

# СЕКРЕТИ НЕЙРОПЛАСТИЧНОСТІ

Як мозок адаптується до нових викликів



ДЕВІД ІГЛМЕН

**Девід Іглмен**

# **СЕКРЕТИ НЕЙРОПЛАСТИЧНОСТІ**

**ЯК МОЗОК АДАПТУЄТЬСЯ ДО НОВИХ ВИКЛИКІВ**

*Переклав з англійської Андрій Калинюк*

«Наш Формат» · Київ · 2022

## Анотація

Чому нам пощастило, що ми народилися з напівсформованим мозком? Чому дитина з аутизмом здатна скласти кубик Рубіка за 49 секунд, але не може нормально спілкуватися з однолітками? Як так: в Арнольда Шварценеггера дуже сильний австрійський акцент, а акторка українського походження Міла Куніс говорить англійською, наче носійка мови? Вони ж обоє давно працюють на Голлівуд!

Це все питання до мозку і про мозок. І це тільки частинка дивовиж, про які розповідає Девід Іглмен — один із найславетніших нейробіологів сучасності.

Перекладено за виданням: David Eagleman. *Livewired: The Inside Story of the Ever-Changing Brain* (NY, Pantheon Books, 2020, ISBN 978-0307907493).

ISBN 978-617-8115-01-2 (електронне видання)

Усі права застережено. All Rights Reserved

© 2020 by David Eagleman

© Jacket illustration by Jack Daly / Central Illustration Agency

© Jacket design by Emily Mahon

© Калинюк А., пер. з англ., 2022

© ТОВ «НФ», виключна ліцензія на видання, оригінал-макет, 2022

Кожна людина народжується подібною до багатьох, але вмирає неповторною.

Мартін Гайдеггер

## Розділ 1

# ЕЛЕКТРИЧНА ЖИВА МАТЕРІЯ

Уявіть, як замість 180-кілограмового марсохода ми вистрілимо в космос одну кульку, яка поміститься на кінці голки. Використовуючи енергію із джерел довкола себе, вона поділиться на безліч подібних кульок. А далі ці кульки об'єднуються, утворюючи колеса, лінзи, температурні сенсори і, зрештою, повноцінну систему автономного управління. А ви спостерігали б захоплено, як ця система сама розпаковується.

А тепер зайдіть у дитячу кімнату і побачите розпаковування в дії. Крикливі немовлята, які починали своє життя з мікроскопічної заплідненої яйцеклітини, саме перебувають на шляху виростання у «величезних» дорослих людей, оснащених детекторами фотонів, кінцівками з багатьма суглобами, датчиками тиску, помпами крові та системами перетворення енергії з різних джерел.

Проте це не найдивовижніше в житті людських істот, є дещо неймовірніше. Наша мозкова «машинерія» наперед не повністю запрограмована: вона формується в процесі взаємодії із зовнішнім світом. Зростаючи, ми постійно переписуємо схему нашого мозку, щоб розв'язувати проблеми, розширювати свої можливості та розуміти соціальні структури навколо себе.

Наш вид успішно заселив усі куточки земної кулі, оскільки ми унікальні творіння матінки-природи: наш мозок не повністю зарегульований — він оснащений тільки базовими елементами, які забезпечують йому вільне плавання у будь-якому напрямку. Криклива дитина з часом перестає плакати, роззирається навколо і починає пізнавати навколишній світ. Вона формується під впливом оточення, сприймаючи все навкруги — від місцевої говірки до ширшої культури та глобальної політики. Вона переймає вірування і стереотипи тих, хто її виховує. Кожен приємний спогад, кожен засвоєний урок, кожна

дрібка інформації моделює живу мережу. Так з'являється щось цілком нове, ніким не заплановане заздалегідь, а навпаки — як відбиток навколишнього світу.

Із цієї книжки ви дізнаєтесь, як наш мозок безперервно переналаштовує власну мережу і що це означає для нашого життя й нашого майбутнього. Ми розглянемо ще багато питань: чому люди у 1980-х (і лише у 1980-х) бачили сторінки книжок червонуватими? Чому найкращий у світі лучник безрукий? Чому ми щоночі бачимо сни і як це пов'язано з обертанням планети? Що спільного між абстинентним синдромом і розбитим серцем? Чому ворог пам'яті не час, а інші спогади? Як незряча людина може бачити за допомогою язика, а той, хто не чує, — слухати через шкіру? Чи зможемо ми коли-небудь прочитати основні деталі чийогось життя з мікроскопічної структури, закарбованої в масиві клітин мозку?

