

Барбара Оклі

НАВЧИТИСЯ ВЧИТИСЯ

як запустити свій
мозок на повну

$$\int_{a^m}^{b^n} x^2 f(d) dx$$

$$\frac{D}{4} = \frac{b^2}{4} - ac$$

$$\tan \alpha + \tan \beta = \frac{\sin(\alpha + \beta)}{\cos \alpha \cdot \cos \beta}$$

$$\begin{cases} a_1x + b_1y = c_1 \\ a_2x + b_2y = c_2 \end{cases} \quad \frac{3a^2}{2}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \omega = \frac{v}{r} \\ \omega = \frac{a}{r} \end{array} \right. \Rightarrow \frac{v}{r} = \frac{a}{r} \Rightarrow v = a$$

$$\Delta^2 / \frac{a_1}{a_2} \frac{b_1}{b_2}$$

$$\frac{3a^2}{2}$$

$$z + xy \neq 0$$

$$\sum \omega \downarrow \Sigma$$

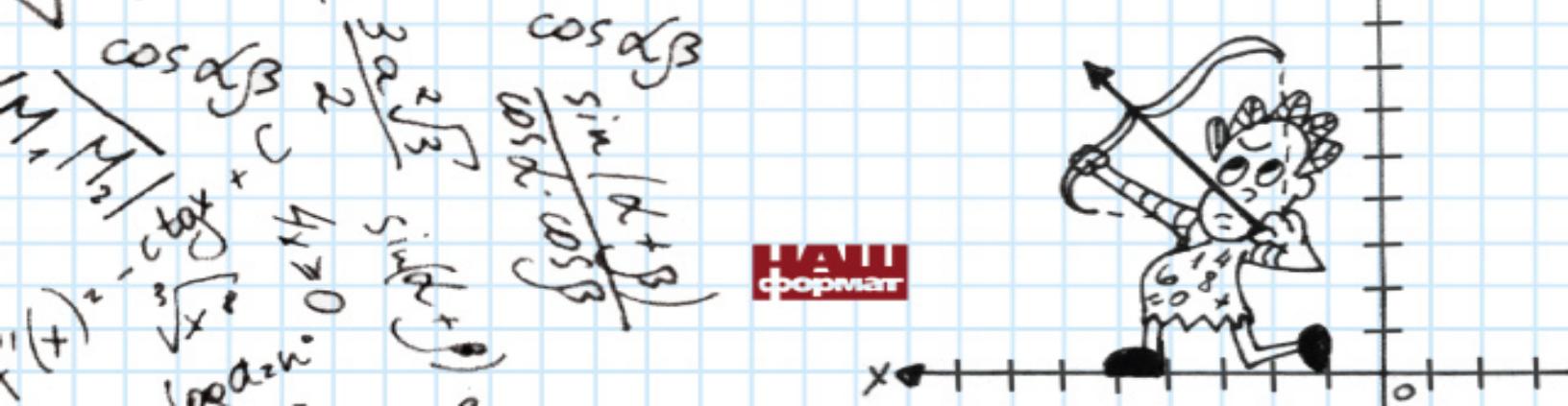
у

$$\sqrt{H} = \frac{1}{3} H$$

$$\Sigma$$

$$\sqrt{H} = \frac{1}{3} H$$

$$\cos \alpha \beta$$



Навчитися вчитися

BARBARA OAKLEY

A MIND FOR NUMBERS

HOW TO EXCEL AT MATH AND SCIENCE
(EVEN IF YOU FLUNKED ALGEBRA)

A TARCHERPERIGEE BOOK /PENGUIN · NEW YORK · 2014

БАРБАРА ОКЛІ

НАВЧИТИСЯ ВЧИТИСЯ

Як запустити свій мозок на повну

2-ге видання

*Переклав з англійської
Артем Замоцний*

«НАШ ФОРМАТ» · Київ · 2019

УДК 159.95(02.062)
О-12

Оклі Барбара
О-12 Навчитися читати. Як запустити свій мозок на повну / пер. з англ. Апретем Замодний. — 2-ге вид. — К. : Наш формат, 2019. — 272 с.
ISBN 978-617-7552-87-0 (паперове видання)
ISBN 978-617-7552-88-7 (електронне видання)

Є люди, які не люблять учитися. Є ті, що ненавидять математику й природничі науки. Що між ними спільного? Насправді вони не вміють учитися та не здогадуються, як іх обдурує мозок. Барбара Оклі, якіх ніхто інший, знає що проблему із середини. У школі вона ненавидила математику, тому вступила на філологію. Але у двадцять із яким відкрила для себе красу арифметики й поезію формул. Нині вона допомагає багатьом людям учитися ефективніше. У цій книжці Барбара Оклі ділиться ефективними навчальними методиками, пояснюючи причини наших невдач, розкриває поведінку мозку. Авторка допомагає опанувати прокрастинацію, потворювати з внутрішніми зомбі, припинити істерити над складними завданнями й урятувати батьків від передчасної синини.

УДК 159.95(02.062)

Перекладено за виданням: Barbara Oakley. *A Mind For Numbers: How to Excel at Math and Science (Even If You Flunked Algebra)* (NY, A TarcherPerigee Book/Penguin, 2014, ISBN 978-0-399-16524-5).

All rights reserved including the right of reproduction in whole or in part in any form. This edition published by arrangement with TarcherPerigee, an imprint of Penguin Publishing Group, a division of Penguin Random House LLC.

Головна редакторка Ольга Дубчак. Літературна редакторка Вікторія Кравчук. Коректорка Інна Іванюс. Верстальниця Наталія Коваль. Випускова редакторка Вікторія Шелест. Дизайнерка обкладинки Олеся Шинкаревич. Технічна редакторка Ірина Щепіна. Художник редакторка Оксана Гаджій. Відповідальний за випуск Антон Мартинов.

Дякуємо за допомогу в підготовці видання Світлані Водолазькій та Юлії Кошик.

Надруковано в Україні видавництвом «Наш формат» у типографії «Фактор-Друк», вул. Саратовська, 51, м. Харків, Україна, бізоз. Замовлення № 0793. Підписано до друку 29.01.2019. Тираж 4000 прим. Термін придатності необмежений. ТОВ «НФ», пров. Алли Горської, 5, м. Київ, Україна, 01032, тел. (044) 222-53-49, pub@nashformat.ua. Свідоцтво ДК № 4722 від 19.05.2014. Висновок Держ. сан.-епідем. експертизи № 05.03.02.-04/51017 від 16.11.2015.

Науково-популярне видання

ISBN 978-617-7552-87-0 (паперове видання)
ISBN 978-617-7552-88-7 (електронне видання)

Усі права застережено. All rights reserved

© 2014 by Barbara Oakley
© ТОВ «НФ», виключна ліцензія на видання,
оригінал-макет, 2018

Закон інтуїції: щастя усміхається тим, хто пробує.

ПЕРЕДМОВА ТЕРРЕНСА СЕЙНОВСКІ

Ваш мозок наділений дивовижними можливостями, хоча, на жаль, не надає вам інструкції з їхнього використання. Таку інструкцію ви знайдете в цій книжці. Початківець ви чи експерт — ви відкриєте для себе нові вражаючі можливості вдосконалити свої знання й методи навчання, особливо в математиці й природничих науках.

Математик XIX століття Анрі Пуанкарے колись описав, як йому вдалося розв'язати складну математичну задачу, над якою він безуспішно працював кілька тижнів. Він узяв відпустку. Коли Пуанкарے заходив до автобуса десь на півдні Франції, розв'язання раптом спало йому на думку саме собою, вигулькнуло з тієї частини мозку, яка продовжувала працювати над задачею, поки він насолоджувався відпусткою. Він знов, що це розв'язання правильне, хоч й не розписував його на папері аж до повернення в Париж.

Як розтлумачує у своїй книжці Барбара Оклі, те, що відбулося з Пуанкарє, може стосуватися й вас. Дивовижно, що людський мозок спроможний працювати над завданням навіть тоді, коли ви спите й нічого не усвідомлюєте. Але мозок робитиме це, тільки якщо ви концентрувалися на певному завданні перед сном. Уранці раптова здогадка може сяйнути у вашій голові й підказати розв'язання. Свідомі зусилля й зосередження перед відпусткою або сном важливі для приведення мозку в стан активності — інакше він працюватиме над чимось іншим. Математика та природничі науки в цьому сенсі нічим не відрізняються від усього іншого: ваш мозок працюватиме над ними так само, як і над гуманітарними науками, якщо саме цим ви останнім часом займали свою свідомість.

У цій актуальній і захопливій праці ви знайдете також багато інших ідей і методик, як ефективно навчатися: книжка вбачає у навченні швидше цікаву пригоду, ніж важку працю. Ви побачите, як людина може сама себе дурити, ніби справді володіє знаннями. Ви знайдете тут способи втримувати увагу й розплановувати свої заняття. Ви

навчитеся виокремлювати найважливіші думки й утримувати їх у пам'яті. Опануйте описані тут прості й практичні методи — і ви зможете навчатися ефективніше, переживаючи менше розчарувань. Цей чудовий посібник збагатить не тільки ваше навчання, але й життя загалом.

Terrenс Сейновскі,

почесний професор Інституту біологічних досліджень імені Джонаса

Солка

ПЕРЕДМОВА ДЖЕФРІ КАРПІКЕ

Ця книжка може кардинально змінити ваші погляди на навчання. Вона розповість про *найпростіші, найефективніші й найпродуктивніші* навчальні методики, відомі дослідникам. І все це ви дізнаєтесь, отримуючи задоволення від читання.

Як не дивно, більшість людей під час навчання застосовують неефективні стратегії. Наприклад, у моїй лабораторії ми проводили спостереження за студентами коледжу, які засвоювали новий матеріал. Більшість удається до методу *кількаразового перечитування* — просто читають підручники чи конспекти багато разів. Ми, як і інші дослідники, виявили, що цей пасивний і поверховий метод часто дає мінімальний або нульовий ефект у навченні. Ми називаємо це «працею намарно» — студент докладає зусиль, але не отримує результату.

Ми вдаємося до пасивного перечитування не тому, що просто дурні чи ледачі. Ми стаємо жертвами когнітивної ілюзії. Коли перечитуємо матеріал знову і знову, він стає для нас знайомим, тобто наш розум легко його обробляє. Тоді ми починаємо думати: ця легкість свідчить про те, що ми добре засвоїли матеріал, хоча насправді це не так.

Ця книжка розповість вам про цю й інші ілюзії в навченні, дасть інструменти для спростування цих ілюзій. Пропоноване видання також розкаже вам про інші варті уваги методи (наприклад, пригадування), які можуть значно підвищити «коєфіцієнт корисної дії» того часу, який витратили на навчання. Це дуже практична та ґрунтовна книжка, яка допоможе вам зрозуміти, чому одні навчальні методи значно ефективніші за інші.

Ми на порозі великого прориву в знаннях про те, як навчатися ефективно. У світі нових ідей ця книжка стане для вас незамінним провідником.

Джефрі Карпіке, викладач психології в Університеті Пердью

СЛОВО ДО ЧИТАЧА

Люди, чия професія пов'язана з галузями математики й природничих наук, часто роками перебувають у пошуку ефективних методів навчання. Щойно хтось досягне цього — *о щастя!* — тепер обряд ініціації пройдений, можна долучитися до таємного товариства тих, хто практикує математику та природничі науки.

Я написала книжку, щоб викласти ці прості методи на папері й дати вам змогу одразу почати ними користуватися. У ваших руках тепер ті концепції, на пошуки яких можна витратити довгі роки.

