

## Słownik

---

**acetylocholina** – bardzo ważny neuroprzebieżnik, uwalniany w → synapsach. Pod jej wpływem w obwodowym układzie nerwowym następuje transdukcja potencjału czynnościowego motoneuronów na skurcz mięśni. W obrębie mózgu uwalnianie acetylocholino, czyli przebieżnictwo cholinergiczne, wywiera dwojakie efekty, zarówno szybkie, związane z pobudzeniem komórek postsynaptycznych, jak i wolniejsze, związane ze zwiększeniem albo obniżeniem pobudliwości komórek postsynaptycznych. Podwyższenie aktywności neuronów cholinergicznych jest skorelowane z rosnącym poziomem wzbudzenia (ryc. 5.1).

**achromatopsja** – szczególnie deficyt w zakresie postrzegania kolorów, będący efektem zlokalizowanego uszkodzenia, występującego w części zakrętu wrzecionowatego (podrozdział 8.2).

**agenci zombie** – układy zmysłowo-ruchowe, które odpowiadają za wykonanie wyspecjalizowanych zachowań w sposób szybki i bez wysiłku, lecz nie wywołują świadomego doznania. To ostatnie może pojawić się z opóźnieniem (dzięki sprzężeniu zwrotnemu). Przykładami wspomnianych zachowań są:

ruchy gałek ocznych, chód, bieg, jazda na rowerze, taniec, prowadzenie samochodu, wspinaczka wysokogórska i inne czynności, których opanowanie wymaga długiego treningu (rozdziały 12 i 13).

**akinetopsja** – specyficzny deficyt w zakresie postrzegania wzrokowego ruchu, wywołany uszkodzeniem kory w polu MT (określonym również u małpy jako pole V5; przyp. tłum.) i sąsiadujących z nim obszarach (podrozdział 8.3).

**aktywność hemodynamiczna** – lokalne zwiększenie objętości krwi i nasilenie jej przepływu, które można rejestrować z zastosowaniem technik obrazowania mózgu. Aktywność hemodynamiczna związana jest z dostarczaniem tlenu, za pośrednictwem cząsteczek hemoglobiny zawartej w krwinkach czerwonych, do obszarów mózgu wykazujących wzrost zapotrzebowania na energię metaboliczną, wywołanego uwalnianiem neuroprzebieżnika oraz generowaniem i przewodzeniem → potencjałów czynnościowych, a także innymi procesami neuronalnymi wymagającymi udziału energii. Do technik obrazowania mózgu należą: obrazowanie optyczne sygnału wewnętrznego, emisyjna

tomografia pozytonowa (PET) i funkcjonalne obrazowanie magnetycznego rezonansu jądrowego (fMRI). Rozdzielczość czasowo-przestrzenna tych metod sięga rzędu części sekundy i części milimetra.

**bodźce percepcyjne** – bodźce (wejścia) zmysłowe, takie jak obraz wzrokowy, które świadomie postrzega się na co najmniej dwa sposoby. Do przykładów należą: złudzenia bistabilne, jak sześcian Neckera (ryc. 16.1), → rywalizacja obuoczna, ślepotą indukowana ruchem i tłumienie mignięciem (ang. *flash suppression*). W każdym z tych przypadków identyczne wejście siatkówkowe (ten sam bodziec fizyczny) prowadzi do powstania odmiennych spostrzeżeń. Odnalezienie NKŚ związanych z bodźcami percepcyjnymi pozwoli, być może, na doświadczalne zidentyfikowanie neuronalnych mechanizmów leżących u podłoża świadomości (rozdział 16).

**ciało kolankowate boczne** (ang. *lateral geniculate nucleus*, **LGN**) – jedno z licznych jąder wzgórza, składające się z sześciu warstw. Do LGN swoje aksony, tworzące wspólnie nerw wzrokowy, wysyła większość → komórek zwojowych siatkówki. Z kolei neurony LGN wysyłają projekcje do → pierwszorzędowej kory wzrokowej. Podobnie jak inne jądra wzgórza, LGN otrzymuje z kory mózgowej wiele połączeń zwrotnych o nieznaną dotąd funkcji (pewne wyniki badań wskazują, że ich rola polega na wzmocnieniu informacji przekazywanej z siatkówki do kory i/lub preselekcji i zwiększeniu pobudzenia tych komórek LGN, których informacja jest w danej chwili opracowywana przez korę; przyp. red.; ryc. 3.6 oraz drugi, od dołu, poziom organizacji na ryc. 7.2).

**czynniki umożliwiające** – podstawowe mechanizmy biologiczne, niezbędne do zaistnienia świadomości (np. → przekąźnictwo cholinergiczne i glutaminianergiczne oraz odpowiedni dopływ krwi, konieczny do podtrzymania aktywności tkanki mózgowej). Określa się je skrótem NKŚ<sub>um</sub> (podrozdział 5.1).

**EEG** → elektroencefalogram.

**efekt następczy** – krótkotrwała nieumiejętność wykrycia określonego atrybutu bodź-

ca, pojawiająca się na skutek długotrwałej ekspozycji na ten atrybut (przykładem może być efekt następczy związany z orientacją; podrozdział 6.2). Zdarza się, że w tej sytuacji widziany jest atrybut przeciwny, tak jak w wypadku efektu następczego ruchu, podczas którego, po habituacji ruchu skierowanego w dół, obserwator widzi ruch w górę (efekt znany również pod nazwą złudzenia wodospadu; podrozdział 8.3), albo w wypadku powidoków koloru. Uważa się, że przyczyną powstawania efektów następczych jest rekalkibracja lub adaptacja odpowiednich neuronów.

**elektroda** – przewodnik elektryczny, często po prostu cienki drut, izolowany na całej długości, z wyjątkiem zakończenia (lub szklana kapilara wypełniona roztworem soli; przyp. red.), połączony ze wzmacniaczem i służący do rejestrowania zmian potencjału elektrycznego na zewnątrz (lub wewnątrz) komórki nerwowej albo do bezpośredniego pobudzania neuronów. W przypadku rejestracji zewnątrzkomórkowej najczęściej bada się dwa rodzaje sygnałów elektrycznych: serie → potencjałów czynnościowych, wytwarzanych przez jedną lub kilka położonych blisko siebie komórek, oraz → lokalny potencjał polowy, będący efektem zbiorczej aktywności elektrycznej tysięcy neuronów znajdujących się w pobliżu elektrody (z których setki dają istotny wkład do tego potencjału; przyp. red.). Zestawy wielu elektrod mogą odbierać równocześnie potencjały czynnościowe setki neuronów. Za pomocą elektrod można rejestrować aktywność pojedynczych neuronów z bardzo wysoką rozdzielczością czasową (rzędu dziesiątych części milisekundy). Zasadniczymi ograniczeniami techniki zewnątrzkomórkowej są: niemożność dokonania rejestracji z odpowiednio dużej próbki wszystkich komórek znajdujących się w danym obszarze kory, a także anonimowość badanych komórek (podczas rejestracji wewnątrzkomórkowej można wstrzyknąć do neuronu barwnik w celu określenia morfologii komórki; przyp. tłum.).

**elektroencefalogram (EEG)** – nieinwazyjna rejestracja potencjałów elektrycznych mózgu za pomocą wielu elektrod umieszczonych na głowie. Odbierana aktywność oscylacyjna w różnych zakresach częstotliwości (theta, alfa, beta, gamma itd.; podrozdział 2.3) służy jako przybliżony wskaźnik odmiennych stanów poznawczych oraz jako kliniczne narzędzie diagnostyczne. Rozdzielczość czasowa EEG jest wysoka (rzędu milisekund), lecz niska rozdzielczość przestrzenna (rzędu centymetrów) powoduje, że znacznie zmniejsza się możliwość wykrycia aktywności ściśle określonych populacji neuronów za pomocą tej metody.

**fala sieciowa** – czoło fali aktywności w postaci potencjałów czynnościowych neuronów, wywołanej bodźcem (wejściem) zmysłowym, która biegnie szybko i w sposób przewidywalny od peryferii zmysłowych przez skomplikowane połączenia kolejnych pięter → hierarchii przetwarzania korowego (podrozdział 7.2).