### **Дитина з половиною мозку**

Валері С. збиралася на роботу, коли її трирічний син Метью впав на підлогу<sup>1</sup>. Хлопчик знепритомнів, губи в нього посиніли.

Валері в паніці зателефонувала чоловікові.

— Чому ти дзвониш мені? — незадоволено вигукнув він. — Зателефонуй лікареві!

Після кабінету невідкладної допомоги було ще кілька візитів до різних лікарів. Педіатр рекомендував перевірити серце. Кардіолог під'єднав до Метью кардіомонітор, але хлопчик постійно його знімав. Під час цих візитів нічого особливого не виявили. Здавалося, все обійшлося переляком.

Принаймні так думали батьки. За місяць, коли Метью їв, у нього з'явився дивний вираз обличчя. Погляд малюка став напруженим, а витягнута права рука так і застигла над головою; він не реагував близько хвилини. Валері знов кинулася до лікарів і знову не почула чіткого діагнозу.

Це повторилося наступного дня.

Невролог надів Метью шапочку з електродами, щоб виміряти мозкову активність, і виявив виразні ознаки епілепсії. Хлопчику призначили ліки проти судомних нападів.

Ліки допомогли, але ненадовго. Незабаром у Метью сталася серія стійких нападів із проміжком у 60, 45 і 30 хвилин, що нагадувало скорочення тривалості між переймами під час пологів. За деякий час напади відбувалися що дві хвилини. Валері з чоловіком Джимом щоразу, коли починалася серія нападів, відвозили Метью до лікарні, де він перебував від кількох днів до кількох тижнів. Згодом вони призвичаїлися і, коли час між судомами досягав 20-хвилинної відмітки, телефонували в лікарню, везли туди сина машиною, заїжджаючи дорогою в «Макдональдз», щоб взяти щось поїсти.

А Метью намагався насолоджуватися життям між нападами.

Щороку сім'я відвідувала лікарню з десятком разів. Ця рутинна тривала протягом трьох років. Валері з Джимом вже оплакували втрату здорової дитини — не тому, що Метью був при смерті, просто батьки розуміли: дитина не житиме повноцінно. Вони пройшли стадії гніву і заперечення реальності. Їхнє звичне життя змінилося. Коли хлопчик учергове потрапив до лікарні на три тижні, невропатологи були вимушені визнати: ця проблема їм не до снаги, потрібне лікування не в місцевій лікарні.

Тож сім'ю відправили літаком санітарної авіації з рідного міста Альбукерке, що в штаті Нью-Мексико, до лікарні Джона Гопкінса в Балтиморі. Саме тут, у дитячому відділенні інтенсивної терапії, вони дізналися, що в Метью — енцефаліт Расмуссена: рідкісне хронічне запальне захворювання. Біда в тому, що хвороба вражає не просто невелику частину мозку, а всю півкулю. Розпитуючи про можливі варіанти лікування, батьки з жахом дізналися, що існує лише один метод: гемісферектомія, тобто хірургічне видалення півкулі мозку.

— Я не можу вам нічого оповісти про подальшу розмову, — сказала мені Валері. — Вони наче говорили іноземною мовою.

Валері з Джимом спробували знайти інші способи, але все марно. За кілька місяців Валері зателефонувала до лікарні Джона Гопкінса, щоб домовитися про операцію, і лікар запитав:

— Ви впевнені?

— Так, — відповіла вона.

— Вам вистачить духу щодня, дивлячись у дзеркало, запитувати себе, чи справді треба було так зробити?

Валері з Джимом не могли спати через невгамовну тривогу. Чи переживе Метью операцію? Чи можна жити з однією півкулею мозку? І навіть якщо так, то які будуть наслідки? Може, й не варто в це втручатися?

Але варіантів не залишалося. Неможливо так жити далі, коли напади ставалися щодня по кілька разів. Батьки розуміли, що зважують між наявним важким станом Метью і невизначеністю після операції.