Незалежно від рівня знань у математиці й природничих науках, ви можете змінити своє мислення й усе життя, якщо застосовуватимете ці методи. Якщо ви вже є експертом, цей погляд за лаштунки свідомості підкаже ідеї щодо того, як дати новий поштовх вашому вдосконаленню: певні методи, на перший погляд, навіть суперечать інтуїції (наприклад, самотестування), інші просто допомагають вам оптимально використати свій час під час виконання домашніх завдань. У вас виникають труднощі — тут ви знайдете структурований набір практичних методів, які допоможуть вам знову увійти в колію. Тим, хто хоче покращити знання в будь-якій сфері, ця книжка стане у пригоді.

Це посібник для старшокласників, які люблять мистецтво й англійську мову, але відчувають огиду до математики. Це книжка також для студентів коледжу, які успішно вивчають математику, природничі й інженерні науки або бізнес, але не проти додати до свого арсеналу нових інтелектуальних прийомів. Це видання для батьків, чиї діти не можуть дати собі раду з математикою або ж, навпаки, хочуть досягти в ній неймовірних успіхів. Це книжка також для виснаженого працівника «з дев'ятої до шостої», якому не вдалося пройти сертифікацію, або ж для продавчині в цілодобовому магазині, яка працює в нічну зміну та мріє стати медсестрою (чи навіть лікарем). Це посібник для щораз більшої кількості людей, які займаються

самоосвітою; для вчителів і викладачів — не тільки математики, природничих, інженерних чи технологічних дисциплін, а й тих, що працюють з освітніми програмами, психологією й бізнесом. Книжка буде цікавою навіть пенсіонерам, які нарешті мають час здобувати нові знання, наприклад, у комп’ютерних технологіях, або ж освоювати тонкощі вишуканої кухні. Це видання орієнтоване на читачів будь-якого віку, яким подобається вивчати щось нове.

Словом, це книжка для вас. Приємного читання!

Барбара Оклі, докторка наук, інженерка, учасниця ради Американського інституту медичної й біологічної інженерії, вице-президентка Товариства медично-біологічних інженерів Інституту електротехніки й електроніки

1. ВІДЧИНЯЄМО ДВЕРІ

Яка ймовірність того, що ви, відчинивши холодильник, застанете там зомбі за плетінням шкарпеток? Приблизно такою самою була ймовірність того, що вразлива й чутлива особа з лінгвістичним нахилом, як я, може стати викладачем інженерних наук.

Дитиною я *ненавиділа* математику і природничі науки. Вивчення математики і природничих наук у старших класах для мене скінчилося повним фіаско; я почала вивчати тригонометрію (курс «для заповнення прогалин») аж у 26 років.

У підлітковому віці мені здавався безглуздим навіть простий принцип відображення часу на циферблатах годинника. Чому саме мала стрілка має показувати години? Чому не велика, адже година значно важливіша, ніж хвилина? Що ж той годинник показує: десять хвилин по десятій чи першу п'ятдесят? Мене це постійно збивало з пантелику. Із телевізором було ще гірше, ніж із годинником. У ті часи без пульта дистанційного керування я навіть не знала, якою кнопкою телевізор умикається. Я могла тільки дивитися якесь шоу в товаристві брата чи сестри. Натомість вони вміли не тільки вмикати телевізор, а ще й перемикати на канал із тією програмою, яку ми хотіли дивитися. Просто чудово.

Споглядання власної технічної нетямущості та провальних оцінок із математики і природничих наук підводило мене до єдиного висновку — що я, напевно, не дуже розумна. Принаймні в цих науках. Тоді я цього не зауважила, але уявлення про себе як нездібну до техніки, природничих наук і математики формувало мое життя. Коренем усього цього була проблема з математикою. Я дійшла того, що почала думати про числа й рівняння як про щось схоже на смертельні хвороби — чого треба уникати будь-якою ціною. Тоді я не здогадувалася, що існують прості інтелектуальні прийоми, які могли би показати мені математику в іншому світлі, та що ці прийоми можуть допомогти не лише людям, які не тямлять у математиці, а

також і тим, хто успішно дає собі з нею раду. Я не усвідомлювала, що мій спосіб мислення є типовим для людей, переконаних у власній нездібності до математики та природничих наук.

Тепер я розумію, що суть моїх проблем полягала у двох кардинально різних способах сприйняття світу. На той час мені був відомий тільки один спосіб навчатися — і, як наслідок, я була глухою до музики чисел.

Ta математика, якої навчають в американській системі освіти, може комусь видаватися святою і безгрішною «матір'ю наук». Вона логічно й поважно починає з додавання, потім переходить до віднімання, множення й ділення. Згодом злітає до висот математичної досконалості.

© Barbara Oakley



Я в десятирічному віці з ягнятком
Ерлом. Я любила тварин,
читати і мріяти. Математики
і природничих наук у переліку
моїх уподобань не було.

Проте математика може бути і «злою мачухою». Вона нізаще не пробачить, якщо ви раптом пропустите яку-небудь ланку її логічного ланцюжка, — а таке цілком може статися. Для цього достатньо лише такої деталі, як труднощі у сімейному житті, втома вчителя або затяжна хвороба — навіть тиждень чи два відсутності протягом важливого періоду можуть вибити вас із колії.

Або ж, як у випадку зі мною, просто незацікавленість чи брак чітко виражених здібностей.

Коли я навчалася в сьомому класі, мою сім'ю спіткало нещастя. Батько втратив роботу після тяжкої травми. Я опинилася в сірій пересічній школі, де дивакуватий учитель математики примушував нас годинами знемагати від спеки й задухи, виконуючи одноманітні завдання з додавання і множення. Пан Дивак не обтяжував себе жодними поясненнями. Здавалося, що наші муки приносять йому насолоду.

У ті часи я не просто не вбачала в математиці жодної користі: я її відверто ненавиділа.

Мої успіхи у природничих науках тішили аж ніяк не більше. Під час первого хімічного експерименту вчитель спеціально дав нам із напарницею не ту речовину, що решті класу. Він потішався над нами, спостерігаючи, як ми хитрими комбінаціями намагалися отримати такий само результат, як у інших. Мої батьки зичили мені добра, тому під враженням моїх поганих оцінок переконували додатково звертатися до вчителів по допомогу, але я тільки утверджувалася у своєму переконанні: від математики і природничих наук так чи інакше жодної користі. Служителі культу Обов'язкової Навчальної Програми були змушені буквально силоміць запихати математику та природничі науки мені до горла. Мій спосіб перемагати в цій боротьбі полягав у категоричному небажанні розуміти те, чого мене вчать, і впертому провалюванні всіх тестів. Здолати таку стратегію їм не вдавалося.

Але в мене все ж були інші зацікавлення. Я любила історію, суспільні науки, культуру, а особливо мови. На щастя, оцінки із цих предметів утримували мої загальні бали на прийнятному рівні.

Одразу після школи я вступила на службу до армії, тому що військові зголосилися фінансувати мое вивчення ще однієї іноземної мови. Мені

так добре давалася російська (вибір саме цієї мови був моєю дивацькою забаганкою), що Корпус підготовки офіцерів запасу навіть скерував мене на здобуття спеціальної освіти. Я пішла здобувати ступінь бакалавра зі слов'янських мов і літератур до Вашингтонського університету й закінчила його з відзнакою. Моя російська лилася, як вода: вимова була настільки доброю, що мене часом помилково приймали за носія мови. Я присвячувала таким вправлянням багато часу, і що ліпше в мене виходило, то більше задоволення я від того отримувала. А отримуючи задоволення, я ще більше часу тому присвячувала. Успіх підживлював завзяття, яке, своєю чергою, давало ще більший успіх.

Але в найнеочікуваніший момент мене раптом взяли на службу до Корпусу зв'язку Армії США у званні другого лейтенанта. Від мене раптом зажадали, щоб я стала спеціалісткою з радіо, дротового зв'язку й телефонних систем. Який несподіваний поворот... Із вершини світу, де я була лінгвістичною експерткою й володаркою своєї долі, мене раптом кинули в новий технологічний простір, де я стала слабкою й безпомічною.

Мамо рідна!

Мені довелося записатися на курс електроніки з математичним нахилом (який я завершила з найгіршим результатом у групі), а потім я вирушила до Західної Німеччини, де стала нещасним командиром зводу зв'язку. Я бачила, що технічно підкутих офіцерів і контрактників цінують. Вони розв'язували проблеми найвищої складності, їхня праця допомагала всім іншим успішно виконувати завдання.

Під час роздумів про поступ у моїй кар'єрі я усвідомила, що йду за власними внутрішніми пристрастями й навіть не намагаюся розвивати в собі нові вміння. Проаналізувавши свою поведінку, я дійшла висновку: якщо залишуся в армії, мій низький технічний рівень завжди триматиме мене на другорядних ролях.

З іншого боку, якби я звільнилася з військової служби, що тоді робила б, маючи ступінь бакалавра зі слов'янських мов і літератур? Завдань для лінгвістів зі знанням російської не так уже й багато. Урешті-решт мені довелося б боротися за малокваліфіковані посади рівня секретарки з мільйонами інших, які теж мають схожі дипломи бакалавра. Мудрі люди порадили б мені досягти визначних результатів

як у навченні, так і на службі, а потім знайти хорошу роботу, тільки ж ті мудрі люди не усвідомлюють, яким нещадним інколи буває ринок праці.

На щастя, був ще один вихід, трохи нестандартний. Однією з важливих переваг моєї служби був закон, що гарантував пільги для військовослужбовців і кошти, які я могла використати на власну освіту. А чому б не витратити ці кошти на те, щоб зробити неймовірне — спробувати перевчитися? Чи зможу я перебудувати свій мозок так, щоб замість ненавидіти математику почати її любити? Із техноФоба стати технократом?

Я ніколи не чула, щоб хтось робив щось схоже, тим більше через якісь фобії, подібні до моєї. Напевно ніщо не могло бути настільки чужим моїй особистості, як опанування математики і природничих наук. Проте колеги по службі показали мені конкретні переваги такого рішення.

Це стало для мене викликом — викликом, якому неможливо було опиратися.

Я вирішила перевчити свій мозок.

Легко не було. Перші семестри були сповнені розчарувань і тривоги. Я почувалася так, наче мені зав'язали очі. Більшість молодших за мене студентів навколо ніби мали вроджену здатність бачити розв'язання, поки я товкалася головою в стіну.

Але із часом я почала втягуватися. Як виявилося, моя проблема частково полягала в докладанні зусиль не там, де треба, — щось на зразок спроби підняти дошку, на якій сам стоїш. Я почала опановувати маленькі хитрощі не тільки щодо того, як саме потрібно вчитися, а й також коли варто зупинитися. Я зрозуміла, що засвоєння певних спеціальних методик може бути суттєвою допомогою. Ще я навчилася не хапати забагато одразу, давати собі час на опанування чогось, хай навіть мої одногрупники здобудуть диплом швидше, бо проходять за семестр більше курсів.

Відповідно до того як я *вчилася вчити* математику та природничі науки, життя поволі налагоджувалося. Це було як і з іноземною мовою: що ліпше виходило, то більше я отримувала задоволення від того, чим займаюся. Колишня «королева провалів» у математиці здобула ступінь бакалавра з електротехніки, потім ступінь магістра з електротехніки й

комп'ютерної техніки. Вершиною був докторський ступінь з інженерних наук із великим обсягом підготовки, що охоплював термодинаміку, електромагнетизм, акустику й фізичну хімію. Що вище я підіймалася, то кращими ставали мої результати. На час підготовки до докторату я просто сипала оцінками «відмінно» (ну, може не тільки «відмінно», траплялися й оцінки «добре», але напрямок руху простежувався чітко).