**GABA** – kwas gamma-aminomasłowy, podstawowy neuroprzekaźnik, odpowiadający za szybkie hamowanie synaptyczne w obrębie przodomózgowia.

**glutaminian** (kwas glutaminowy) – podstawowy neuroprzekaźnik, odpowiadający za szybkie przekaźnictwo w synapsach pobudzających przodomózgowia. Glutaminian wpływa na wiele typów receptorów postsynaptycznych. Jeden z nich zaczyna działać po kilku milisekundach. Ten typ receptora odpowiada za większą część przekaźnictwa synaptycznego w przodomózgowiu. Inny typ receptora glutaminianowego to receptor kwasu N-metylo-D-asparaginowego (NMDA). Aktywuje się on nieco wolniej i działa dłużej (50–100 milisekund). Receptory NMDA odgrywają istotną rolę w wywoływaniu → plastyczności synaptycznej (podrozdziały 5.1 i 5.3).

**głębokość obliczeniowa** → logiczna głębokość obliczeniowa.

**hemianopsja** – niedowidzenie połowicze. Całkowita ślepota lub utrata percepcji wzrokowej w połowie pola widzenia, spowodowana uszkodzeniem drogi prowadzą-

cej z LGN do V1 lub wyżej położonych struktur.

**hierarchia** – struktura hierarchiczna, składająca się z co najmniej trzydziestu pól korowych przetwarzających informację wzrokową, wyodrębniona na podstawie kryteriów anatomicznych (patrz: kolorowa wkładka na końcu książki). Określone pole korowe otrzymuje wejście wstępujące z pola na niższym poziomie i wysyła, z kolei, własną projekcję wstępującą do pola na wyższym poziomie organizacji hierarchicznej lub projekcję do pola równoległego. Informacja z pól wyższych do niższych biegnie → szlakami zwrotnymi. Hierarchia ta nie jest ani ściśła, ani unikatowa. O ile istnienie podobnej organizacji hierarchicznej wykazano w wypadku obszarów czuciowych (somatosensorycznych) i słuchowych, o tyle nie jest jasne, w jakim zakresie cechuje ona → przednią część kory.

**hierarchia przetwarzania korowego** → hierarchia.

**hierarchia wzrokowa** – anatomiczna → hierarchia występująca w korze wzrokowej.

**hipoteza podsumowania wykonawczego** – moja koncepcja, według której podstawowa funkcja neuronalnych korelatów świadomości (NKŚ) polega na tworzeniu podsumowania aktualnego stanu rzeczy i udostępnianiu tego krótkiego streszczenia strukturom mózgu zajmującym się planowaniem (analogicznie jak w wypadku podsumowania sytuacji, opracowywanego przez doradców na polecenie szefa, który musi podjąć decyzję dotyczącą trudnego zagadnienia pod presją czasu). Zupełnie inaczej działają liczni → agenci zombie (układy zmysłowo-ruchowe). Nie potrzebują oni takiego podsumowania, ponieważ zajmują się wyspecjalizowanymi domenami wejściowymi i wyjściowymi (podrozdział 14.1).

**homunculus** – mały człowieczek w głowie → mit homunculusa.

**jądra podstawne** – grupa jąder znajdująca się poniżej kory mózgowej, biorących udział w regulacji ruchów dowolnych, uczeniu proceduralnym i sekwencyjnym oraz w pokrewnych zachowaniach. Jądra te otrzymu-

ją wejście z wielu pól korowych oraz z → jąder śródblaszkowych wzgórza i tworzą projekcje zwrotne, poprzez → wzgórze, do płatów czołowych (podrozdział 7.6). Neurony jąder podstawnych dotyka wiele chorób neurodegeneracyjnych, takich jak choroba Huntingtona lub Parkinsona.

**jądra śródblaszkowe wzgórza** (ang. *intralaminar nuclei*, **ILN**) – grupa małych jąder, rozciągająca się poprzez wzgórze. Jądra te dostarczają silnego wejścia do jąder podstawnych i wejścia bardziej rozproszonego do większości obszarów kory. Obustronne uszkodzenie ILN powoduje utratę możliwości → wzbudzenia, a całkowite zniszczenie wiąże się z przejściem w → stan wegetatywny. ILN są częścią NKS<sub>um</sub> (podrozdział 5.1).

**jądro** – ograniczony przestrzennie zespół neuronów o określonej tożsamości neurochemicznej lub neuroanatomicznej (na przykład uwalniających ten sam neuroprzekaznik albo tworzących projekcję do określonej struktury docelowej).

**klasyczne pole recepcyjne** → pole recepcyjne.  
**klatki** → momenty percepcyjne.

**koalicja neuronalna** (zwana często zespołem neuronalnym; przyp. red.) – grupa połączonych mono- lub polisynaptycznie neuronów → przodomózgowia, które kodują jedno spostrzeżenie, zdarzenie lub pojęcie. Koalicje powstają i rozpadają się w ułamku sekundy, czasem trwa to dłużej. Neurony tworzące koalicję wspierają się wzajemnie i tłumią aktywność konkurujących koalicji. W osiągnięciu przewagi danej koalicji nad innymi odgrywa rolę uwaga. Wzmocnienie określonej koalicji następuje głównie dzięki zsynchronizowanej aktywności oscylacyjnej. Nasila ona spójność koalicji. U podłoża każdego świadomego perceptu musi znajdować się koalicja neuronów reprezentująca bezpośrednio jego atrybuty (podrozdział 2.1).

**kod częstotliwości** → kodowanie częstotliwościowe.

**kodowanie bezpośrednie** (ang. *explicit coding*; **reprezentacja bezpośrednia**) – reprezentacja, która umożliwia łatwe wyekstrahowanie zakodowanego atrybutu – np. orienta-

cji, koloru albo tożsamości twarzy (przypis 9 do rozdziału 2). Kodowanie bezpośrednie danej informacji odznacza się większą → logiczną głębokością obliczeniową niż jej kodowanie pośrednie (podrozdział 2.2). Określona populacja neuronów może kodować jeden atrybut w postaci bezpośredniej, a inny – pośredniej (np. komórki V1 kodują orientację w formie bezpośredniej, a tożsamość twarzy – w formie pośredniej). W podrozdziale 2.2 i w innych częściach książki przytaczam argumenty za tym, że reprezentacja bezpośrednia jest warunkiem koniecznym, lecz niewystarczającym dla NKS. Por. → zasada aktywności.

**kodowanie czasowe** – hipoteza, zgodnie z którą dokładny czas wystąpienia potencjałów czynnościowych w neuronie oraz grupie neuronów niesie określoną informację. Najbardziej znane przykłady kodowania czasowego to wyładowania oscylacyjne w paśmie 40 Hz oraz synchronizacja (podrozdział 2.3 oraz ryc. 2.6 i 2.7). Prawdopodobnie ten rodzaj kodowania ma duże znaczenie jako neuronalny mechanizm selektywnej uwagi.

**kodowanie częstotliwościowe** – hipoteza, zgodnie z którą całość informacji przenieszonej przez neuron jest zawarta w postaci (średniej) liczby potencjałów czynnościowych w odpowiedniej jednostce czasu (co najmniej 100 ms; podrozdział 2.3).

**kodowanie populacyjne** – sposób kodowania, w którym informacja jest rozproszona w populacji neuronów o małej selektywności (odpowiadających na szeroki zakres zmienności bodźca; przyp. red.). Kombinacja większej liczby takich neuronów umożliwia reprezentację informacji w sposób odporny na zakłócenia i wydajny (ryc. 2.3 i podrozdział 2.3). W alternatywnym typie kodowania tworzy się → reprezentacja rzadka.

**kodowanie pośrednie** (ang. *implicit coding*; **reprezentacja pośrednia**) – przeciwieństwo → kodowania bezpośredniego.