Батьки відвезли Метью до лікарні в Балтиморі, де його ввели в наркоз за допомогою маленької дитячої маски. Хірург обережно зробив розтин на поголеній шкірі голови та просвердлив круглий отвір у черепі.

Метью видалили одну півкулю мозку.

Протягом кількогодинної виснажливої операції хірург видалив половину ніжної рожевої тканини мозку, яка підтримувала розум, емоції, мову, почуття гумору, страхи та вподобання Метью. Видалену тканину, що не мала жодної користі поза біологічним середовищем, помістили в невеликі контейнери. Порожня половина черепа Метью, яка повільно заповнювалася спинномозковою рідиною, на томограмі мала вигляд чорної порожнечі<sup>2</sup>.

Очікуючи, поки Метью розплющить очі, його батьки пили каву з лікарняного автомата в післяопераційній палаті. Як справи в їхнього сина? Яким він буде з половиною мозку?

\* \* \*

З усіх об'єктів, які людство виявило на планеті, ніщо не порівняється за складністю з нашим мозком. Головний мозок людини складається із 86 мільярдів клітин, які називаються нейронами; вони швидко передають інформацію біжучими імпульсами<sup>3</sup>. Нейрони щільно з'єднуються між собою в заплутані, схожі на густий ліс мережі. Загальна кількість нейронних зв'язків становить сотні трильйонів (близько 0,2 квадрильйона). Краще це уявити так: у кубічному міліметрі тканини кори мозку у 20 разів більше з'єднань, ніж людей на всій планеті.

Але таким цікавим мозок робить не кількість елементів, а спосіб взаємодії між ними.

У підручниках, рекламі та масовій культурі мозок зазвичай зображають як орган із різними ділянками, що виконують певні завдання. Одна ділянка відповідає за зорове сприйняття, друга необхідна для користування певними знаряддями, третя активується, коли ми боремося з бажанням з'їсти щось солодке, ще одна збуджується під час обдумування морального вибору. Усі ділянки можна чітко позначити і класифікувати.

Але така модель спрощує реальність, оскільки не враховує найцікавіше. Мозок — це динамічна система, яка постійно змінює власні схеми, щоб відповідати вимогам навколишнього середовища і потенційним можливостям організму. Якби в нас була магічна відеокамера, за допомогою якої можна збільшити зображення живого мікрокосмосу в черепі, ми побачили б схожі на щупальця відростки нейронів, які, стикаючись, змінюються навсід, обмацують один одного й утворюють зв'язки або уникають контакту. Це нагадує взаємини між громадянами країни, такі як дружба, шлюб, сусідство, соціальні мережі, створення політичних партій чи оголошення вендети. Уявіть собі мозок як живу спільноту з трильйонів взаємопов'язаних організмів. Картина дивовижніша за рисунок у підручнику. Мозок — це загадковий вид обчислювальної субстанції, жива тривимірна тканина, яка змінюється, реагує та пристосовується, щоб бути максимально ефективною. Складна система зв'язків у мозку (мережа) сповнена життям: контакти між нейронами невпинно формуються, відмирають і переналаштовуються. Сьогодні ви вже інша людина, ніж рік тому, адже грандіозна мозаїка вашого мозку перезібралась у щось нове.

Коли ви дізнаєтеся щось — місце розташування ресторану, який вам подобається, плітки про вашого боса, нову захопливу пісню на радіо, — ваш мозок фізично змінюється. Те саме відбувається, якщо ви переживаєте фінансовий успіх, суспільні невдачі або емоційне збудження. Коли ви вдаряєте по баскетбольному м'ячу, не погоджуєтеся з колегою, летите в нове місто, з ностальгією розглядаєте фотографію або чуєте милозвучні тони улюбленого голосу, величезні переплетені джунглі клітин вашого мозку перетворюються на дещо відмінне від того, чим вони були ще мить тому. Результатом таких змін є наші спогади: історія життя і кохання. Незліченні зміни мозку, які

накопичуються протягом хвилин, місяців і десятиліть, формують ваше Я.

Принаймні на цю мить. Учора ви були дещо іншим. А завтра знову змінитесь.

## **Інша таємниця життя**

Одного дня 1953 року Френсіс Крік увірвався в паб Eagle & Child і сповістив приголомшених відвідувачів, що разом із Джеймсом Вотсоном щойно відкрив таємницю життя, розшифрувавши подвійну спіральну структуру ДНК. Це була епохальна подія в історії науки.