Згодом мене як викладача інженерних наук почали цікавити процеси, що відбуваються всередині мозку. Одним із джерел моого зацікавлення, звісно, було те, що саме інженерія є основою медичних досліджень, які дають нам уявлення про функціонування мозку. Тепер я глибше розумію, як і чому мені вдалося змінити власний мозок. Я також бачу, як можу допомогти *вам* навчатися ефективніше, без розчарувань і зусиль, які довелося пережити мені¹. Як дослідниця, чия робота охоплює інженерні, соціальні й гуманітарні науки, я також усвідомлюю, що креативність неодмінно є підґрунтам не тільки мистецтва й літератури, а й так само математики та природничих наук.

Якщо ви (поки що) не вважаєте себе здібним до математики, для вас, можливо, несподіванкою буде дізнатися, що **мозок** створений **для виконання складних розумових операцій**. Ми їх виконуємо щоразу, коли ловимо м'яч, рухаємо своїм тілом у ритмі пісні чи об'їжджаємо яму на дорозі. Ми часто робимо складні обчислення, несвідомо розв'язуємо складні рівняння, не розуміючи, що знаємо розв'язання ще на шляху до нього². Насправді ми всі маємо природні чуття та здібності до математики і природничих наук. Залишається тільки дати собі раду з іноземними мовами й культурою.

Пишучи цю книжку, я контактувала із сотнями найкращих викладачів математики, фізики, хімії, біології, інженерних наук, а також педагогіки, психології, нейробіології й спеціальних дисциплін — як, наприклад, бізнес чи медичні науки — із різних вищих навчальних закладів світу. Мене неймовірно здивувало те, як часто ці експерти світового класу користувалися описаними в пропонованій книжці засобами, коли самі вивчали власні дисципліни. Вони також заохочували студентів застосовувати ці методи (але, оскільки такі прийоми часом видаються неінтуїтивними й навіть нераціональними, викладачам бувало складно донести до студентів їхню просту суть).

Над деякими із цих методів учитися й навчати посередні викладачі посміються, тому видатні професори інколи відкривали мені свої педагогічні секрети з певним збентеженням, не знаючи, що багато інших висококласних педагогів застосовують схожі підходи. Читаючи ці варти осмислення думки, описані в одному джерелі, ви можете легко освоїти й застосовувати дієви методики, підібрані почасти з практики найкращих педагогів. Ці методики особливо допоможуть вам навчатися ґрунтовніше й ефективніше в умовах обмеженого часу. Ви також натрапите на думки студентів та учнів — людей, які думають про щось схоже на ваше (чи відчувають щось на зразок цього).

Пам'ятайте: ця книжка призначена як для ненависників математики, так і для її фанів. Праця має полегшити вам опанування математики та природничих наук незалежно від того, які ви дотепер отримували оцінки із цих предметів, а також незалежно від ваших уявлень про власні здібності в цій царині. Мета книжки — розкрити процеси мислення, щоб ви зрозуміли, як саме ваш мозок навчається. А ще — як мозок інколи дурить і переконує, що ви вчитеся, коли насправді цього не робите. Книжка також містить чимало вправ для тренування пізнавальної спроможності мозку, які ви можете застосувати безпосередньо до свого навчання. **Якщо ви вже успішні в математиці та природничих науках, предмет дослідження цієї книжки може допомогти вам стати ще кращими.** Ці поради можуть додати вам ентузіазму, креативності й математичної елегантності.

Якщо ви переконані, що цілком безпорадні в математиці та природничих науках, ця книжка може змінити ваші уявлення. Можливо, повірити в це важко, але надія завжди є. Якщо ви прислухаєтесь до цих конкретних порад, які ґрунтуються на базових процесах здобування знань, то з подивом помітите зміни в собі, зміни, що дають можливість розквітнути новим захопленням.

Те, про що ви прочитаєте, допоможе розвинути власну ефективність і творчу енергію — не тільки в математиці й природничих науках, а й майже у всьому, чим ви займаєтесь.

Тож починаймо!

¹ Рекомендую вчителям книжку «Змінити напрямок» (Redirect) викладача психології Тімоті Вілсона, яка наголошує на важливості історій успіху (Wilson 2011). Допомогти студентам змінити внутрішню установку — основна мета цієї книжки. Один із найкращих текстів щодо важливості змін і росту на рівні свідомості належить Керол Двек (Dweck 2006).

² Sklar et al. 2012; Root-Bernstein and Root-Bernstein 1999, розділ 1.

2. ГЕНІАЛЬНІСТЬ У ПРОСТОТІ

Чому зависока планка може бути причиною невдач

Якщо ви хочете зрозуміти деякі найважливіші секрети вивчення математики і природничих наук, уявіть собі таку ситуацію.

Праворуч — легендарний чемпіон світу із шахів Гаррі Каспаров. Ліворуч — тринадцятирічний Магнус Карлсен. Карлсен саме відійшов від дошки під час партії у «швидкі шахи», де на обдумування ходів і стратегії дается мало часу. Щось на зразок спонтанної забаганки канатохідця зробити кілька кроків назад під час переходу над Ніагарським водоспадом.

Очевидно, що Карлсен намагався вплинути на психіку свого суперника. Замість того щоб стерти в порох молодого початківця, збентежений Каспаров зіграв у нічию. Але в діях Карлсена, який блискуче йшов своїм шляхом наймолодшого в історії шахіста світового рівня, було щось значно більше, ніж просто психологічна дуель із суперником. Погляд угори підхіду Карлсена може допомогти нам зрозуміти, у який спосіб мозок опановує математику та природничі науки. Перш ніж перейти до психологічного впливу Карлсена на Каспарова, обговоримо кілька важливих тез щодо того, у який спосіб людина мислить (але обіцяю, що до Карлсена ми ще повернемося).

У цьому розділі ми торкнемося деяких головних тем цієї книжки, тому не дивуйтесь, якщо вам доведеться трохи перемикатися в мисленні. Здатність змінювати режими мислення (тобто спочатку формувати загальне уявлення про предмет вивчення, а потім переходити до глибшого розуміння) є однією з головних ідей цієї книжки.



© CBS News

Тринадцятирічний Магнус Карлсен (ліворуч) і легендарний шаховий геній Гаррі Каспаров за партією «швидких шахів» під час турніру Reykjavík Rapid, 2004. Шок Каспарова починає бути помітним.

ВАША СПРОБА!

Розігриваємо двигун мозку

Перш ніж розпочати читання якого-небудь розділу книжки з математики чи природничих наук, корисно наперед «подивитися малюнки», водночас переглядаючи не тільки графіки, схеми й ілюстрації, а також підзаголовки, підсумки, навіть питання для самоконтролю в кінці розділу, якщо вони є. На перший погляд, це суперечить логіці, адже ви ще не читали сам розділ. Але насправді це допоможе розігріти двигун вашого мозку. Що ж, тепер перегляньте цей розділ, який читаєте, і питання в кінці.

Ви не повірите: хвилина-дві «заглядання наперед», перш ніж узятися за детальне прочитання, дуже допомагає впорядкувати думки. Ви ніби створюєте «нейронні гачки», за які потім чіплятиметься ваше мислення, щоб легше схопити само сутність.

МИСЛЕННЯ СФОКУСОВАНЕ Й РОЗПОРОШЕНЕ

Від початку ХХІ століття нейробіологи зробили значний поступ у розумінні двох різних типів систем, між якими перемикається мозок: *стану високої концентрації* й більш розслабленого *стану спокою*³. *Процеси мислення, що відповідають цим двом типам систем, ми називатимемо сфокусованим (зосередженим) і розпорощеним (розсіяним) мисленням* — ці режими надзвичайно важливі для навчання⁴. Скидається на те, що у щоденному житті ми часто перемикаємося з одного режиму на інший. Ми перебуваємо або в першому, або в другому — не в обох одночасно. У розпорощеному режимі мозок вочевидь здатний тихо й непомітно працювати над чимось, що наразі не перебуває у фокусі вашої уваги⁵. Часом бувають короткочасні спонтанні переходи в розпорощений режим.

Сфокусований режим мислення потрібен для опанування математики та природничих наук. Він передбачає безпосереднє розв'язання завдань із застосуванням раціональних, послідовних, аналітичних підходів. Зосереджений режим пов'язаний із концентраційною здатністю передньої частини кори головного мозку, що розташована за нашим чолом⁶. Зосередьте на чомусь увагу і — бам! — увімкнувся сфокусований режим, ніби тонкий промінь світла, що проникає далеко вглиб.



Префронтальна кора головного мозку розташована одразу за нашим чолом.

Але й розпорощений режим мислення так само потрібний для вивчення математики і природничих наук. Він допомагає несподівано побачити стару проблему в новій перспективі, бо побудований на «широкому масштабі». Розпорощений режим мислення вмикається, коли ми розслабляємо увагу й дозволяємо думкам політати в небесах. Це розслаблення дає різним ділянкам мозку змогу зачепитися за корисні ідеї й витягнути їх на поверхню. На відміну від сфокусованого, розсіяний режим мислення, як виглядає, менш пов'язаний з якоюсь

конкретною ділянкою мозку: можна вважати, що мислення справді «розорошене» на цілий мозок⁷. У розорошенному режимі ідеї часто висновуються з попередніх роздумів, які здійснювалися «зосереджено». (Розсіяне мислення потребує «глини», щоб із неї ліпiti «цеглинки»).

Навчання — це складний процес нейронних переходів як між різними ділянками мозку, так і поміж його півкулями⁸. Тобто мислення і навчання є складнішими процесами, ніж просто перемикання між сфокусованим і розорошеним режимами. Але, на щастя, ми не мусимо заглиблюватися у фізіологічні механізми. Подивимося на це дещо по-іншому.

СФОКУСОВАНЕ МИСЛЕННЯ: ТІСНЕ ПОЛЕ ГРИ У ПІНБОЛ



© 2014 Kevin Mendez

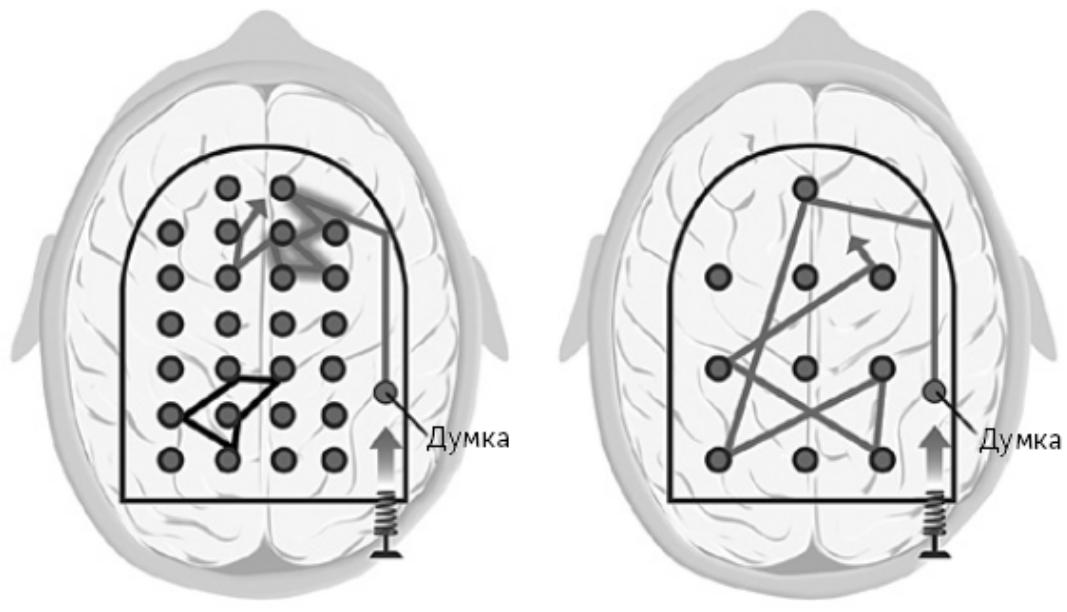
Цей радісний зомбі
грає в нейронний
пінбол.