**komórki zwojowe siatkówki** – ponad milion neuronów siatkówki, które sumują całość informacji wzrokowej, pochodzącej z foto-

receptorów, komórek horyzontalnych (poziomych), dwubiegunowych i amakrynowych, a następnie przekazują tę informację pod postacią potencjałów czynnościowych, do pozostałej części mózgu. Ich aksony tworzą nerw wzrokowy. Aktywność komórek zwojowych siatkówki nie jest wystarczająca dla świadomej percepcji wzrokowej (rozdział 3).

**kora mózgowa** – często określana po prostu jako kora. Para dużych pofałdowanych płacht tkanki nerwowej, o grubości kilku milimetrów i zmiennym rozmiarze, pokrywających półkule mózgowe. W mózgu ludzkim kora mózgowa jednej półkuli jest zbliżona rozmiarem do dużego naleśnika. Ma ona powierzchnię ok. 1000 cm<sup>2</sup>. Kora wykazuje złożoną budowę warstwową (→ położenie warstwowe). Dzieli się na korę nową, charakterystyczną dla ssaków, oraz obszary ewolucyjnie starsze, takie jak kora wężowa i hipokamp (podrozdział 4.2).

**kora nowa** → kora mózgowa.

**kora pozaprzążkowa** – łańcuch pól korowych, które otaczają → pierwszorzędową korę wzrokową w obrębie płata potylicznego, z tyłu mózgu, i odgrywają ważną rolę w widzeniu (ryc. 8.1).

**kora przążkowa** – określenie anatomiczne → pierwszorzędowej kory wzrokowej.

**kora skroniowa dolna** (ang. *inferotemporal cortex*, **IT**) – obszar kory rozciągający się u małpy od przedniej granicy pola V4 prawie do bieguna skroniowego. Należą do niej grzbietowe i brzuszne części PIT, CIT oraz AIT (patrz: kolorowa wkładka na końcu książki oraz ryc. 7.3). Jej odpowiednikiem w mózgu człowieka jest obszar położony w przód od kory potyliczno-skroniowej, rozciągający się wzdłuż brzusznej powierzchni płata skroniowego (→ zakręt wrzecionowaty). Ten fragment kory odgrywa główną rolę w świadomej percepcji wzrokowej (podrozdział 8.5).

**korelacja aktywności** – stopień, w jakim czas generowania → potencjału czynnościowego w danej komórce nerwowej jest związany z czasem powstania potencjału czynnościowego w innej komórce. Jeżeli po

potencjałach czynnościowych jednej komórki w określonym czasie regularnie pojawiają się potencjały drugiej lub występują z nimi równocześnie, to aktywność tych komórek wykazuje wysoki stopień korelacji (ryc. 2.7). Por. → synchronizacja.

**LGN** → ciało kolankowe boczne.

**logiczna głębokość obliczeniowa** – miara liczby operacji niezbędnych do wykonania danego obliczenia. Głębokość logiczna komórki zwojowej siatkówki, sygnalizującej obecność plamki świetlnej, jest znacznie mniejsza niż głębokość logiczna komórki położonej w obrębie dolnej kory skroniowej, reprezentującej twarz. Im mniejsza jest głębokość obliczeniowa wyjścia z danego neuronu, tym więcej obliczeń musi wykonać sieć postsynaptyczna, aby wyekstrahować odpowiednią informację (podrozdział 2.2).

**lokalny potencjał polowy** – potencjał elektryczny tkanki nerwowej rejestrowany w okolicy czubka elektrody. Na lokalny potencjał polowy składają się zmiany pola elektrycznego w ciałach i wypustkach neuronów położonych w odległości nieprzekraczającej 1 milimetra (podrozdział 2.3) (wartość ta zależy m.in. od oporności elektrody i typowo wynosi 0,4 mm; przyp. red.).

**łatwy problem** – termin używany przez niektórych filozofów na określenie głównego tematu tej książki, czyli odkrycia i scharakteryzowania neuronalnego i, szerzej, materialnego podłoża świadomości. Zrozumienie mechanistycznych korelatów funkcji (jednej lub wielu) świadomości jest koncepcyjnie i epistemologicznie proste (choć trudne od strony naukowej i praktycznej). Rozwiązanie łatwego problemu nie wyjaśni jednak zagadki subiektywnego doświadczenia, będącej → trudnym problemem. Podejrzewam, że trudny problem, podobnie jak inne kwestie, którymi filozofowie zajmowali się w przeszłości (na przykład, dlaczego ludzie widzą świat normalnie, podczas gdy obraz na siatkówce jest odwrócony), zniknie wtedy, gdy zrozumiemy łatwy problem.

**macierz wzgórze** – grupa neuronów wzgórze złożona z jednej spośród dwóch podstawo-

- wych klas komórek przekaźnikowych (por. → rdzeń wzgórze i → wzgórze). Neurony macierzy dają początek rozległej projekcji do powierzchniowych (górných) warstw kory (podrozdział 7.3).
- małpy** – zwierzęta zaliczane do naczelných, razem z ludźmi i małpami człekokształtnymi (przypis 21 do rozdziału 1). Niezagrożonym gatunkiem małp łatwych w hodowli i podatnych na trening są makaki. Chociaż mózg małpy jest znacznie mniejszy od mózgu człowieka, jego ogólna organizacja i elementy przetwarzające informację są bardzo podobne. Z tych powodów małpy są zwierzętami najchętniej wykorzystywanymi w badaniach neuronalnego podłoża percepcji i poznania (podrozdział 4.1).
- marzenia senne** – wyraziste i świadome halucynacje, które wydają się tak rzeczywiste jak życie. Występują głównie w trakcie → snu REM.
- maskowanie** – gdy określony bodziec eliminuje percept związany z innym, bliskim (w czasie lub przestrzeni) bodźcem, mówi się, że go maskuje. Maskowanie bodźców wzrokowych lub słuchowych jest zadaniem wyrafinowanym (podrozdział 15.3).
- migawki** → momenty percepcyjne.
- mikroelektroda** → elektroda.
- mikrometr** (μm) – jedna milionowa część metra lub jedna tysięczna milimetra. Wielkość pojedynczej synapsy korowej to 0,5 μm.
- mikrostymulacja** – bezpośrednia stymulacja elektryczna za pośrednictwem elektrody wprowadzonej do odpowiedniej okolicy mózgu. Mikrostymulacja kory może wywołać elementarne lub, rzadziej, złożone percepty i ruchy (podrozdział 8.3).
- mikroświadomość** – termin wprowadzony przez Semira Zekiego na określenie świadomości indywidualnych atrybutów określonego perceptu i związanych z nimi NKŚ. Mikroświadomość ruchu danego obiektu bywa postrzegana w nieco innym czasie niż mikroświadomość jego koloru. Klóci się to z koncepcją jedności świadomości (podrozdziały 5.4 i 15.2).
- milisekunda (ms)** – jedna tysięczna część sekundy. W ciągu 1 ms zachodzi szybkie przekazywanie synaptyczne, a także generowanie potencjału czynnościowego.
- mit homunculusa** – wewnętrzne przekonanie, że ośrodkiem umysłu jest świadome ja, które spogląda na świat, inicjuje wszystkie działania i nimi kieruje. W podrozdziale 18.2 spekuluję, że iluzja ta neuroanatomicznie odzwierciedla się w postaci układu połączeń między → przednią a → tylną częścią kory. Por. → nieświadomy homunculus.
- momenty percepcyjne** – hipotetyczne, dyskretne epizody przetwarzania informacji, określane przeze mnie nazwą migawek (klatek), składające się na postrzeganie. Podobnie jak film, strumień świadomości tworzą niekończące się sekwencje takich klatek. Atrybuty poszczególných migawek, włączając w to percepcję ruchu, są doświadczane jako niezmienné. NKŚ muszą odzwierciedlać taką *quasi*-periodyczną dynamikę. Czas trwania pojedynczych epizodów jest różny, waha się w przedziale od 20 do 200 ms.
- MRI** → obrazowanie funkcjonalne metodą magnetycznego rezonansu jądrowego.
- MT** → środkowa okolica skroniowa.
- naczelne** – rząd obejmujący między innymi: → małpy, małpy człekokształtne i człowieka.
- neuronalne korelaty świadomości (NKŚ)** – najmniejszy zespół mechanizmów lub zdarzeń neuronalnych, które łącznie wystarczają do tego, aby powstał określony percept albo doświadczenie (ryc. 1.1 i rozdział 5). NKŚ są tematem niniejszej książki.
- neurony obuoczne** – neurony wzrokowe, które są pobudzane przez wejścia z lewego i prawego oka, w odróżnieniu od neuronów jednoocznych, odpowiadających tylko na wejście z jednego oka. Neurony obuoczne po raz pierwszy pojawiają się w pierwszorzędowej korze wzrokowej (podrozdział 4.4).
- nieklasyczne pole recepcyjne** → pole recepcyjne.
- nieświadome przetwarzanie** – operacja lub obliczenie, które nie są bezpośrednio związane ze świadomymi doznaniem, wrażeniami lub wspomnieniami. Przykładem nieświadomego przetwarzania jest percepcja podprogowa.