Але виявляється, Крік і Вотсон розкрили лише *половину* секрету. Іншу половину ви не знайдете ані в нуклеотидних послідовностях ДНК, ані в підручнику. Ні зараз, ні в майбутньому.

Бо друга половина — навколо вас. Це кожен ваш досвід взаємодії зі світом: текстури та смаки, турботи й автомобільні аварії, іноземні мови і любовні пригоди<sup>4</sup>.

Для кращого розуміння уявіть, що ви народилися 30 тисяч років тому. У вас точнісінько така сама ДНК, але, покинувши лоно матері, ви розплющили б очі в цілком інші часи. Ким би ви стали? Можливо, танцювали б у шкурах біля багаття під зірками. Вилізли б на верхівки дерев, щоб попередити про наближення шаблезубих тигрів. Тривожно спали б просто неба під дощовими хмарами.

Хай би що ви собі уявили, все одно помилитеся. Це питання підступне.

Позаяк тоді ви навіть близько не були б собою. Ця печерна людина з ідентичною ДНК могла трохи *бути схожою* на вас через спільні генетичні інструкції. Але вона не думала б, як ви. Печерна людина не розробляла б стратегії, не створювала б в уяві образи, не любила б і не моделювала б минуле та майбутнє, як це робите ви.

Чому? Бо досвід печерної людини відрізняється від вашого. Хоча ДНК — це частина історії вашого життя, частина ця невелика. Решта історії містить розмаїття деталей вашого досвіду й оточення. Так на мікроскопічному рівні формується величезне мереживо з клітин мозку. Уявіть себе чашею досвіду, в яку вливається трішки простору і часу. Ви вбираєте місцеву культуру та прикладні знання через органи

відчуттів. Як особистість ви залежні від оточення так само, як і від власної ДНК.

Порівняйте цю історію з прикладом про двох комодських драконів: один народився в наші часи, а інший — 30 тисяч років тому. Ймовірно, відрізнити їх за поведінкою було б важче.

У чому ж різниця?

Комодські дракони народжуються з мозком, який завжди розвивається приблизно однаково. Їхні навички загалом жорстко запрограмовані (*їжте! спарюйтесь! плавайте!*), що дозволяє їм населяти стабільну нішу в екосистемі, але робить негнучкими. Якби їх вивезли літаком з рідної домівки — Південно-Східної Індонезії — до засніженої Канади, комодські дракони скоро зникли б.

На відміну від них, людський вид процвітає в різних екологічних нішах земної кулі, а скоро вийде і за її межі. У чому ж секрет? Ми аж ніяк не витриваліші, здоровіші чи міцніші за інших істот: за будь-якою з наведених ознак ми програємо майже кожному виду. А річ у тім, що ми потрапляємо у світ із не повністю сформованим мозком. Тому в дитинстві ми маємо унікально тривалий період безпорадності. Але цей недолік виправданий, оскільки наш мозок розвивається під впливом оточення. Саме тому ми спрагло засвоюємо місцеву мову, культуру, традицію, політику, релігію та мораль нашого середовища.

Народження з напівсформованим мозком стало переможною стратегією людства. Ми випередили всі види на планеті: заселили сушу, підкорюємо моря і прагнемо освоїти Місяць. Тривалість людського життя зростає втричі. Ми створюємо симфонії, зводимо хмарочоси і дедалі краще пізнаємо власний мозок. Жодне зі згаданих звершень генетично не запрограмоване.

Принаймні не було безпосередньо закодоване. Натомість наша генетична машинерія керується простим принципом: *замість негнучкої системи будувати таку, яка легко адаптується до навколишнього світу*. Наша ДНК — це не жорстка схема розвитку організму. Швидше йдеться про динамічну систему, яка постійно переписується, щоб пристосуватися до середовища й оптимізувати ефективність.

\* \* \*

До прикладу, школяр, глянувши на глобус, припустить, що кордони країн принципово незмінні. А от професійний історик розуміє, що це функції випадковості, а наша історія має певні варіації: майбутній король помирає в дитинстві, або африканська чума не трапилась, або тоне військовий корабель і битва завершується інакше. Незначні зміни спричинили б ефект доміно на карті світу.