Щоб зрозуміти процеси зосередженого і розпорошеного мислення, зіграймо у пінбол. (Метафори є потужним інструментом у вивченні математики й природничих наук). У цій старій грі ми натягуємо й відпускаємо пружинний спусковий механізм, пружина виштовхує кульку, яка потім хаотично відбивається від круглих гумових перешкод.

Погляньте на ілюстрацію. Коли ми зосереджуємо увагу на якомусь завданні, наш мозок натягує спусковий механізм і вкладає до нього думку. Бам! — пристрій вистрілює думку, і вона літає в різні боки, як у пінболі на малюнку праворуч. Це — *сфокусований* режим мислення.

Зверніть увагу на те, як близько одна до одної розташовані «гумові бочечки» — круглі перешкоди — у зосередженному режимі (дивіться малюнок далі). Натомість у розпорошенному режимі праворуч «бочечки» стоять не так густо. (Розвиваючи це порівняння далі, ми вважатимемо кожну «гумову бочечку» нейронним вузлом).

© 2014 Kevin Mendez



У пінболі кулька, що в нашому варіанті символізує думку, вилітає з пружинного спускового пристрою й хаотично відбивається від круглих гумових перешкод. Ці два пінбольні автомати — асоціація зі **сфокусованим** (ліворуч) і **розпорошеним** (праворуч) способами мислення. Зосереджене мислення передбачає цілковиту увагу на конкретному завданні чи певній концепції. Проте мислячи «сфокусовано», ми можемо з усіх сил концентруватися на розв'язанні за допомогою хибних ідей, що перебувають «в іншому місці» мозку, ніж ідеї, які справді допоможуть нам це завдання вирішити.

Для прикладу, погляньте на ліву частину ілюстрації, зокрема на шлях кульки зверху. Ця схема відносно віддалена від схеми мислення в нижній частині того самого мозку й ніяк з нею не пов'язана. Видно, як фрагмент думки у верхній частині рухається ніби по утрамбованій колії: це тому, що ми раніше обдумували щось схоже в такий само спосіб. У нижній частині видно нову думку, яка не йде за цією стандартною схемою.

Розпорощений режим мислення, як на правій частині ілюстрації, часто допомагає побачити ширшу перспективу. Цей спосіб мислення корисний під час вивчення чогось нового. Як добре видно, розсіаний режим не дає змоги цілком і повністю зосередитися на завданні, проте може допомогти близче підійти до розв'язання завдяки більшій пройденій відстані перед ударом об наступну перешкоду.

Висока густота «бочечок» у зосередженому режимі означає, що так легше обдумувати якусь конкретну думку. Загалом сфокусований режим використовується для концентрації на чомусь, що вже міцно вкорінене в нашому мозку, часто завдяки обізнаності з базовими концепціями. Якщо докладніше придивитися до верхньої частини схеми зосередженого мислення, видно товщу лінію. Вона показує, як «сфокусована» думка біжить тим шляхом, який уже було випробувано раніше. Наприклад, у сфокусованому режимі можна множити числа (якщо ви вже загалом вмієте множити). Вивчаючи іноземні мови, ви можете скористатися зосередженим мисленням, коли вправлятиметеся у відмінюванні іспанських дієслів, якщо саму граматику вже опанували. Якщо ви займаєтесь плаванням, можете застосовувати цей метод для аналізу дихання під час тренування руху в зануреному стані.

Коли ми на чомусь концентруємося, префронтальна кора головного мозку активізується й надсилає сигнали в нейронні мережі. Ці сигнали зв'язують різні частини мозку залежно від змісту наших думок. Такий процес нагадує восьминога, що розпускає щупальця навколо себе й намацує все, до чого дістане. Восьминіг має обмежену кількість щупальць, так само й наша оперативна пам'ять може одночасно утримувати обмежену кількість речей. (Про оперативну пам'ять ми ще поговоримо згодом).

Часто вперше мозок сприймає задачу на словах — ми читаємо умову в підручнику або в конспекті лекції. Наш мозковий «восьминіг» умикає сфокусований режим мислення. Зосереджуючись на задачі, ми думаємо сконцентровано, використовуючи «бочечки», розташовані близько одна до одної; ми йдемо знайомими нейронними стежками, спираючись на те, що нам уже відоме чи принаймні знайоме. Наші

думки легко пробігають упізнаваними лабіrintами та швидко знаходять розв'язок. Проте в математиці й природничих науках дещо інший погляд на задачу часто суттєво її змінює. Через це розв'язування ускладнюється.

ЧОМУ МАТЕМАТИКА ТА ПРИРОДНИЧІ НАУКИ МОЖУТЬ БУТИ СКЛАДНИМИ

«Сфокусоване» розв'язування задач у математиці й природничих науках часто вимагає більших зусиль, ніж те саме в лінгвістичних і суспільних науках⁹. Можливо, причина в тому, що протягом тисячоліть не змінилися способи оперування математичними ідеями, які часто є більш абстрактними й закодованими, ніж, наприклад, у лінгвістиці¹⁰. Абстрактність і закодованість додають ще один рівень складності — якщо не одразу кілька.

Що я розумію під поняттям *абстрактності*? Можна показати пальцем на справжню корову, яка жує траву на пасовиську, й описати її на папері за допомогою літер: *к-о-р-о-в-а*. Але ж не можна в реальному житті показати пальцем на якийсь знак *плюс*, що позначається на папері символом «+», адже сутність цього знака *абстрактніша*.

Під *закодованістю* я маю на увазі явище, коли той самий символ може вказувати на кілька різних операцій або логічних схем — як, наприклад, знак множення означає кількаразове додавання. В аналогії з пінболом це ніби математична абстрактність і закодованість робить «гумові бочечки» м'якшими: потрібне певне тренування, щоб «бочечки» затверділи, а кулька відстрибала правильно. Тому сповільнювати темп навчання важливо у вивченні кожної дисципліни, а особливо — у математиці та природничих науках. Про це ми ще поговоримо згодом.

Із цими труднощами пов'язане ще одне ускладнення. Його називають **айнштейнг-ефектом, або ефектом установки** (назва походить від німецького *einstellung* — «установка, налаштування», що можна розуміти як вибір шляху мислення, зумовлений уже наявними поглядами на певне явище).

Цей феномен спричиняє те, що вже присутні в нашому мозку думки (чи наша стандартна розумова реакція) перешкоджають виникненню

кращої ідеї щодо розв'язання завдання¹¹. Ми це бачили на ілюстрації зі «сфокусованим» пінболом, де початкова думка полетіла до верхньої частини мозку, хоча потрібна для розв'язання логічна схема була внизу.

У науково-технічній сфері зійти на цей хибний шлях дуже легко, бо початкова інтуїція часто неправильно оцінює те, що відбувається. Доводиться не тільки вивчати нові логічні схеми, а й одночасно видаляти з пам'яті старі, які є помилковими¹².

Ефект установки часто стає каменем спотикання для студентів. І річ не тільки в тому, що природну інтуїцію часом доводиться перевчати: буває важко навіть зрозуміти, із чого почати, скажімо, розв'язування задачі з домашнього завдання. Думки ширяють у різні боки, але далеко від правильного результату, бо густо наставлені «бочечки» не дають їм стрибнути далі, в інші зони мозку, де може бути правильний розв'язок.

Саме тому одна з найсуттєвіших помилок студентів у вивченні математики та природничих наук — це стрибати у воду, перш ніж навчитися плавати¹³. Інакше кажучи, такі студенти одразу починають працювати над домашніми завданнями, не читаючи підручника, не відвідуючи лекцій, не переглядаючи відеолекцій чи не консультууючись з обізнаними людьми. Це пряма дорога до провалу. Те саме, що навмання вистрілювати думку в пінбольному автоматі «сфокусованого» типу, не переймаючись тим, де саме лежить ключ до розгадки.

Розуміння того, як саме отримувати *правильні* результати, важливе не лише в розв'язуванні математичних задач, але й у житті загалом. Наприклад, невеличка розвідка, самоусвідомлення або навіть власне дослідження допоможуть не втратити марно гроші — чи навіть здоров'я — через товари із псевдонауковим іміджем¹⁴. А елементарні знання з математики можуть зарадити невиплатам за іпотечним кредитом — ситуації, яка стає надзвичайно сильним ударом у масштабі цілого життя¹⁵.

РОЗПОРОШЕНЕ МИСЛЕННЯ — «РОЗРІДЖЕНИЙ» ПІНБОЛ

Повернімось на кілька сторінок назад, до ілюстрації з мозком у розпорощеному режимі мислення, у якому відстані між «гумовими

бочечками» значно більші. Такий спосіб мислення допомагає мозкові бачити світ у значно ширшій перспективі. Сполучення перебувають на значній відстані один від одного — ви можете перестрибувати від однієї думки до іншої, навіть якщо вона розташовується дуже далеко. (Звісно, у такому режимі важче обмірковувати конкретні й складні думки).

Коли ми освоюємо новий матеріал чи намагаємося розв'язати задачу нового типу, то ще не маємо нейронних схем, які скеровують мислення у відповідному напрямку, — відсутні готові стежки. Можливо, думкам доведеться політати на великі відстані, щоб наблизитися до розв'язання. Для таких випадків розпорощений режим пасує як найкраще!

Ще одна асоціація, яка допоможе розрізнати зосереджений і розсіаний режими мислення, — ліхтарик. Світло ліхтарика можна налаштовувати так, щоб вузько сфокусований промінь сягав далеко та яскраво освітлював обмежену площину. Або ж можна зробити так, щоб світло було розсіяне на більшу площину, але жодна ділянка не була яскраво освітлена.

Якщо ви хочете зрозуміти чи вивести математично щось нове для себе, найкраще вимкнути точне сфокусоване мислення й увімкнути «панорамний» розпорощений режим на час, достатній для знаходження нового, продуктивнішого підходу. Як ми побачимо, розсіаний режим ніби «сам собі мозок»: його не можна просто взяти й увімкнути. Але невдовзі ми поговоримо про деякі прийоми, що допомагають переходити від одного режиму до іншого.

Неінтуїтивна креативність

Коли я дізнався про розпорощений режим мислення, почав помічати його в щоденному житті. Наприклад, зауважив, що найкращі гітарні рифи мені вдавалися саме тоді, коли я «просто забавлявся». Коли ж сідав за інструмент, щоб «створити шедевр», музика часто виходила шаблонною й нецікавою. Те саме відбувалося, коли я дописував для шкільної газети, думав над ідеями для шкільних проектів чи намагався розв'язати складну математичну задачу. Тепер я дотримуюся такого правила: що більше напружуєш мозок, щоб видати креативну ідею, то менш креативною

вона вийде. Наразі я не пригадую ситуацій, де цей принцип не діяв би. Це означає, що розслаблення є важливим складником тяжкої й передусім продуктивної праці.

Шон Васселл, першокурсник, комп'ютерна техніка

ЧОМУ РЕЖИМІВ МИСЛЕННЯ Є ДВА?

То чому ж ми мислимо в таких двох режимах? Відповідь може критися у двох базових проблемах, які мусили вирішувати хребетні організми, щоб вижити й передати свої гени потомству. Скажімо, пташка має вміти фокусуватися, щоб вишукувати на землі дрібні зернятка, але одночасно вона мусить сканувати простір навколо себе, щоби вчасно помітити хижака — яструба, наприклад. Який найкращий спосіб упоратися із цими двома такими різними завданнями? Певна річ, розділити їх.