**nieświadomy homunculus** – hipoteza (podrozdział 18.2), zgodnie z którą sieci neuronalne znajdujące się w przedniej części kory używają informacji zmysłowej przetworzonej w tylnej części kory do planowania i podejmowania decyzji, które następnie są przekazywane do odpowiednich struktur ruchowych. Owa aktywność neuronalna w znacznej części nie wnosi wkładu do treści świadomości. Działanie tych sieci nasuwa skojarzenie z → homunculesem, wykonującym swoje czynności nieświadomie.

**NKŚ** → neuronalne korelaty świadomości.

**NKŚ<sub>um</sub>** – warunki neuronalne umożliwiające wystąpienie jakiegokolwiek świadomości (podrozdział 5.1).

**obrazowanie funkcjonalne metodą magnetycznego rezonansu jądrowego (fMRI)** – nieinwazyjna, bezpieczna i wygodna metoda rejestracji aktywności mózgu w stanie świadomości, wykorzystująca zjawisko magnetycznego rezonansu jądrowego. Najczęściej stosowaną techniką jest obrazowanie kontrastu zależnego od utlenowania krwi (ang. *blood-oxygenation level dependent*, **BOLD**, *contrast imagining*), polegające na mierzeniu lokalnych zmian objętości krwi i jej przepływu w reakcji na zapotrzebowanie na energię metaboliczną (będące efektem aktywności synaptycznej i generowania potencjałów czynnościowych). Podstawą sygnału fMRI są niewielkie różnice właściwości magnetycznych między krwią nieutlenowaną a utlenowaną. fMRI nie pokazuje bezpośrednio zjawisk zachodzących szybko w neuronach i synapsach, następujących w czasie rzędu milisekund, lecz związaną z nimi powolną → aktywność hemodynamiczną, której zmiany zachodzą w czasie rzędu sekund. Przestrzenna rozdzielczość tej metody jest rzędu milimetrów (patrz: przypis 2 do rozdziału 8).

**oddziaływania efaptyczne (polowe)** – interakcje elektryczne między położonymi obok siebie wypustkami neuronów, oparte na oddziaływaniu potencjału zewnątrzkomórkowego, nie zaś na działaniu swoistych synaps chemicznych albo elektrycznych. Właściwości biofizyczne neuronów znacznie

ograniczają amplitudę i swoistość takich oddziaływań. Potencjał zewnątrzkomórkowy najprawdopodobniej odgrywa niewielką rolę w procesach leżących u podłoża świadomości (podrozdział 2.3).

**organizacja centrum-otoczka** – specyficzna struktura → pola recepcyjnego neuronu siatkówki, to znaczy fragmentu przestrzeni wzrokowej, z którego neuron ten może otrzymywać wejście wzrokowe (kolokwialnie: „to, co może zobaczyć”). Pole to obejmuje kolistą obszar centralny oraz jego otoczkę w kształcie pierścienia. Odpowiedź komórki na bodziec pobudzający otoczkę jest odwrotnością odpowiedzi wywołanych z centrum. Na przykład komórka właczeniowa generuje z wysoką częstotliwością potencjały czynnościowe, jeśli plamka światła pada na obszar centralny jej pola recepcyjnego. Aktywność tej komórki jest hamowana, gdy pierścień świetlny stymuluje otoczkę (ryc. 3.4).

**organizacja kolumnowa** – (prawie) uniwersalna cecha budowy kory mózgowej, polegająca na tym, że większość komórek nerwowych znajdujących się wewnątrz kory, poniżej określonego fragmentu jej powierzchni, koduje jedną lub więcej wspólnych właściwości (np. orientację pionową bodźców wzrokowych). Organizację kolumnową w odniesieniu do orientacji wzrokowej stwierdzono w obrębie V1 (ryc. 4.4), a w odniesieniu do kierunku ruchu – w polu MT (ryc. 8.3). W podrozdziale 2.2 przytaczam argumenty przemawiające za tym, że organizacja kolumnowa reprezentacji danego atrybutu wiąże się z bezpośrednim charakterem tej reprezentacji (→ kodowanie bezpośrednie).

**organizacja retinotopowa** – przykład → organizacji topograficznej. Punkty położone blisko siebie w przestrzeni wzrokowej są odwzorowane w sąsiadujących ze sobą komórkach nerwowych, przy czym dołek środkowy ma znacznie większą reprezentację niż peryferie pola wzrokowego (ryc. 4.2).

**organizacja topograficzna** – reprezentowanie dwóch położonych w pobliżu punktów przestrzeni przez sąsiadujące ze sobą neu-

rony. Organizację topograficzną wykazuje LGN, a także niskie hierarchicznie obszary kory wzrokowej oraz kora słuchowa i czuciowa (somatosensoryczna). Nie mają jej wyższe pola szlaku brzuszego.

**oscylacje** – regularne, periodycznie pojawiające się okresy nasilonej aktywności, widoczne w rejestracji → EEG, → potencjału wywołanego lub → lokalnego potencjału polowego, w różnych pasmach częstotliwości (określane kolokwialnie mianem fal mózgowych). Periodyczne wyładowania potencjałów czynnościowych wykrywa się również, choć znacznie rzadziej, w trakcie rejestracji mikroelektrodowej. Szczególnie ciekawe są oscylacje w zakresie 30–70 Hz, często nazywane oscylacjami 40 Hz albo falami gamma (np. ryc. 2.6 i 2.7). Ich funkcja prawdopodobnie jest związana z → uwagą.

**oscylacje gamma (oscylacje 40 Hz)** → oscylacje.

**osobisty charakter świadomości** – świadome spostrzeżenia i wspomnienia są osobiste, co oznacza, że → treści świadomości nie da się przekazać drugiej osobie bezpośrednio, lecz wyłącznie za pomocą przykładu lub porównania („ta czerwień przypomina mi kolor chińskiej flagi”; podrozdział 1.1).

**pamięć** – zespół procesów psychologicznych, wykorzystujących rozmaite reprezentacje oraz mechanizmy fizjologiczne, służące do przechowywania informacji przez pewien czas. Najważniejsze kategorie pamięci to: → pamięć długotrwała, → pamięć krótkotrwała albo natychmiastowa oraz → pamięć ikoniczna albo przelotna (rozdział 11).

**pamięć długotrwała** – zespół procesów, które zapewniają przechowywanie informacji przez wiele dni, miesięcy, lat. Pamięć długotrwała obejmuje zarówno ukryte (niejawne) umiejętności zmysłowo-ruchowe, jak i pamięć deklaratywną, związaną ze szczegółami autobiograficznymi oraz faktami (podrozdział 11.2).

**pamięć ikoniczna** – rodzaj pamięci wzrokowej, który charakteryzuje się dużą pojemnością i krótkim czasem trwania (około jednej sekundy). Występuje również w innych modalnościach zmysłowych. Pamięć

w nich wszystkich określam łącznie nazwą: pamięć przelotna i twierdzę, że jest ona niezbędna dla świadomości percepcyjnej (podrozdział 11.4).

**pamięć krótkotrwała** – ogólne określenie przejściowego przechowywania informacji przez nie więcej niż kilkadziesiąt sekund. Jednym z przykładów tego rodzaju pamięci jest → pamięć robocza (podrozdział 11.3).