І так відбувається з мозком. Хоча на рисунку в підручнику нейрони в мозку зображаються вдало упакованими один біля одного, як желейні цукерки в банці, не дозволяйте вас обдурити: нейрони затиснуті через конкуренцію за виживання. Подібно до держав-сусідів, нейрони окреслюють свої території й невпинно їх захищають, змагаючись за виживання на всіх рівнях системи: кожен нейрон і кожен зв'язок між нейронами бореться за ресурси. Оскільки війни на кордонах вирують протягом усього життя мозку, карти перемальовуються таким чином, що досвід і цілі людини завжди відображаються в структурі мозку. Якщо бухгалтерка кине свою роботу задля кар'єри піаністки, поле нейронів, яке відповідає за моторику пальців, розшириться; якщо вона стане мікроскопістом, її зорова кора згодом розрізнятиме більше дрібних деталей, що необхідно в професії; якщо ж вона вирішить працювати парфумером, то збільшаться ділянки мозку, відповідальні за сприйняття запахів.

Тільки на відстані здається, що мозок нагадує глобус із наперед заданими й чіткими кордонами між країнами.

Мозок розподіляє свої ресурси відповідно до важливості завдань у змаганні «роби або помри» між усіма його складовими елементами. Цей базовий принцип породжує кілька питань, з якими ми розберемося далі. Чому іноді здається, що мобільний телефон щойно задзвенів у кишені, а насправді він лежить на столі? Чому в актора австрійського походження Арнольда Шварценеггера такий сильний акцент, коли він розмовляє американською англійською, а в акторки українського походження Міли Куніс його немає? Чому дитина з аутизмом і синдромом саванта<sup>5</sup> здатна скласти кубик Рубіка за 49 секунд, але не може нормально спілкуватися з однолітками? Чи зможуть люди за допомогою технологічних досягнень сконструювати нові органи відчуттів, наприклад для безпосереднього сприйняття

інфрачервоного світла, глобальних погодних умов чи фондового ринку?

## **Якщо потрібного інструмента немає, створіть його**

Наприкінці 1945 року японський уряд опинився в глухому куті. Протягом 40 років — у період, який охоплював російсько-японську війну та дві світові війни, — інтелектуальні ресурси спрямовувалися у військову потугу. Це забезпечило націю талантами, які найкраще годилися лише для одного — ведення війни. Але атомні бомби та втома від безперестанних боїв відбили бажання до завоювань в Азії й Тихому океані. Війна закінчилася. Світ змінився, і японській нації довелося змінюватися разом із ним.

Проте поставало одне складне запитання: що робити з величезною кількістю військових інженерів, які з початку століття вдосконалювали навички виробництва найкращої зброї? Їх просто неможливо було поєднати зі щойно пробудженим прагненням Японії до миру.

Принаймні так здавалося. Утім, упродовж наступних кількох років японський уряд змінив свій соціальний та економічний ландшафт, перенаціливши інженерів на нові завдання. Тисячам із них дісталася доручення побудувати високошвидкісний потяг, відомий як «Шінкансен»<sup>6</sup>. Ті, хто раніше досліджував аеродинаміку літаків морської авіації, розробляли обтічні вагони. Ті, хто виготовляв винищувачі Mitsubishi Zero, конструювали колеса, осі та колії, щоб гарантувати безпечний рух експреса на високих швидкостях.

Японія переформатувала свої ресурси, щоб краще відповідати середовищу. Перекувавши мечі на рала, країна узгодила технології з вимогами сучасності.

Японія зробила те, що робить мозок.

Мозок постійно пристосовується до викликів і цілей. Він розподіляє ресурси відповідно до ситуації. Якщо потрібного інструменту немає, він його створює.

Чому це вдало для мозку стратегія? Зрештою, створені людством технології виявилися успішними, але ми використовуємо зовсім іншу стратегію. Ми конструємо незмінні електронні пристрої з програмним забезпеченням, які чітко виконують поставлені завдання.

Яка була б користь від гнучкості, якби апарат постійно перероблявся після запуску програм?