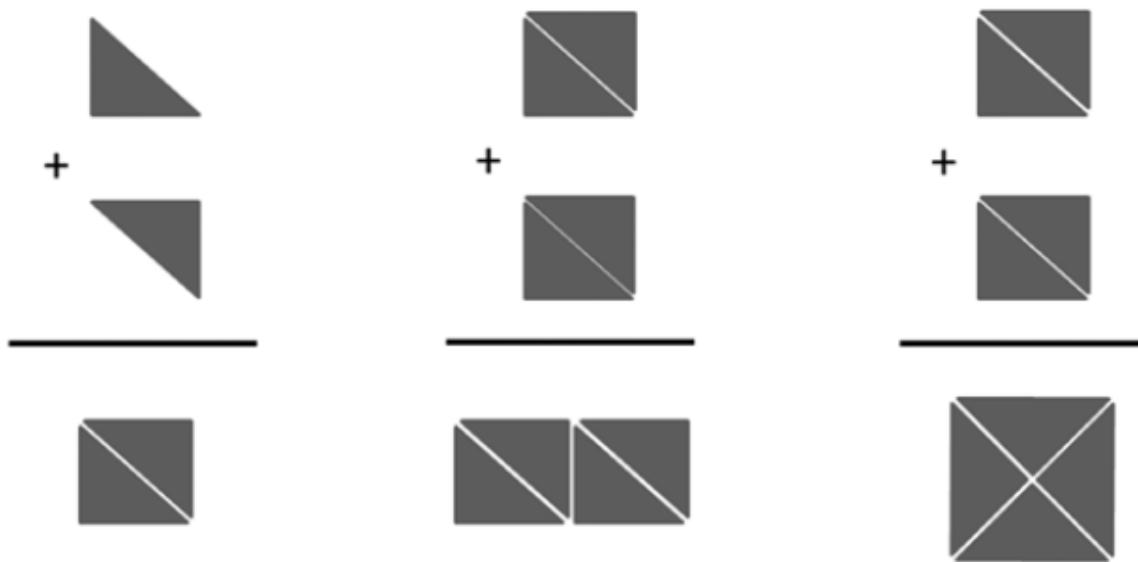
Можна пристосувати одну півкулю мозку до концентрації уваги з метою пошуку їжі, а другу — до виявлення небезпеки через сканування простору навколо себе. Якщо кожна півкуля налаштована на певний тип сприйняття, це може дати додаткові шанси на виживання¹⁶. Поспостерігайте за пташками: вони спочатку дзьобають їжу, а потім зупиняються, щоб оглянутися довкола — ніби перемикаються між сфокусованим і розпорощеним режимами мислення.

У людей ми бачимо схожий поділ функцій мозку. Ліва півкуля призначена більше для свідомої концентрації уваги. Вона, імовірно, «спеціалізується» на обробці послідовної інформації й на логічному мисленні: після першого кроку йде другий і так далі. Права півкуля видається придатнішою до сканування простору і взаємодії з іншими людьми, а також до обробки емоцій¹⁷. Вона також пов'язана із широкомасштабними, узагальненими процесами мислення¹⁸. Ця різниця між півкулями дає нам певне уявлення, звідки могли розвинутися такі два режими мислення.

Але будьте обережними з припущеннями, буцімто в певних людей домінує ліва півкуля, а в інших — права: дослідження показують, що це не так¹⁹. Навпаки: *обидві* півкулі задіяні як у сфокусованому, так і в розпорощеному мисленні. **Щоб оволодівати знаннями й бути креативними в математиці й природничих науках, потрібно**

розвивати й використовувати як зосереджений, так і розсіяний режими²⁰.

Для нас усе виглядає очевидним: щоб розв'язати складну задачу, треба зосередитися й докласти сфокусованих мозкових зусиль (адже нас так учили у школі!). І тут починається найцікавіше: розпорошений режим мислення теж часто є важливим засобом для розв'язування завдань, особливо складних. *Але свідомо концентруючи увагу на завданні, ми блокуємо розпорошений режим.*



© Barbara Oakley, image courtesy of the author, based on an original image idea by de Bono 1970, p. 53

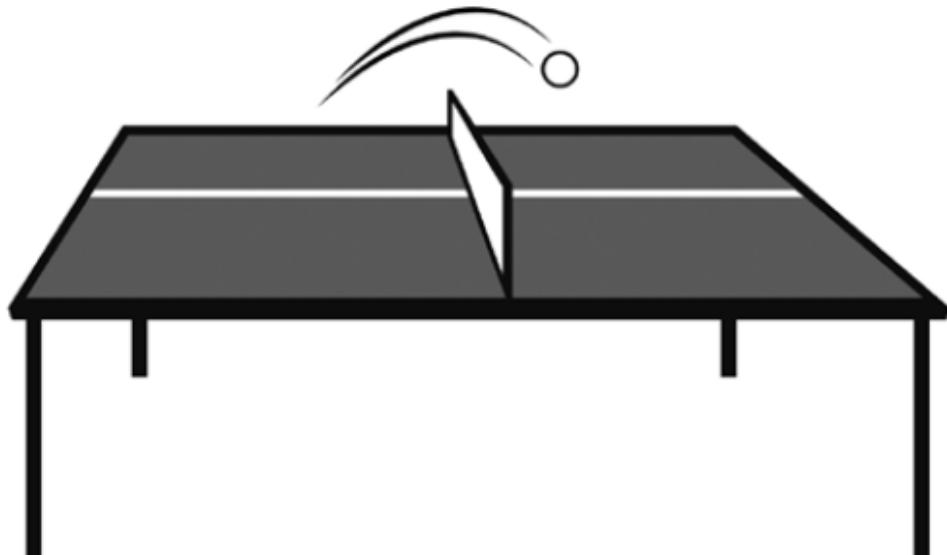
Цей простий приклад пояснює різницю між сфокусованим і розпорошеним режимами мислення. Якщо маємо два трикутники, із яких треба скласти квадрат, це легко зробити як на малюнку ліворуч. Якщо нам дають ще два трикутники й кажуть скласти квадрат з усіх чотирьох, перша наша (помилкова) думка — скласти два квадрати поруч, як на малюнку посередині. Це тому, що мозок уже виробив логічну схему «зосередженого» типу та схильний її наслідувати. Тепер потрібен інтуїтивний, «розпорошений» стрибок думки для усвідомлення, що для складання квадрата потрібно повністю перегрупувати трикутники, як на малюнку праворуч²¹.

Використовуйте незнання!

Незнання — цілком природний складник навчального процесу. Коли студенти беруться до завдання й не знають, як його розв'язати, вони часто починають вважати себе погано підготовленими в цій темі. Зокрема такі труднощі можуть спіткати

успішних студентів, бо навчання не дає їм підстав вважати, що чогось не знати — це нормально й навіть корисно. Адже навчальний процес, власне, і є тією роботою, яка виводить вас із незнання. Правильно сформулювати запитання — це вже 80 % перемоги. Якщо вам вдалося ясно окреслити, чого саме не знаєте, ви вже майже відповіли на своє питання!

Кеннет Леопольд, викладач хімічного факультету Міннесотського університету



© 2014 Kevin Mendez

У настільному тенісі виграти можна тільки тоді, якщо кулька стрибає праворуч-ліворуч.

Можна зробити висновок, що в кожній науці розв'язування задач часто вимагає перекидання між двома базовими режимами мислення. В одному з них інформація обробляється й передається до іншого. Це перекидання інформації туди-сюди під час роботи мозку завжди потрібне для розуміння понять і розв'язування завдань, які не є тривіальними²². Описані тут ідеї дуже корисні для розуміння процесу вивчення математики й природничих наук. Хоча, як ви вже напевно помітили, вони так само корисні в багатьох інших сферах — лінгвістиці, музичі, написанні текстів.

ВАША СПРОБА!

Перемикання між режимами

Пропоную вам логічне завдання, яке допоможе відчути перемикання зі сфокусованого режиму мислення на розпорошений. Спробуйте

скласти новий трикутник, який би показував донизу, перемістивши тільки три монети.



© Barbara Oakley

Якщо ви розслабите мозок, «відпустите» увагу, ні на чому конкретному не концентруючись, імовірно, розв'язання саме спаде вам на думку.

Також варто знати, що деякі діти виконують це завдання миттєво, натомість дехто з високоосвічених професорів із ним не впорався. Щоб розв'язати цю задачу, треба викликати свою «внутрішню дитину». Відповіді до цього й інших завдань рубрики “Ваша спроба!” можна знайти в примітках у кінці книжки²³.

ВІДКЛАДАННЯ НА ПОТИМ, АБО ПРОКРАСТИНАЦІЯ

Багато людей борються із власним відкладанням на потім, тобто втіканням від навчання. У цій книжці ми ще багато поговоримо про прокрастинацію та способи боротьби з нею. Наразі запам'ятаймо собі, якщо ми часто відволікаємося, то в нас залишається час тільки на поверхове навчання у сфокусованому режимі. Крім того, підвищується рівень стресу від усвідомлення того, скільки ще треба зробити, а це, як відомо, спричинює появу певних неприємних відчуттів. Унаслідок цього нейронні логічні схеми виходять нечіткі й роздрібнені, потім швидко забиваються, і це залишає нас із хитким фундаментом. Зокрема в математиці й природничих науках таке явище може спричинити серйозні проблеми. Якщо ви готуєтесь до екзамену в останні хвилини, якщо виконуєте домашні завдання, лише швидко перебігаючи по них очима, то не даете власному мисленню за допомогою двох режимів допомогти вам виробити кращі концепції й синтезувати логічні взаємозв'язки щодо предмета вивчення.

ВАША СПРОБА!

Зосереджуємося коротко, але інтенсивно

Якщо ви часто ловите себе на відкладанні на потім (що нерідко трапляється), ось вам порада. Вимкніть мобільний телефон, приберіть усі звуки й візуальні подразники (інтернет наприклад), які можуть вас відволікати. Потім установіть таймер на 25 хвилин, протягом яких попрацюйте, сконцентрувавшись на якомусь завданні. Не ставте собі за мету обов'язково виконати завдання: зосередьтеся на самій роботі над ним. Коли час мине, винагородіть себе гортанням інтернет-сторінок, перегляданням сповіщень на телефоні чи чого вам ще захочеться. Ця винагорода так само важлива, як і сама праця. Ви здивуєтесь, наскільки продуктивним може бути такий 25-хвилинний інтенсив — особливо якщо концентруватися на самій праці, а не на її завершенні. (Про цю техніку, відому як «метод помідора», детальніше порозмовляємо в розділі 6).

Якщо хочете застосувати просунутішу версію техніки, уявіть собі, що в кінці дня ви розмірковуєте над найважливішим завданням цього дня, яке вам удалося завершити. Яке то могло би бути завдання? Запишіть його. Потім попрацюйте над ним. Спробуйте

заповнити принаймні три такі нинішні 25-хвилинки тим, що вважаєте найважливішим завданням на сьогодні.

Наприкінці дня перегляньте перелік зробленого і посмакуйте відчуттям перемоги. Потім запишіть кілька найважливіших питань, над якими хочете попрацювати наступного дня. Така завчасна підготовка допоможе вашому мозкові в розорошеному режимі почати роздуми до того, як ви працюватимете над тими завданнями завтра.