**pamięć przelotna** → pamięć ikoniczna.

**pamięć robocza** (operacyjna, bezpośrednia) – jeden z dobrze zbadanych modułów pamięci, przechowujący, przez maksymalnie kilkadziesiąt sekund, informacje niezbędne do wykonania aktualnego zadania (takie jak numer telefonu; podrozdział 11.3).

**perspektywa pierwszej osoby** – unikatowy punkt widzenia istoty świadomej, doświadczającej rozmaitych zdarzeń i postrzegającej je. Pozostaje zagadką – o czym piszę w książce – w jaki sposób perspektywa pierwszej osoby jest zgodna z → perspektywą trzeciej osoby i jak może zostać wyjaśniona z jej punktu widzenia. Niektórzy filozofowie akceptują przekonanie ludzi o posiadaniu doświadczeń, jednak zaprzeczają jakoby stany subiektywne istniały realnie (s. 20).

**perspektywa trzeciej osoby** – punkt widzenia zewnętrznego obserwatora, który jest w stanie poznać zachowanie i stany mózgu (np. badając aktywność neuronów) świadomego podmiotu, lecz nie ma wglądu w jego doświadczenia. Biologia i psychologia przyjmowały dotychczas wyłącznie perspektywę trzeciej osoby (jak w Kole Wiedeńskim czy behawioryzmie), odrzucając → perspektywę pierwszej osoby.

**pień mózgu** – część mózgu, do której zalicza się śródmózgowie, most i rdzeń przedłużony (patrz: kolorowa wkładka na końcu książki).

**pierwszorzędowa kora wzrokowa** – fragment kory zlokalizowany wokół bieguna potylicznego, z tyłu mózgu. Do struktury tej za pośrednictwem → ciała kolankowatego bocznego dociera wejście wzrokowe z siatkówki. Określana również terminami: V1, kora prążkowa albo pole 17 Brodmanna (rozdział 4, ryc. 7.2 i 8.1).



**plastyczność synaptyczna** – zmiany biofizyczne i biochemiczne, których wynikiem jest zwiększenie albo zmniejszenie efektywnej siły połączenia synaptycznego. Zmiany te mogą trwać kilka-kilkanaście minut, dni lub dłużej. Plastyczność synaptyczną uważa się za podłoże → pamięci długotrwałej (podrozdział 11.1).

**pole przepływu optycznego** (w języku polskim używa się również tłumaczenia p.p. wzrokowego; przyp. red.) (ang. *optical flow field*) – dwuwymiarowe pole wektorowe na siatkówce, które powstaje w efekcie zmian intensywności obrazu. (W uproszczeniu: pole zmian na siatkówce związane z ruchem dużych obszarów obrazu; przyp. red.) Występuje w trakcie ruchu oczu lub głowy albo podczas ruchu obiektu zewnętrznego.

**pole recepcyjne** – klasyczne pole recepcyjne neuronu wzrokowego to określonego kształtu fragment pola widzenia, z którego odpowiedni bodziec może bezpośrednio pobudzić (lub zahamować; przyp. red.) komórkę. Pola recepcyjne neuronów siatkówki i LGN cechuje → organizacja centrum-otoczka. Komórki → pierwszorzędowej kory wzrokowej preferują wydłużone bodźce o określonej orientacji. Większy obszar, z którego bodziec może wpływać na odpowiedzi neuronu, nosi nazwę nieklasycznego pola recepcyjnego. Na przykład, jeśli linie znajdujące się w nieklasycznym polu recepcyjnym mają identyczną orientację jak linia w centrum pola recepcyjnego, tworząc homogenną strukturę (wzorec, teksturę), neuron ten może zaprzestać generowania potencjałów czynnościowych. Natomiast gdy linie zorientowane są pod kątem prostym do linii znajdującej się w centrum, aktywność neuronu staje się gwałtowna (podrozdział 4.4). Nieklasyczne pole recepcyjne pozwala umieścić podstawową odpowiedź komórki w szerszym kontekście.

**polowe teorie świadomości** – teorie wskazujące na istnienie jakiegoś rodzaju pola, będącego fizycznym nośnikiem świadomych wrażeń. Nie uważam tych teorii za słuszne, ponieważ pole elektromagnetyczne w mózgu jest zbyt słabe i o wiele za mało swoiste,

aby mogło stać się podłożem swoistej treści świadomości (por. → oddziaływania efaptyczne i podrozdział 2.3).

**połączenia modulatoryjne** – aksony neuronów wzgórzowych lub korowych, które dochodzą do górnych warstw korowych albo dystalnych dendrytów komórek wzgórzowych. Połączenia modulatoryjne zazwyczaj nie wywołują intensywnych wyładowań potencjałów czynnościowych w komórkach docelowych, lecz mogą modyfikować aktywność wywołaną przez → połączenia silne. Charakter modulatoryjny mają, najprawdopodobniej, → szlaki zwrotne. Nie jest jasne, czy podział na połączenia silne i modulatoryjne stosuje się do → przedniej części kory.

**połączenia silne albo napędowe** – włókna pochodzące ze wzgórza albo z pola korowego, które tworzą zakończenia przede wszystkim w obrębie warstwy 4 kory albo w proksymalnej części neuronów wzgórzowych i mogą wywołać w komórkach docelowych intensywne wyładowania potencjałów czynnościowych. Połączenia wstępujące, które przebiegają do coraz wyższych pięt → hierarchii wzrokowej, z LGN do V1 albo z V1 do MT, mają charakter połączeń silnych. Wraz z Franciskiem twierdzimy, że układ wzgórzowo-korowy unika pętli, które składałyby się wyłącznie z połączeń silnych (podrozdział 7.4).

**położenie warstwowe** – umiejscowienie ciała komórki nerwowej w określonej warstwie kory. Na podstawie położenia warstwowego określa się morfologię, wejście, wyjście i funkcje komórki nerwowej (ryc. 4.1 oraz kolorowa wkładka na końcu książki).

**pomijanie** – zespół neurologiczny (często związany z prawostronnym uszkodzeniem tylnej kory ciemieniowej), objawiający się tym, że chorzy nie odpowiadają na informacje pochodzące z określonego fragmentu pola widzenia, pomimo że niskie hierarchicznie obszary dróg wzrokowych, łącznie z siatkówką i polem V1, są nieuszkodzone. Zjawisko to określa się bardziej precyzyjnie jako wzrokowo-przestrzenne pomijanie jednostronne. W pokrewnym zespole wygaszania pacjent widzi izolowany obiekt w ob-

rzebie upośledzonej części pola widzenia, jeśli równocześnie nie pojawia się bodziec w przeciwnej, nieupośledzonej połowie pola (podrozdział 10.3).

**potencjał czynnościowy (iglicowy)** – działająca na zasadzie „wszystko albo nic” impulsowa zmiana różnicy potencjału między oboma stronami błony komórkowej neuronu, którą charakteryzuje amplituda ok. 100 mV i czas trwania ok. 0,5–1 ms. Potencjały czynnościowe (określane też jako wyładowania neuronów) są podstawowym sposobem szybkiego przekazywania swoistej informacji przez komórki nerwowe. Występują także w komórkach mięśniowych (podrozdział 2.3).

**potencjał wywołany** – zmiana potencjału elektrycznego na powierzchni skóry głowy, będąca rezultatem pojawienia się bodźca wzrokowego (wzrokowy potencjał wywołany), dźwięku (sluchowy potencjał wywołany) albo wewnętrznego zdarzenia poznawczego (np. popełnienia błędu w trakcie wykonywania jakiegoś zadania; potencjał związany ze zdarzeniem). W praktyce potencjał wywołany uzyskuje się przez uśrednianie kilkuset powtórzeń rejestracji EEG (podrozdział 2.3).

**półcień** (ang. *penumbra*) – termin wprowadzony przez mnie na określenie zespołu neuronów, które otrzymują wejście z NKŚ, nie będąc jednak ich częścią (podrozdział 14.5). Półcień obejmuje neuronalne podłoże wcześniejszych asocjacji, oczekiwanych konsekwencji i uwarunkowań poznawczych danego świadomego perceptu. Półcień nadaje znaczenie perceptowi. Całość ogromu informacji dostępnej i ukrytej, zawartej w półcieniu, symbolizują → *qualia*.