Перша перевага — швидкість<sup>2</sup>. Ви вправно набираєте текст на ноутбучі, оскільки не задумуєтеся над розташуванням пальців, їхніми «намірами» чи «цілями». Все відбувається саме собою, що здається дивовижним. Просто друк став частиною схеми вашого мозку. Завдяки переконфігуруванню нейронної мережі такі завдання автоматизуються, що дозволяє швидко знаходити рішення та діяти. Мільйони років еволюції не передбачали появи письмової мови, а тим паче клавіатури. А втім, наш мозок без труднощів освоює інновації й користується їхніми перевагами.

Порівняйте це з правильним натисканням клавіш музичного інструмента, на якому ви ніколи раніше не грали. Такого роду не практикувані завдання доводиться виконувати свідомо, а тому відносно повільно. Різниця у швидкості між аматорством і досвідом пояснює, чому у футболіста-любителя постійно крадуть м'яч. Досвідчений гравець зчитує сигнали супротивників, робить фантастичні виверти ногами й точно влучає м'ячем. Несвідомі дії швидші за свідоме обмірковування. Ралом легше обробити землю, ніж мечем.

Друга перевага спеціалізації для вирішення важливих завдань — ефективність використання енергії. Футболіст-новачок просто не розуміє переміщення гравців на полі, а професіонал може розігравати м'яч у різний спосіб заради перемоги. Чий мозок працює активніше? Ви, напевне, подумали, що у висококласного гравця, адже він розуміє структуру гри й прораховує можливості, рішення та хитромудрі ходи. Але це неправильне припущення. Мозок професіонала набув нейронної структури, специфічної для футболу, що дозволяє йому вести гру з навдивовижу малою мозковою активністю. У певному сенсі гра зробила його таким, як він є. Мозок любителя, на відміну від професійного гравця, наче «перегрітий»: він старається виявити переміщення, які мають значення для гри, розглядає різні тлумачення ситуації, намагаючись вгадати вдалі ходи тощо.

Гра професіонала стрімкіша й ефективніша внаслідок «прошивки» футбольних навичок у схемі мозку, який оптимізував свою внутрішню мережу під те, що важливо в навколишньому світі.

## Безперервно змінювана система

Опираючись на концепцію системи, яка здатна змінюватися під впливом зовнішніх чинників і *зберігати* нову форму, американський психолог Вільям Джеймс сформулював поняття «пластичності». Пластичному предмету можна надати форму, яка зберігатиметься. Так дістав свою назву матеріал, відомий як пластик: з нього можна формувати миски, іграшки й телефони, бо він не повертається до первинного стану. Так само і з мозком: досвід змінює його — і він зберігає набуті зміни.

Пластичність мозку (інша назва — нейропластичність) — це термін, який ми використовуємо в нейробіології. Але в цій книжці ми вживатимемо його обережно, оскільки він може ввести в оману. Так склалося, що ключова ідея «пластичності» передбачає формування чогось одноразово зі збереженням назавжди: відлити пластикову іграшку, яка такою й залишиться. Але про мозок цього не скажеш. Він переформовується протягом усього нашого життя.

Уявіть собі місто, що розвивається, і зауважте, як воно росте, оптимізується та реагує на навколишній світ. Постерігайте, як у місті будують стоянки для вантажівок, розробляють імміграційну політику, модифікують освітню сферу та правову систему. Місто постійно змінюється. Містобудівники не проєктують його в завершеному вигляді, наче пластикове оздоблення. Місто безперервно розвивається.

Як і міста, мозок ніколи не досягає кінцевої точки. Ми розкриваємо свої таланти на шляху до мети, навіть коли вона віддаляється. Пригадайте спантеличення, з яким ви перечитували свій щоденник, написаний багато років тому. Він передає спосіб мислення, думки та погляди когось, відмінного від вас теперішнього, а часом ця відмінність така разюча, що важко себе впізнати. Попри те саме ім'я й ту саму біографію до часу написання, за роки до перечитування оповідач змінився.

Значення слова «пластик» можна розширити, щоб воно враховувало постійні зміни, тому задля збереження зв'язку з наявною літературою я іноді вживатиму цей термін<sup>8</sup>; можливо, асоціація з відливанням пластику сьогодні вже не така чітка. Наша мета — зрозуміти, як

функціонує змінювана система мозку, тому варто запровадити новий термін, який краще описує суть питання, — жива мережа. Як ми побачимо далі, неможливо описати мозок як сукупність апаратного та програмного забезпечення. Тому нам потрібна концепція живої мережі, щоб зрозуміти цю динамічну, адаптивну систему пошуку та оброблення інформації.