Підсумовуємо прочитане

- Наш мозок використовує два дуже різні режими мислення: сфокусований і розорошений. Виглядає на те, що ми постійно перемикаємося між цими двома станами, застосовуючи той чи інший.
- Цілком природними є труднощі під час перших спроб осягнути нову тему чи розв'язати завдання нового типу.
- Щоб опрацювати нові теми чи виконувати нові види завдань, потрібно не лише зосереджуватися на них, але й уміти періодично вимикати фокусування на предметі вивчення й *розсіювати* нашу увагу.
- *Ефектом установки* називають явище, коли ми наштовхуємося на бар'єри в розв'язуванні завдання чи розумінні нової теми через зациклення на стандартних підходах. Звільнитися від цього може допомогти перемикання мислення зі сфокусованого режиму на розорошений. Пам'ятайте про потребу інколи мислити гнучкіше, переходити від одного режиму до іншого. Традиційні методи розв'язування завдань часом можуть бути дуже непродуктивними.

Робимо паузу та пригадуємо

Закрийте книжку й відведіть від неї погляд. Які були основні ідеї цього розділу? Не переймайтесь, якщо за перших спроб не вдасться пригадати аж дуже багато. Якщо ви продовжите практикувати таке підсумування, невдовзі помітите зміни в тому, як читаєте та скільки потім спроможні пригадати.

Закріплюємо знання

1. Як можна визначити, що ви перебуваєте в розорошеному режимі мислення? Які відчуття ви маєте в такому стані?

2. Якщо ви свідомо обдумуєте якесь завдання, який режим мислення тоді активний, а який заблокований? Як можна боротися з таким блокуванням?
3. Пригадайте ситуацію з вашого життя, в якій ви зіткнулися з *ефектом установки*. Як вам тоді вдалося змінити хід вашого мислення й вийти за межі звичних, але помилкових логічних схем?
4. Поясніть, як сфокусований і розорошений режими мислення можна порівняти з налаштуванням розсіювання світла в ліхтарiku? Яке налаштування допомагає світити на далеку відстань? Коли ліхтарик світить ширше, але вже не так далеко?
5. Чому відкладання на потім може бути нелегким випробуванням для студентів математики і природничих наук?

Як вийти із глухого кута: думки Наді Нуї-Мєгіді, студентки-старшокурсниці ЕКОНОМІЧНОГО ФАКУЛЬТЕТУ

© Kevin Mendez



Я почала вивчати математичний аналіз в одинадцятому класі. Це було щось настільки відмінне від усього, що вивчала перед тим, що я навіть не знала, з якого боку до нього підійти. Довелося докладати більше зусиль і витрачати більше часу, ніж раніше. І хоч скільки задач я розв'язувала, скільки часу проводила в бібліотеці, здавалося, так нічого й не навчилася. Я не могла просунутися далі звичайного зазубрювання. Що й казати, мої результати на екзамені були невтішними.

Я уникала математики наступні два роки, але потім, на другому курсі коледжу, знову взяла математичний аналіз і зрештою отримала з нього четвірку. Не думаю, що я стала набагато розумнішою за два роки, але за цей час кардинально змінився мій підхід до вивчення чогось нового.

Виглядає на те, що в школі я застягла у сфокусованому режимі мислення (*ефект установки!*); мені здавалося, якщо «налягати» на тему в той самий спосіб, то колись вона таки «вистрелить».

Тепер я допомагаю студентам із математикою та економікою: їхня проблема майже завжди полягає в тому, що вони концентруються на самому формульованні задач, вишукуючи там ключ до розгадки, замість спробувати зрозуміти їхній сенс. Не думаю, що можна когось навчити продуктивно мислити — це справа радше особиста. Але певні речі допомогли мені сформувати концепцію, яка на перший погляд здається складною й заплутаною.

1. Я краще сприймаю, коли читаю, ніж коли слухаю, тому завжди читаю підручник. Спочатку я заглядаю трохи вперед, щоб у загальних рисах зрозуміти, що цей розділ хоче до мене донести, і тільки потім вивчаю розділ докладно. Розділ я читаю більш ніж один раз (але перечитую після певної перерви).

2. Читання підручника мені все ще не вистачає для повного розуміння, тому я гуглю або переглядаю на ютубі відео до теми. І не тому, що підручник чи лекція викладача недостатньо ґрунтовні: просто інший спосіб опису того самого явища часом допомагає побачити його в іншому свіtlі й дає поштовх у розумінні.

3. Я маю «найяснішу» голову тоді, коли веду машину. Часом для різноманітності роблю прогулянку за кермом, і мені це дуже допомагає. Я мушу бути ніби трохи зайнята, бо якщо просто сідаю й думаю, мені скоро стає нудно, я починаю відволікатися й не можу зосерeditися.

³ Дискусії щодо різних станів: Andrews-Hanna 2012; Raichle and Snyder 2007; Takeuchi et al. 2011. Узагальненіше обговорення станів спокою: Moussa et al. 2012. У дослідженні зовсім іншого характеру Брюс Манган зауважив, що в описі Вільяма Джеймса периферична свідомість має таку рису: «У свідомості існує своєрідне “чергування”, тобто коли периферична свідомість короткочасно, але часто виходить на передній план і замінює ядро свідомості» (Cook 2002, p. 237; Mangan 1993).

⁴ Immordino-Yang et al. 2012.

⁵ Едвард де Боно — майстер у дослідженні креативності; його терміни «вертикальне й горизонтальне мислення» аналогічні за значенням моїм термінам «сфокусоване й розпорошене мислення» (de Bono 1970).

Уважний читач помітить мою згадку про те, що розсіаний режим може інколи працювати на задньому плані також тоді, коли активний зосереджений режим. Хоча є результати досліджень, які вказують, що так звана мережа пасивного режиму роботи мозку (яка є одним

із видів стану спокою) все ж вимикається, коли сфокусований режим починає працювати. То що ж насправді відбувається? За моїми відчуттями як викладачки та як людини, яка теж навчається, певна «розпорощена» активність може тривати на задньому плані в період зосередженого мислення, якщо увага переводиться на якийсь інший предмет. У певному сенсі *розсіяний режим* у моєму розумінні можна трактувати радше як «несфокусовану активність, спрямовану на навчання», а не просто як межу пасивного режиму.

6 Існують також певні зв'язки з віддаленішими зонами мозку, як ми пізніше побачимо на аналогії з восьминогом.

7 Розпорощений режим може охоплювати й деякі передні ділянки мозку, але він, імовірно, більш пов'язаний з іншими частинами й меншою мірою відфільтровує нейронні зв'язки, які видаються неважливими.

8 Психолог Норман Кук запропонував таку тезу: «Базові елементи науки про людську психологію можна описати як обмін інформацією між лівою та правою півкулями мозку й обмін даними між домінантними [ліва півкуля] і периферичними ефекторними механізмами, що використовуються для вербальної комунікації» (Cook 1989, p. 15). Але варто також додати, що через відмінності між двома півкулями мозку було зроблено безліч необґрунтованих екстраполяцій і хибних висновків.

9 За даними огляду активності студентів (2012) найбільше часу на навчання витрачають здобувачі інженерної освіти: студенти-інженери старших курсів присвячують підготовці до занять в середньому 18 годин на тиждень, тоді як студенти педагогічних спеціальностей — 15, а студенти, що вивчають суспільні науки й бізнес, — близько 14 годин. У статті New York Times під назвою «Чому студенти не хочуть вивчати природничі науки (тому що це до біса важко)» наведено слова викладача інженерних наук Девіда Голдберга про те, що дуже високі вимоги до математичного аналізу, фізики й хімії можуть привести до «похоронного маршу для математики та природничих наук» через відсіювання студентів (Drew 2011).

10 Про еволюційні припущення щодо математичного мислення див. Geary 2005, розділ 6. Звісно, багато абстрактних понять не пов'язані з математикою. Безліч таких абстрактних ідей пов'язані з емоціями. Ми можемо *не бачити*, але *відчувати* їх (чи принаймні їхні важливі аспекти).

Терренс Дікон, автор книжки «Символічний вид» (The Symbolic Species), згадує про складність, притаманну кодуванню й декодуванню інформації в математиці: «Пригадайте, як ви вперше стикалися з яким-небудь математичним явищем, наприклад, із рекурсивним відніманням (тобто діленням). Найчастіше схожі абстрактні явища пояснюються так: дітям кажуть вивчити певні правила “пovedження” з діями та знаками. Потім учитель дає дітям багато вправ на застосування цих правил із різними числами, сподіваючись, що вони “побачать” паралелі з відповідними фізичними проявами. Це часто описують як початкове навчання, побудоване на механічному запам’ятовуванні (я це називаю індексальним навчанням). Згодом, коли операції виконуються вже майже несвідомо, ми сподіваємося на те, що учень сам зрозуміє, як зіставити все це з реальним світом. Якщо все піде добре, то в певний момент діти “схоплять” абстрактний сенс, який криється за цими всіма операціями із символами й формулами. Тоді вони відповідним чином “розділяють по поличках” знання, здобуті через механічне запам’ятовування, але вже на вищому рівні організації, яка випливає з їхніх навичок комбінування й розуміння абстрактної суті. Цей крок до абстракції багатьом дітям дается дуже важко. А тепер уявіть, що схожа трансформація, тільки на ще вищому рівні, потрібна для розуміння математичного аналізу. Диференціювання є, по суті, рекурсивним діленням, а інтегрування — рекурсивним множенням, і кожна із цих дій виконується нескінченну кількість разів, аж до нескінченно малих величин (і це стає можливим завдяки залежності від розбіжних рядів, відомих тільки з умовиводів, а не з безпосереднього спостереження). Така спроможність проектувати результат операції на випадок нескінченного повторення є чимось на зразок розв’язання парадоксу Зенона, що виглядає неможливим у словесному викладі. На додаток до всієї цієї складності формалізм Лейбніца, яким ми тепер користуємося, зводить усю цю нескінченну рекурсію до одного лише виразу $(\frac{dx}{dt})$ або ж до символу інтеграла, адже операції справді неможливо записувати нескінченно. Через це символи математичного аналізу ще важче пов’язати з якимось фізичним відповідником. Отже, в операціях математичного аналізу наявний ефект подвійного закодування. Звісно, люди розвинули розумові здібності, потрібні для маніпуляцій із фізичними об’єктами, що теж не так просто. Але математика — одна із форм “закодування”, а не самої лише презентації, а декодування є дуже складним процесом через комбінаторні труднощі, які він містить. Унаслідок закодування видобути відповідний внутрішній зміст дуже важко. На мою думку, саме це і є глибинною сутністю математики, незалежно від наших інтелектуальних можливостей. Математика складна з тієї самої причини, з якої важким є декодування зашифрованих повідомлень.

На мое здивування, усі ми знаємо, що математичні рівняння є закодованими повідомленнями, для яких потрібно знати ключ, а із цим ключем можна зламати код і прочитати сам зміст повідомлення. Проте ми все ж дивуємося, чому вишу математику важко викладати, і часто звинувачуємо систему освіти чи поганих викладачів. Мені здається, ще так само недоречно, як і звинувачувати в чомусь еволюцію» (особиста розмова з автором, 11 липня 2013 року).

11 Bilalić et al. 2008.

12 Geary 2011. Див. також документальний фільм «Приватний Усесвіт» (A Private Universe), доступний за лінком learner.org/resources/series28.html?pop=yes&pid=9, який став поштовхом досліджувати природу хибного розуміння основ природничих наук.

13 Алан Шенфілд (1992) зазначає, що в понад сотні відеозаписів з його колекції, на яких старшокласники та студенти коледжів розв’язують незнайомі задачі, приблизно 60 % застосовують підхід «прочитати, швидко вибрести спосіб розв’язування й нізащо від нього не відходити». Це характерний приклад того, як працює сфокусоване мислення.