**problem umysł–ciało** – grupa zagadnień związanych ze świadomością. Za podstawowe cele swoich badań przyjmuję wyjaśnienie (podrozdział 1.1), w jaki sposób i dlaczego neuronalne podłoże określonego świadomego wrażenia jest związane z tym a nie innym wrażeniem, a także dlaczego nie jest związane ze stanem → nieświadomym, dlaczego wrażenia mają określoną strukturę, jak nabierają → znaczenia, dla-

czego mają charakter → osobisty i na koniec, dlaczego tak wiele zachowań występuje niezależnie od świadomości (→ agenci zombie).

**problem wiązania** – zagadnienie dotyczące tego, w jaki sposób rozmaite atrybuty jednego lub kilku obiektów świata zewnętrznego, reprezentowane za pomocą aktywności neuronalnej w wielu, często odległych od siebie miejscach, są łączone w pojedyncze, jednolite spostrzeżenie (percept) (podrozdział 9.4). Na przykład, jak dokonuje się połączenie koloru, ruchu i dźwięków wydawanych przez czerwone ferrari, przejeżdżające obok nas z ogromną prędkością, skoro aktywność neuronalna związana z tymi atrybutami jest rozproszona w wielu obszarach kory? I w jaki sposób aktywność ta zostaje oddzielona od reprezentacji neuronalnej równocześnie postrzeganego motocykla?

**prozopagnozja** – szczególna ułomność polegająca na niezdolności do rozpoznawania twarzy. U niektórych pacjentów występuje prozopagnozja jedynie w odniesieniu do twarzy osób ogólnie znanych lub znajomych (podrozdział 8.5).

**prymowanie** – termin używany przez psychologów na określenie wpływu przetwarzania bodźca na przetwarzanie innego bodźca, działającego znacznie później. Najprawdopodobniej wiąże się ono ze zmianami wagi synaps. Prawdopodobieństwo wykrycia późniejszego bodźca nie zależy od tego, czy pierwszy bodziec jest świadomie postrzegany (podrozdział 11.3).

**przeciwstronny** – ogólny termin neurobiologiczny, oznaczający stronę przeciwną, np. „pierwszorzędowa kora wzrokowa lewej półkuli mózgowej otrzymuje wejście z prawej (przeciwstronnej) połowy pola widzenia”. Określenie tożstronny → oznacza tę samą stronę (podrozdział 4.4).

**przednia część kory** – łączne określenie wszystkich części kory położonych w przód od bruzdy środkowej, czyli: kory ruchowej, przedruchowej, przedczołowej i przedniego zakrętu obręczy (płata czołowego, przedstawionego na kolorowej wkładce na końcu

książki). Przednia część kory otrzymuje, za pośrednictwem wzgórza, wejścia z → jąder podstawnych. Omawianego obszaru nie należy mylić z → przodomózgowiem.

**przednia kora obręczy** (ang. *anterior cingulate cortex*, **ACC**) – fragment głównego centrum wykonawczego, znajdującego się w płacie czołowym, który może mieć zasadnicze znaczenie dla NKŚ (kolorowa wkładka na końcu książki; podrozdział 7.6). Składa się z pól Brodmanna oznaczonych liczbami 24, 25, 32 i 33 (ryc. 7.1). ACC śledzi złożone zachowania i jest szczególnie aktywna, gdy pojawiają się sprzeczności poznawcze i błędy.

**przebieżnictwo cholinergiczne** → acetylocholina.

**przebieżnictwo glutaminianergiczne** → glutaminian.

**przesunięcie międzycenne** – względna różnica położenia obiektu w obojgu oczach. Przesunięcie międzycenne ma zastosowanie w obliczaniu odległości między obiektem a głową, czyli głębi (podrozdział 4.4).

**przodomózgowie** – część mózgu, do której zalicza się: korę, jądra podstawne, ciało migdałowate, opuszkę węchową i wzgórze (patrz kolorowa wkładka na końcu książki). Neurony przodomózgowia uczestniczą w tworzeniu swoistej → treści świadomości. Omawianego obszaru nie należy mylić z → przednią częścią kory.

**przyczynowość** – można powiedzieć, że zdarzenie A jest przyczyną zdarzenia B, jeżeli (1) A rozpoczyna się przed B i (2) uniemożliwienie zajścia zdarzenia A eliminuje zdarzenie B. Definicję tę należy odpowiednio zmodyfikować, w sytuacji gdy zdarzenie B pojawia się w efekcie A albo C. Ponieważ sieci, badane przez biologię molekularną, biologię komórki i neurobiologię, przeplatają się ze sobą, powtarzają się i mają charakter adaptacyjny, przejście od korelacji do przyczynowości nie jest łatwe.

**przysródkowa część płata skroniowego** (ang. *medial temporal lobe*, **MTL**) – struktura przodomózgowia, biorąca udział w konsolidacji pamięci uświadomionej i przetwarzania emocjonalnego. Strukturę tę tworzą: hipokamp i sąsiadująca z nim kora śródwęcowa

(pole 28 wg Brodmanna), kora okołowęchowa (pola 35 i 36) oraz kora przyhipokampalna (pole 37), a także ciało migdałowate (patrz: rycina na kolorowej wkładce na końcu książki, ryc. 7.1 i górna część ryc. 7.2). Obszaru tego nie należy mylić z korowym polem MT.

**qualia** (l. poj. *quale*) – elementarne wrażenia i doznania składające się na świadome doświadczenie (widzenie twarzy, słyszenie dźwięku itp.). *Qualia* znajdują się w centrum problemu umysł–ciało. W podrozdziale 14.6 przytaczam argumenty przemawiające za tym, że *qualia* łącznie symbolizują olbrzymią ilość informacji dostępnej i ukrytej, która zawarta jest w → półcieniu zwycięskiej koalicji neuronalnej. Koalicja taka wystarcza do powstania określonego, świadomego perceptu.

**rdzeń wzgórza** – jeden z dwóch ogólnych typów komórek przebieżnicowych wzgórza (→ macierz wzgórza). Neurony rdzenia przekazują swoistą informację do warstwy wejściowej w docelowym polu korowym (podrozdział 7.3).

**receptor NMDA** → glutaminian.

**reflektor uwagi** → uwaga góra-dół.

**reprezentacja rzadka** – schemat kodowania, w którym informację wyrażają nieliczne, silnie wyspecjalizowane neurony. Zaletą tego sposobu kodowania, w porównaniu z → kodowaniem populacyjnym, jest reprezentowanie informacji w sposób bezpośredni. W skrajnym przypadku kodowania bardzo rzadkiego pojedynczy neuron koduje pojedynczą osobę albo kategorię (ryc. 2.2 i podrozdział 2.2).

**rzadkie kodowanie czasowe** – kod, w którym informacja jest reprezentowana w postaci niewielkiej liczby potencjałów czynnościowych, wywoływanych w określonym momencie (tak jak pojedyncza nuta w muzyce), a nie w postaci powolnych zmian częstotliwości potencjałów czynnościowych, zachodzących w czasie rzędu dziesiątych części sekundy lub dłuższym (podrozdział 2.3). Omawiany typ kodowania pozwala na oszczędność energii i minimalizuje zakłócenia pojawiające się w trakcie uczenia.

**rywalizacja obuoczna (międzyoczna)** – jeden z przykładów → bodźca percepcyjnego, w którym na lewe oko jest rzucany inny obraz niż na oko prawe. Bodźców takich nie widzi się jako nałożonych na siebie, lecz postrzega się je kolejno. Potwierdza to zasadę → zwycięzca bierze wszystko, określając dynamikę → koalicji neuronalnej, w której współzawodniczące ze sobą percepty całkowicie tłumią się wzajemnie (rozdział 16).

**sakady (ruchy sakadowe)** – bardzo szybkie, ukierunkowane ruchy gałek ocznych. Ludzie i inne naczelne zazwyczaj patrzą na świat i odkrywają go, wykonując kilka ruchów sakadowych na sekundę (podrozdział 3.7).

