson, S., Catrambone, R. (red.) *Proceedings of the 32nd Annual Conference of the Cognitive Science Society*. Austin, TX: Cognitive Science Society, s. 931–936.
- Stephan, A. (1999). Varieties of emergentism. *Evolution and Cognition* 5, 49–59.
- Szymura, B. (2007). *Temperament uwagi*. Kraków: Universitas.
- Vallacher, R.R., Nowak, A. (1999). The dynamics of self-regulation. W: Wyer Jr., R.S. (red.) *Advances in social cognition* 12, Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, s. 241–259.
- Verbruggen, F., Logan, G.D. (2008). Response inhibition in stop-signal paradigm. *Trends in Cognitive Sciences* 12, 418–424.

Wegner, D.M. (2005). Who is the controller of controlled processes? W: Hassin, R.R., Uleman, J.S., Bargh, J.A. (red.) *The new unconscious*. Oxford: Oxford University Press, s. 19–36.

West, R., Bowry, R. (2006). Starzenie się kontroli poznawczej: badania nad przetwarzaniem konfliktu, zaniedbywaniem celu i monitorowaniem błędów. W: Engle, R.W., Sędek, G., von Hecker, U., McIntosh, D.N. (red.) *Ograniczenia poznawcze: Starzenie się i psychopatologia*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN, s.111–134.

Whitney, P., Hinson, J.M., Jameson, T.L. (2006). From executive control to self-control: Predicting problem drinking among college students. *Applied Cognitive Psychology* 20, 823–835.

Wilson, B.A., Evans, J.J., Alderman, N., Burgess, P.W., Emslie, H. (1997). Behavioural assessment of the dysexecutive syndrom. W: Rabbitt, P. (red.) *Methodology of frontal and executive function*. Hove, UK: Psychology Press, s. 239–250.



## Self-control: Properties, functions, mechanisms, and limitations

ADAM CHUDERSKI  
*Institute of Philosophy*  
*Jagiellonian University*  
*Kraków, Poland*

**Abstract.** *A significant progress in the research on executive control over elementary cognitive processes has been achieved recently. For example, diverse executive functions and mechanisms have been identified within the human cognitive system. However, cognitive sciences have not yet succeeded in providing the explanation of self-control, which is the ability of the whole cognitive system to both effectively pursue the long-term goals and avoid distraction. The paper presents the framework of self-control referring to the concept of emergence, which leads to novel and unpredictable properties of the system, resulting from complex, dynamic, and non-linear interactions of its base elements. The framework allows to imagine theories of self-control avoiding the well-known ‘homunculus problem’. Due to the computational simulations, such theories enable (up-to-date, in a very simple way) to replicate mind’s emergent ability of self-control, though – because of a respective complexity – we are unable to trace fully the cause-effect chain which leads to it. Thus, we deterministically describe and explain conditions necessary for the rise of self-control, but referring to the modeled system we may still speak of its autonomy and autodeterminacy. However, as the recent results on self-control disorders prove, such an autonomy tends to be severely limited.*

**Keywords:** *self-control, cognitive control, executive functions, emergence, computational modeling*