14 Goldacre 2010.

15 Gerardi et al. 2013.

16 Відмінності між півкулями мозку інколи можуть мати суттєве значення, але, як уже зазначалося, тут треба бути обережним з висновками. Найкраще про це написав Норман Кук: «Багато дискусій у 1970-х роках виходили за межі відомих фактів, коли відмінностями між півкулями мозку намагалися пояснити одразу всі загадки людської психології разом із підсвідомістю, творчістю й парапсихологічними явищами. Щоправда, неминучий зворотний процес, тобто повне відкидання цих ідей згодом, теж був надмірним» (Cook 2002, p. 9).

17 Demaree et al. 2005; Gainotti 2012.

18 McGilchrist 2010; Mihov et al. 2010.

19 Nielsen et al. 2013.

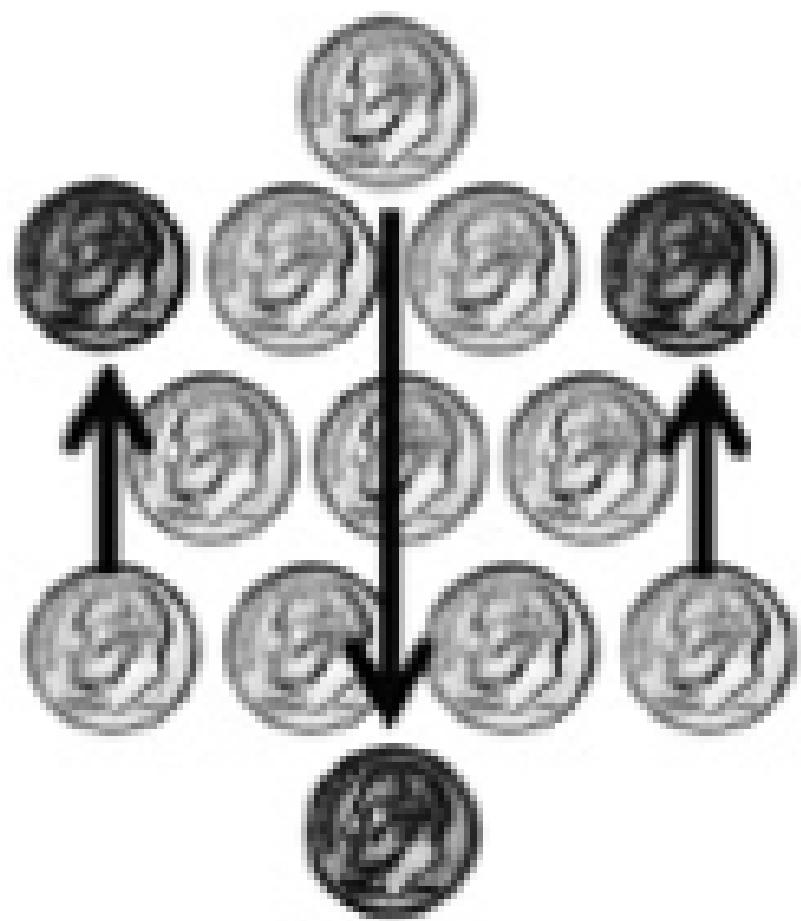
20 Трохи інакше це завдання було подане в де Боно (*de Bono 1970*). Саме його книжка підказала ідею. Праця містить низку таких вдумливих завдань і безперечно варта прочитання.

21 Immordino-Yang et al. 2012.

22 Хоч я і пишу про перемикання між сфокусованим і розпорощеним режимами, але виглядає на те, що існує аналогічний процес пересилання інформації між двома півкулями мозку. Певне уявлення про передачу інформації від однієї півкулі до іншої й навпаки ми можемо скласти зі спостереження за курчатами. Коли вони вчаться не клювати гіркі зернини, у мозку відбуваються складні процеси в обох напрямках півкуль, і це може тривати не одну годину (Güntürkün 2003).

Анке Боума зазначає: «Якщо ми спостерігаємо відхилення симетрії функцій, це аж ніяк не означає, що та сама півкуля відповідальна за всі інші кроки, потрібні для виконання певного завдання. Існують ознаки того, що на певному етапі завдання домінантною може бути права півкуля, тоді як на іншому — ліва півкуля. Певна складність полягає у з'ясуванні, яка саме півкуля домінує на якому етапі цього завдання» (Bouma 1990, с. 86).

23 Перемістіть монети так, як показано на малюнку. Бачите трикутник, який показує донизу?



© Barbara Oakley

3. НАВЧАННЯ — ЦЕ ТВОРЧІСТЬ

УРОКИ ПАТЕЛЬНІ ТОМАСА ЕДІСОНА

Томас Едісон був одним з найбільш плідних винахідників в історії, зареєструвавши на своє ім'я понад тисячу патентів. *Ніщо* не могло зупинити його креативності. Навіть коли його лабораторію охопила страшна пожежа, Едісон захоплено робив ескізи проекту нової лабораторії, більшої й крашої, ніж попередня. Що було джерелом такої феноменальної креативності дослідника? Як ми побачимо, відповідь криється в його неординарних трюках для перемикання режимів мислення.

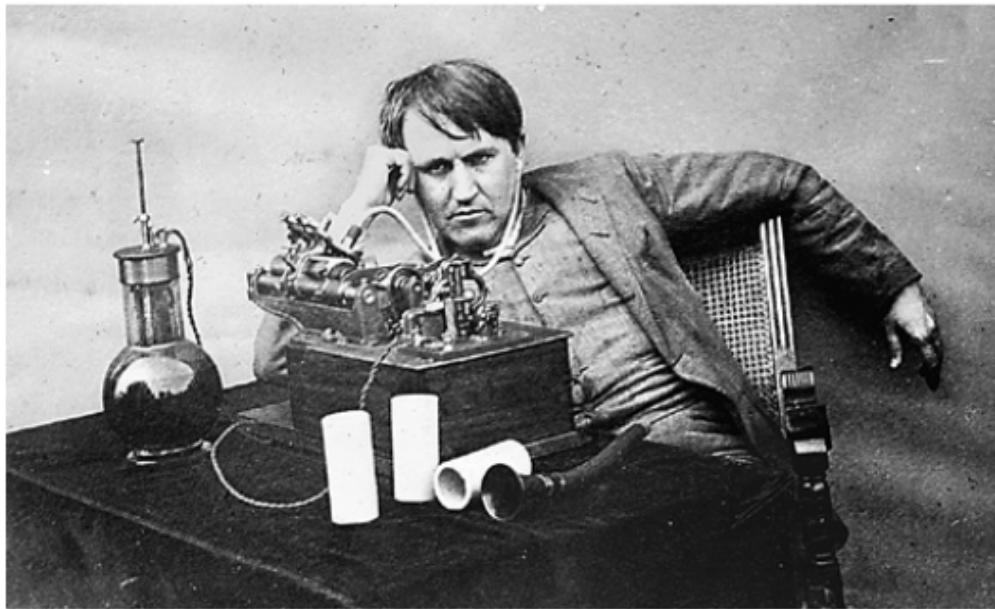
ПЕРЕМИКАННЯ МІЖ СФОКУСОВАНИМ І РОЗПОРОШЕНИМ МИСЛЕННЯМ

Для більшості людей перехід від зосередженого режиму мислення до розсіяного відбувається природно: якщо ви відволікаєтесь і даєте собі трохи часу побайдикувати. Можна вийти на прогулянку, подрімати чи піти до гімнастичної зали. Або ж зайнятися чимось таким, що задіяло б інші частини мозку: послухати музику, пригадати відмінювання іспанських дієслів чи почистити клітку хом'яка²⁴. *Штука в тому, щоб робити щось інше, аж поки мозок повністю не звільниться від думок про попереднє завдання.* Якщо не застосовувати інших засобів, на це зазвичай потрібно кілька годин. Ви скажете: «Але я не маю стільки часу». Маєте, якщо візьметeся за інші справи, які й так мусите зробити, і поєднаете це з коротким відпочинком.

Експерт із креативності Говард Грубер вважає, що в цьому допомагає, як правило, або сон, або ванна, або подорож (bed, bath, bus — три «В»)²⁵. Александр Вільямсон, винятково винахідливий хімік середини XIX століття, спостеріг, що прогулянка на самоті давала йому такий прогрес у дослідженнях, як тиждень праці в лабораторії²⁶ (на його щастя, тоді ще не було смартфонів). Прогулянки стимулюють креативність у багатьох сферах: багато відомих письменників — взяти хоч би Джейн Остін, Карла Сендерберга чи Чарльза Діккенса — надихалися своїми частими і тривалими прогулянками.

Щойно ми відволікаємося від нашого завдання, розпорощений режим мислення може вступити в гру й почати оперувати думками у своїй широкомасштабній перспективі в пошуках розв'язання²⁷. Коли ми повертаємося до того самого завдання після перерви, часто розв'язання на диво легко, ніби саме собою спадає на думку. І навіть якщо вирішення ще не з'явиться, нерідко ми значно просуваємося вперед на шляху до нього. Цьому всьому може передувати багато зусиль у сфокусованому режимі, але раптові несподівані ідеї в розпорощеному стані мислення породжують сприйняття його майже як «режиму прозрінь».

Такі інтуїтивні, ніби «нашептані» ідеї щодо розгадки різноманітних задач є одним із тих ледь вловимих незрівнянних відчуттів у математиці й природничих науках — а також у мистецтвознавстві, літературі й кожному креативному занятті! І так, ви самі переконаєтесь в тому, що *математика та природничі науки є глибоко креативними формами мислення, навіть якщо ви ще тільки вивчаєте їх у школі*. Це тъмяне й розмите відчуття, яке ми маємо під час занурення в сон, мабуть, і було частиною таємниці, що стояла за неординарною креативністю Едісона. За переказами, коли Едісон стикався із серйозними труднощами, то замість зосередитися на них, ішов подрімати. Але дрімав він сидячи у кріслі. До того ж Едісон тримав у руці підшипник, просто над яким на підлозі стояла пательня. Коли він розслаблявся, мозок вивільнявся і давав зелену вулицю розпорощеному мисленню. (Це нам нагадує про те, що сон — чудовий спосіб переведення мозку в режим розслабленого мислення над нашим завданням чи якою завгодно креативною працею). Коли Едісон засинав, підшипник вислизав із його пальців і падав. Брязкіт будив винахідника, і так йому вдавалося схопити фрагменти думок у розсіяному режимі й вибудувати нові підходи²⁸.



© U.S. Department of the Interior, National Park Service, Thomas Edison National Historical Park

Видатний винахідник Томас Едісон (угорі), як вважають, використовував оригінальний спосіб перемикатися зі сфокусованого режиму мислення на розпорошений. До такого самого способу вдавався у своїй творчості також знаменитий сюрреаліст Сальвадор Далі (внизу).



© Roger Higgins, World Telegram staff photographer; no copyright restriction known. Staff photographer reproduction rights transferred to Library of Congress through Instrument of Gift.
Сальвадор Далі з оцелотом і тростиною.

КРЕАТИВНІСТЬ — ЦЕ ОПАНУВАННЯ Й РОЗШИРЕННЯ СВОЇХ ЗДІБНОСТЕЙ

Існує глибинний зв'язок між технічною, науковою й мистецькою креативністю. Екстравагантний художник-сюрреаліст Сальвадор Далі, як і Томас Едісон, використовував сон і пробудження від звуку падіння предмета, що падав із його руки, для переходу до перспективи розпорощеного мислення (Далі називав це «сном без сну»²⁹).