**sedno** (ang. *gist*) – opis sceny wzrokowej wysokiego poziomu, zakodowany z użyciem kodowania bardzo rzadkiego. → Ślepotą na zmiany polega na niedostrzeganiu dużych różnic między kolejnymi scenami, gdy ich sedno (*sens*) pozostaje identyczne (podrozdział 9.3).

**sen REM** (ang. *rapid eye movement*) – wspólnie ze snem głębokim jest częścią cyklu snu. Sen REM charakteryzują szybkie ruchy gałek ocznych, brak ruchów innych mięśni oraz żywe i wyraźne marzenia senne.

**spoidło wielkie** – około 200 milionów włókien, łączących obie półkule mózgowe. U pacjentów z rozszczepionym mózgiem, czyli z przeciętym spoidłem wielkim, w jednej czaszce współistnieją dwa świadome umysły (ryc. 17.1).

**stan wegetatywny** → śpiączka.

**sygnał BOLD** → obrazowanie funkcjonalne metodą magnetycznego rezonansu jądrowego.

**synapsa** – wysoko wyspecjalizowana struktura łącząca komórkę presynaptyczną i postsynaptyczną. W synapsie chemicznej dochodzi do uwolnienia neuroprzebieżnika z zakończenia neuronu presynaptycznego. Cząsteczki neuroprzebieżnika wiążą się z receptorami na błonie neuronu postsynaptycznego, co uruchamia kaskadę szybko zachodzących zjawisk elektrycznych (pobudzających albo hamujących) i wolniejszych zjawisk biochemicznych. W obrębie przodomózgowia dominującym neuroprzebież-

nikiem pobudzającym jest → glutaminian, a hamującym → GABA. W jednym milimetrze sześciennym tkanki korowej znajduje się kilkaset milionów synaps. Synapsy elektryczne (połączenia szczelinowe) to bezpośrednie, niskooporowe połączenia między komórkami. Funkcja synaps elektrycznych występujących w korze wiąże się z synchronizacją potencjałów czynnościowych inter-neuronów hamujących (przypis 20 do rozdziału 2).

**synchronizacja (synchronizacja potencjałów czynnościowych)** – stopień, w jakim potencjał czynnościowy jednego neuronu występuje w tym samym (lub prawie identycznym) czasie co potencjał czynnościowy innego neuronu (np. ryc. 2.7). Grupa komórek, których aktywność jest wysoce zsynchronizowana (→ korelacja aktywności), wywiera silniejszy wpływ na neurony docelowe (ich wejście synaptyczne będzie bardziej efektywne) niż grupa neuronów wykazujących aktywność zdeorganizowaną (rozsynchronizowaną). Synchronizacja potencjałów czynnościowych tworzy, prawdopodobnie, ważny mechanizm, pozwalający osiągnąć przewagę we współzawodnictwie między grupami neuronów.

**szlak brzuszny** – wyodrębniony funkcjonalnie szlak (kanał) anatomiczny, rozpoczynający się w pierwszorzędowej korze wzrokowej i biegnący przez V4 do kory skroniowej dolnej. Stąd wychodzi projekcja do brzuszo-bocznej kory przedczołowej. Szlak brzuszny jest znany również pod nazwą widzenie-dla-percepcji albo „co?” (ryc. 7.3).

**szlak grzbietowy** – wyodrębniony funkcjonalnie szlak (kanał) anatomiczny, rozpoczynający się w pierwszorzędowej korze wzrokowej i biegnący poprzez przyśrodkową korę skroniową do obszarów tylnej kory ciemieniowej. Szlak grzbietowy jest znany również pod nazwą widzenie-dla-akcji albo „gdzie?” (ryc. 7.3).

**szlaki zwrotne** – struktury łączące wyższe i niższe poziomy organizacji anatomicznej przodomózgowia (→ hierarchia). Szlaki zwrotne (przez Geralda Edelmana określane jako „powracające”) są zbudowane z ak-

sonów komórek piramidalnych należących do poziomu wyższego i tworzących połączenia synaptyczne z neuronami jednego lub kilku niższych poziomów (np. z pola MT z powrotem do V1 albo z V1 z powrotem do LGN). Twierdzą, że w wyniku zablokowania połączeń zwrotnych z przodu mózgu do tyłu zanika świadome postrzeganie (podrozdział 13.5 oraz końcowa część podrozdziału 15.3).

**ślepotą na zmiany** – niezdolność do zauważenia znacznych zmian na obrazach lub w scenach (ryc. 9.1) powiązana z przekonaniem, że widzi się wszystko na pierwszy rzut oka.

**ślepotą z nieuwagi** – niezauważanie nieoczekiwanych bodźców, nawet w sytuacji gdy patrzy się wprost na nie. Istnienia ślepoty z nieuwagi dowodzą wyniki badań psychofizycznych (podrozdział 9.1 i przypis 9 do rozdziału 9). Występowanie tego rodzaju ślepoty wskazuje, jak istotną rolę w percepcji odgrywa oczekiwanie.

**ślepowidzenie** – szczątkowe zachowanie wzrokowo-ruchowe, występujące pod nieobecność jakiegokolwiek doświadczenia wzrokowego. Pacjent twierdzi, że nie widzi nic w określonej części pola wzrokowego, a mimo to prawidłowo reaguje na proste bodźce. Jest to jeden z wielu przykładów wybiórczej rozbieżności między zachowaniem a świadomością (podrozdział 13.2).

**śpiączka** – klinicznie zdefiniowany stan pacjenta, w którym mózg chorego nie osiąga stanu wzbudzenia i nie ma dowodów na występowanie u chorego świadomych perceptów oraz zachowań innych niż odruchowe (podrozdział 5.1). Stan śpiączki w ciągu kilku tygodni może przejść w stan wegetatywny, który cechuje cykliczne pojawianie się wzbudzenia (np. występowanie okresów otwarcia oczu na przemian z okresami, kiedy oczy są zamknięte), lecz bez oznak świadomości. Jeżeli objawy takie trwają dłużej niż miesiąc, pacjent jest uważany za pozostającego trwale w stanie wegetatywnym.

**środkowa okolica skroniowa** (ang. *middle temporal area*, MT) – niewielkie pole korowe związane z postrzeganiem ruchu. Okre-

ślane również jako V5 (ryc. 7.2 i 8.1). Obszaru tego nie należy mylić z → przyśrodkowym płatem skroniowym.

**świadomość** – temat tej książki. Obecnie badaczom trudno jeszcze rygorystycznie zdefiniować ten fenomen. Świadomość wymaga zazwyczaj pewnej formy selektywnej uwagi i krótkotrwałego przechowywania informacji. Celowo wystarczą do wystąpienia świadomego postrzegania zmysłowego, czyli → neuronalnych korelatów świadomości, NKŚ. Unikam opowiedzenia się po jednej ze stron w dyskusji na temat jednoznacznego określenia związku między NKŚ a świadomym doświadczeniem.

**świadomościomierz** – urządzenie, za pomocą którego dałoby się precyzyjnie określić stan świadomości u ludzi i zwierząt. Obecnie nie istnieje żadna wiarygodna metoda wykonywania takiego pomiaru. Wielu filozofów wyklucza możliwość stworzenia świadomościomierza. Alternatywą jest bateria testów, łącznie z → testem opóźnienia, które pozwalają wychwycić zachowania wymagające udziału świadomości.

**teoria świadomości poziomu pośredniego** – hipoteza, sformułowana między innymi przez Raya Jackendoffa, zgodnie z którą świadomość obejmuje jedynie reprezentacje pośredniego poziomu. Nie ma natomiast dostępu ani do pierwotnych reprezentacji koncepcyjnych wysokiego poziomu, które leżą u podłoża wielu operacji poznawczych. Z teorii tej płynnie zaskakująca teza, że myśli są nieświadomione. Uświadomione natomiast są ich reprezentacje, wyrażane za pomocą obrazów, mowy wewnętrznej i innych jakości zmysłowych.