\* \* \*

Щоб оцінити можливості самоконфігурації органа, що себе переналаштовує, повернімось до історії Метью. Після видалення цілої півкулі він потерпав від нетримання сечі та калу, не міг ні ходити, ні говорити. Найстрашніші побоювання батьків справдилися.

Але завдяки щоденній фізичній терапії, а також мовній практиці з часом він знову навчився розмовляти, проходячи ті самі етапи, що й немовля: спочатку одне слово, потім два, далі коротенькі фрази.

За три місяці розвиток Метью відповідав його вікові.

Нині, через багато років, Метью не може добре користуватися правою рукою і ходить трохи накульгуючи<sup>2</sup>. Але в усіх інших аспектах його життя цілком нормальне — мало що вказує на ту екстраординарну історію. У нього відмінна довготривала пам'ять. Метью навчався в коледжі протягом трьох семестрів, але через труднощі з конспектуванням правою рукою довелося покинути навчання й піти працювати в ресторан. Там він відповідає на телефонні дзвінки, обслуговує клієнтів, подає посуд і береться практично за всяку роботу. Люди, зустрічаючи його, навіть не підозрюють, що в нього відсутня половина мозку. Як сказала Валері: «Якщо вони не знали, то й не здогадалися б».

Як таке вдалося: значне хірургічне втручання минуло практично без наслідків?

Ось відповідь: решта мозку Метью динамічно переналаштувалася, взявши на себе втрачені функції. Схеми його нервової системи пристосувались до меншого доступного об'єму мозку, забезпечивши повноцінне функціонування організму лише з половиною «апаратних засобів». Ви не очікуєте, що смартфон працюватиме, якщо з нього видалити половину електроніки, оскільки його електронна начинка дуже вразлива. Живе ж «обладнання» дає собі раду.

\* \* \*

1596 року фламандський картограф Абрагам Ортеліус, розглядаючи карту Землі, збагнув, що контури американського континенту й Африки схожі на шматочки головоломки, які можна поєднати. Їхні обриси явно склалися до купи, але щось же їх роз'єднало. 1912 року німецький геофізик Альфред Вегенер висунув здогадку про дрейф континентів: хоча раніше їхнє розташування вважалося незмінним, припустили, що, можливо, вони плавають, наче гігантські водяні лілії. Дрейф відбувається повільно (континенти рухаються зі швидкістю, аналогічною тому, як ростуть нігті), але за мільйони років стає зрозумілим, що материка — це частина динамічної плинної системи, яка перебудовується згідно із законами нагрівання та тиску.

Такою самою системою, як і земна куля, є мозок. Які закони його функціонування? Наукових робіт із пластичності мозку написано сотні тисяч. Але навіть сьогодні про цю дивну рожеву тканину зі здатністю до самоналаштування в нас немає всеохопної теорії, яка пояснила б, чому і як мозок робить те, що робить. У цій книжці викладено її основи, тож спробуймо зрозуміти: хто ми, звідки з'явилися і куди прямуємо.

Розмірковуючи про живу мережу, ми зрозуміємо, що сучасні вбудовані пристрої з фіксованою схемою геть не придатні для нашого майбутнього. Адже у звичному проектуванні ретельно продумується все важливе для роботи. Автомобільна компанія, реконструюючи шасі у транспортному засобі, згодом витрачає місяці на те, щоб уся машина запрацювала як одне ціле. Уявіть собі, що автомобіль сам конфігурується під зміни шасі. Як побачимо далі, зрозумівши принципи функціонування живої мережі, ми зможемо використовувати геній матері-природи для створення нових машин — пристроїв, які динамічно задаватимуть власну схематику, самостійно оптимізуючись до вхідних сигналів і засвоюючи досвід.

Особливо бентежне питання в житті — не хто ми зараз, а ким ми є в процесі становлення. Так само магія нашого мозку — не в його складових елементах, а в тому, як ці компоненти невпинно переналаштовуються, формуючи динамічну електричну живу тканину.

Ви прочитали лише кілька сторінок цієї книжки, а ваш мозок уже змінився: символи на них зоркестрували мільйони крихітних змін у велетенських мережах нейронних зв'язків, перетворивши вас на когось трошки відмінного від того, ким ви були до читання цього розділу.