**test opóźnienia** – robocza metoda, za pomocą której określa się występowanie świadomych zachowań u zwierząt, niemowląt oraz pacjentów pozbawionych mowy, polegająca na wyćwiczeniu badanego podmiotu w opóźnieniu reakcji ruchowej na bodziec (podrozdziały 11.2 i 13.6). Por. → świadomościomierz.

**tożstronny** → przeciwstronny.

**treść świadomości** – szczególny świadomy percept albo wspomnienie występujące w określonym momencie, będące częścią strumienia świadomości (np. widzenie „czerwonego jabłka”). Niektóre swoiste NKS wystarczają do powstania specyficznej treści (podrozdział 5.1).

**trudny problem** – termin, spopularyzowany przez filozofa Davida Chalmersa, określający znaczną trudność koncepcyjną, związaną z uprawnionym i redukcjonistycznym wyjaśnieniem sposobu powstawania w układzie fizycznym wrażeń fenomenalnych – perceptów (podrozdział 14.4). Dlaczego pewnej części aktywności mózgowej towarzyszą subiektywne doznania, czyli → *qualia*? Z tego punktu widzenia odkrycie i scharakteryzowanie materialnych korelatów świadomości w mózgu, zadanie, na którym skupia się niniejsza książka, jest → łatwym problemem.

**tylna część kory** – wspólne określenie wszystkich obszarów kory, położonych w tył od bruzdy środkowej, do których należą wszystkie okolice zmysłowe (z wyjątkiem węchowych). Dopełnieniem tylnej części kory jest → przednia część kory.

**układ wzbudzający (bramkujący)** – grupa struktur należących do górnej części pnia mózgu (twór siatkowaty śródmózgowia; ryc. 5.1), podwzgórza i fragmentu wzgórza położonego w linii środkowej (→ jądra śródbłaskowe wzgórza i jądra siatkowate), które regulują stan wzbudzenia (czuwanie i sen). Obustronne zniszczenie tych struktur wywołuje → śpiączkę. Działanie układu wzbudzającego jest warunkiem koniecznym do wystąpienia jakiegokolwiek treści świadomej. Jego korelaty neuronalne są częścią NKS<sub>um</sub> (podrozdział 5.1).

**układy zmysłowo-ruchowe** → agenci zombie.

**uwaga** – umiejętność koncentracji na określonym bodźcu, zdarzeniu lub myśli z jednoczesnym wykluczeniem innych bodźców. Selektywna uwaga jest podstawą większości form świadomej percepcji. Wyróżnia się dwa główne rodzaje tego typu uwagi: → uwagę góra-dół oraz → uwagę dół-góra (rozdział 9).

**uwaga dół-góra** – forma wybiórczej uwagi działająca szybko i automatycznie, która jest uzależniona jedynie od charakterystyki wejścia zmysłowego (uwaga egzogenna). W domenie wzrokowej znana jest pod nazwą uwagi opartej na wyróżnianiu się. Im bardziej wyróżnia się określona lokalizacja albo obiekt, tym bardziej prawdopodobne, że zostaną dostrzeżone (tabela 9.1).

**uwaga góra-dół** – wolicjonalny, zogniskowany, zależny od zadania lub endogeny mechanizm selekcyjny, działający w układzie wzrokowym i w układach innych modalności zmysłowych (tabela 9.1). Popularną metaforą używaną w odniesieniu do uwagi wzrokowej typu góra-dół jest reflektor uwagi, który oświetla (wybrane; przyp. red.) obiekty znajdujące się w polu widzenia, co ułatwia przetwarzanie związanej z nimi informacji. Na poziomie neuronalnym jedną z najważniejszych funkcji uwagi jest działanie na korzyść tych → koalicji, które kodują owe obiekty. Uwaga jest procesem odmiennym od świadomego postrzegania (podrozdział 9.3).

**VI** → pierwszorzędowa kora wzrokowa.

**warstwy dolne** → warstwy głębokie.

**warstwy głębokie (dolne)** – warstwy 5 i 6 kory nowej (podrozdział 4.2 oraz kolorowa wkładka na końcu książki). Neurony piramidalne, których perikariony znajdują się w tych warstwach, wysyłają projekcje poza korę, do wzgórza, do wzgórków czworaczych górnych oraz struktur leżących niżej (np. do rdzenia kręgowego).

**warstwy górne** – warstwy 1, 2 i 3 kory nowej (podrozdział 4.2). Projekcja wstępująca, biegnąca z danego pola korowego do obszaru zajmującego wyższy poziom w hierarchii, rozpoczyna się w warstwach górnych. Warstwy te otrzymują bardzo liczne wejścia wewnątrzcolumnowe z neuronów warstwy 4, z korowych dróg zwrotnych oraz z neuronów macierzy wzgórza. Dwa ostatnie typy wejść umieszczają obliczenia prowadzone w danym fragmencie kory w ogólniejszym kontekście.

**węzeł zasadniczy** – fragment kory, którego zniszczenie powoduje utratę określonego

atrybutu świadomego, np. widzenia kolorów albo ruchu. Semir Zeki opowiada się za umiejscowieniem NKŚ dla tego atrybutu w obrębie węzła zasadniczego (podrozdział 2.2).

**widzenie-dla-akcji** → szlak grzbietowy.

**widzenie-dla-percepcji** → szlak brzuszny.

**wygaszanie** → pomijanie.

**wypełnianie** – grupa procesów, w których nieobecny atrybut jest uzupełniany na podstawie jego najbliższego kontekstu (w czasie lub przestrzeni), tak jak w przypadku plamki ślepej (przypis 5 do rozdziału 2 i podrozdział 3.3). Wypełnianie prowadzi niekiedy do błędów.

**wzbudzenie** → układ wzbudzający.

**wzgórze** – parzysta struktura usytuowana na szczycie śródmózgowia, która reguluje wszystkie wejścia do kory nowej. Bez wzgórza niemożliwe są jakiegokolwiek przejawy życia mentalnego. Dzieli się ono na wiele jąder, które nie mają ze sobą bezpośrednich połączeń. Jądra te otrzymują liczne połączenia w postaci → szlaków zwrotnych z kory. Uważam wzgórze za narząd odpowiedzialny za uwagę (ryc. 5.1 i 7.3).

**zakręt wrzecionowaty** – zakręt wrzecionowaty leży na dolnej powierzchni kory i rozciąga się od płata potylicznego do skroniowego (→ kora skroniowa dolna; rycina na kolorowej wkładce na końcu książki i podrozdział 8.5).

**zasada aktywności** – hipoteza, zgodnie z którą jedna lub kilka grup neuronów reprezen-

tuje w sposób bezpośredni rozmaite atrybuty każdego bezpośredniego perceptu – widzenia czerwieni, odczuwania zapachu wilgotnego mchu, poczucia inicjowania ruchu (→ kodowanie bezpośrednie; ryc. 2.5).

**złudzenie bistabilne** – stałe wejście zmysłowe, które może być postrzegane na jeden z dwóch, wzajemnie wykluczających się sposobów. Dwa przykłady to sześcian Neckera (ryc. 16.1) oraz → rywalizacja obuoczna. Por. → bodźce percepcyjne.

**znaczenie** – stany świadome kryją w sobie pewną informację, mają jakieś znaczenie, są osadzone w przeszłości, związane z planami na przyszłość i mają odpowiednie asocjacje. W podrozdziale 14.5 przytaczam argumenty za tym, że znaczenia muszą być realizowane za pośrednictwem olbrzymiej liczby połączeń synaptycznych, łączących odpowiednie węzły zasadnicze i komórki nerwowe, wspólnie tworzące → półcień każdego świadomego perceptu.

**zwycięzca bierze wszystko** – rodzaj operacji, łatwy do implementacji w sieciach neuronalnych, w którym aktywność może przetrwać jedynie w neuronach otrzymujących najsilniejsze pobudzenie. Z uwagi na kompetytywny charakter interakcji synaptycznych neurony mające mniej aktywne wejścia ulegają częściowemu (w łagodnej wersji reguły „zwycięzca bierze wszystko”) albo całkowitemu sfłumieniu (w ostrej wersji). Koalicje, będące podłożem NKŚ, muszą działać zgodnie z tą zasadą.