Залучення розсіяного режиму допомагає навчатися на глибинному креативному рівні. В основі розв'язування задач із математики і природничих наук є багато креативності. Багато людей думає, що існує тільки один спосіб розв'язати певне завдання, але часто шляхів значно більше (якщо вам не забракне креативності їх побачити). Наприклад, відомо понад *трисота* різних способів доведення теореми Піфагора. Як ми невдовзі побачимо, завдання технічного характеру та їхні розв'язання інколи можна розглядати як одну з форм поезії.

Але креативність — це не просто наявність певного набору наукових чи мистецьких здібностей. Креативність — це опанування й розширення своїх схильностей. Багато людей думає, що вони не є креативними, але це неправда. Ми *всі* спроможні створювати нові нейронні зв'язки й видобувати з мозку те, чого туди ніхто ніколи не вкладав. Це те, що дослідники творчості Лаян Габора й Апара Ранджан називають «магією креативності»³⁰. Розуміння принципів роботи мозку допомагає нам краще сприймати креативну природу деяких наших думок.

ВАША СПРОБА!

Зі сфокусованого до розпорошеного

Прочитайте речення й визначте, скільки в ньому є помилок.

Це речення містить три помилки.

Перші дві помилки легко знайти, застосовуючи сфокусований підхід. Третя помилка парадокального характеру стає зрозумілою, тільки якщо змінити перспективу й застосувати більш розпорошений підхід³¹. (Пам'ятаємо, що відповіді у прикінцевих примітках).

ЗМІНА РЕЖИМІВ МИСЛЕННЯ ДЛЯ ОПАНУВАННЯ МАТЕРІАЛУ

Історія Едісона нагадує нам про ще одну річ. У *математиці й природничих науках ми багато вчимося на власних помилках*³².

Пам'ятайте, що кожна знайдена хиба — це певний прогрес у розв'язуванні завдання, тому виявлення помилок має приносити вам задоволення. Едісону приписують висловлювання: «Я не зазнав невдачі. Я просто знайшов десять тисяч комбінацій, коли воно не працює»³³.

Помилки неминучі. Щоб із ними боротися, починайте працювати над завданням завчасно, а ще, крім випадків, коли отримуєте від цього справжню насолоду, — *не працюйте надто довго без перерви*.

Пам'ятайте: коли ви робите паузи, мислення продовжує паралельно працювати в розпорошенному режимі. Ідеальна комбінація: ваше навчання триває навіть тоді, коли ви розслабляєтесь. Деякі люди вважають, що ніколи не входять у розсіяний режим мислення, але це не так. Щоразу, коли ми розслабляємося й не думаємо ні про що

конкретне, наш мозок входить у свій природний «фоновий» режим, який є однією із форм розорошеного мислення. Це властиво всім³⁴.

Сон — це, можливо, найефективніший і найважливіший чинник, який допомагає розсіяному мисленню «зламати код» складного завдання. Але не варто думати, що природний стан мислення — це звичайне байдикування, інколи вкупі із сонливістю. Розорошений режим можна порівняти з пунктами зупинок під час сходження на гірські вершини. Такі місця перепочинку є обов'язковими під час довгого шляху до підкорення важкої гори. Ми використовуємо їх для того, щоб зробити паузу, подумати, перевірити спорядження й упевнитися, що не збилися з маршруту. **Інакше кажучи, мислити розсіяно — це не означає лежати без діла й чекати, поки вершина підкориться сама собою.** У масштабі днів і тижнів ефективна практика — це чергування режимів, переходити від сфокусованого мислення до розорошеного розслаблення й навпаки³⁵.

Застосування сфокусованого режиму, який потрібен нам для першої «ін'єкції» завдання до мозку, вимагає цілковитої уваги. Дослідження свідчать про те, що для такого мислення ми маємо обмежену кількість розумової енергії — сили волі³⁶. Коли наша енергія слабне, інколи можна зробити перерву — перейти до інших завдань у сфокусованому режимі (наприклад, від математики до французької мови). Але що більше часу ми працюємо у зосередженному режимі, то більше розумових ресурсів витрачаємо. Це ніби довготривале підіймання чогось важкого. Тому короткі перерви (порухатися чи порозмовляти з друзями: це не вимагає високої концентрації) можуть добре відновлювати сили.

Вам, імовірно, захочеться досягнути швидшого прогресу в навчанні — щось на зразок дати команду розорошенному режимові мислення швидше засвоювати нове. Але порівняйте це зі спортом: постійне підіймання штанги просто так не наростишь ваші м'язи, бо їм потрібен час, щоб відпочивати й збільшуватися, перш ніж ви знову ними скористаєтесь. Наростили м'язи можна в довгостроковій перспективі, якщо робите перерви між заняттями. Ключ до успіху — періодичні зусилля протягом довшого часу!

ВИКОРИСТОВУЙТЕ ЦІ ЗАСОБИ ПЕРЕХОДУ В РОЗПОРОШЕНИЙ РЕЖИМ ЯК ВИНАГОРОДУ САМОМУ СОБІ ПІСЛЯ НАПРУЖЕНОЇ ПРАЦІ У СФОКУСОВАНОМУ РЕЖИМІ³⁷

Загальні способи активації розсіяного режиму:

- заняття у спортзалі;
- рухливі види спорту (як футбол чи баскетбол);
- пробіжки, прогулянки або плавання;
- танці;
- їзда за кермом;
- приймання ванни або душу;
- слухання музики, особливо без слів;
- гра на музичному інструменті добре вивчених мелодій;
- медитація або молитва;
- сон (остаточний перехід у розпорошений режим!).

Активатори, які варто використовувати як короткочасну винагороду (ці види діяльності часом здатні перевести вас у режим ще сфокусованіший, ніж був перед тим):

- відеоігри;
- посиденьки в інтернеті;
- розмови з друзями;
- волонтерська допомога у нескладних справах;
- читання легких книжок;
- написання повідомлень друзьям;
- похід у кіно чи до театру;
- перегляд телевізора (випадання з рук пульта, коли ви дрімаєте, не рахується).

НЕ ПЕРЕЙМАЙТЕСЯ ВСТИГАННЯМ ЗА НАЙКРАЩИМИ

Студенти й учні, що починають свій шлях у математиці й природничих науках, часто озираються на відмінників, із переконанням, що *повинні* за ними тягнутися. Вони не дають собі потрібного часу на те, щоб справді опанувати матеріал, й унаслідок цього не встигають ще більше. Дедалі частіше наслідком такого дискомфорту й демотивації є те, що студенти необґрунтовано відмовляються від вивчення математики чи природничих наук.

Ступіть крок назад і неупереджено оцініть ваші сильні й слабкі сторони.

Якщо на математику та природничі науки вам потрібно більше часу — отже, така реальність. Якщо ви старшокласник, спробуйте скласти навчальний план так, щоб мати достатньо часу на складний матеріал, а також звести кількість такого матеріалу до реалістичних обсягів. Якщо ви студент коледжу, старайтесь уникати максимального завантаження важкими курсами, особливо якщо ви паралельно підпрацьовуєте. Легше навантаження з математики і природничих наук багатьом може дорівнювати більшому навантаженню з інших предметів. Старайтесь не піддатися спокусі гонитви за однокурсниками.

Вас може здивувати відкриття, що навчання в повільнішому темпі буває ґрунтовнішим, ніж у ваших швидких однокурсників. Одним із найважливіших прийомів, які допомогли мені «перебудувати» мій мозок, було уникання спокуси брати забагато курсів із математики і природничих наук одразу.

УНИКАЙТЕ ЕФЕКТУ УСТАНОВКИ (ТОПТАННЯ НА МІСЦІ)

Пам'ятайте, що приймаючи ту ідею, яка першою спала на думку, коли ви працювали над новим завданням, можете самі себе позбавити кращого способу розв'язання. Шахісти, що зіткнулися з ефектом установки, бувають переконані, що сканують дошку очима в пошуках кращого рішення. Але детальні дослідження рухів їхніх очей показують, що вони далі дотримуються своїх початкових стратегій. *Не лише їхні очі, а й думки не можуть відійти так далеко, щоб розгледіти інші варіанти³⁸.*

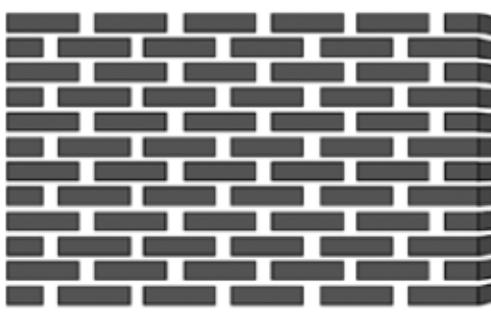
Згідно з останніми дослідженнями, кліпання є життєво важливим засобом переоцінювання ситуації. Заплюшивши очі, ми робимо мікропаузу, яка на мить вимикає увагу й допомагає за такий короткий час освіжити нашу свідомість й актуалізувати перспективу погляду³⁹. Отже, кліпання може на секунду відімкнути нас від сфокусованої перспективи. Хоча з другого боку, умисне заплюшування очей допомагає глибше сконцентруватися: люди часом відводять погляд, заплющують або прикривають очі, щоб не відволікатися під час зосереджених роздумів⁴⁰.

Тепер можна зрозуміти Магнуса Карлсена і його геніальне вміння відволікатися — на перший погляд, цілком тривіальне. Коли Карлсен вставав і відводив погляд (а також увагу) на інші дошки, він, імовірно, так допомагав своєму мисленню на короткий час вийти зі сфокусованого режиму. Певно, у цій партії з Каспаровим для нього було життєво важливо переводити погляд і увагу на щось інше, щоб запустити свою «розпорошену» інтуїцію. Як Карлсену вдавалося швидко перемикати режими мислення й видобувати з мозку нові ідеї? Напевно, відіграли свою роль його шахові вміння разом із практичною інтуїцією. Нехай це послужить для вас стимулом виробити власні способи швидко перемикатися між сфокусованим і розпорошеним режимами під час поглиблення знань.

Між іншим, Карлсен також знов, що його вставання з місця буде виводити Каспарова з рівноваги. У партіях такого рівня навіть незначні відволікання можуть збити з пантелику: це нагадує нам про те, що глибока сконцентрованість є цінним ресурсом, який не варто дозволяти комусь у вас відбирати. (Звісно, крім випадків, коли настав час на свідомий крок назад і перехід до розпорошеного режиму).

Виконання складного завдання або вивчення нової теми майже завжди вимагає одного чи декількох періодів, коли ви свідомо над цим не працюєте. Кожна пауза, під час якої ви не зосереджені на завданні, допомагає розсіяному режимові мислення виробити свіжий погляд на нього. Умикаючи сфокусований режим знову, ви згromadжуєте нові ідеї й логічні схеми, які витворив розпорошений режим.

© 2014 Kevin Mendez



Щоб якісно навчатися, потрібні часові проміжки між періодами зосередженого навчання, тоді нейронні схеми зможуть закріпитися. Це все одно що давати будівельному розчину час на застигання, як у цегляному мурі на малюнку ліворуч. Якщо намагаєтесь вивчити все за

кілька «коротких набігів», ви не даєте новим нейронним структурам часу на те, щоб міцніше закріпитися в довготерміновій пам'яті. Наслідком буде хаотичне нагромадження цеглин, як на малюнку праворуч.

ЧЕРГУВАННЯ СФОКУСОВАНОГО Й РОЗПОРОШЕНОГО РЕЖИМІВ МИСЛЕННЯ

Я граю на фортепіано п'ятнадцять років, і мені доводилося стикатися з дуже складними пасажами, які я ніяк не міг здолати. Знову й знову силував пальці, та виходило надто повільно й неправильно. І тоді я робив перерву. Наступного дня пробував ще раз — і мені той пасаж чудово вдавався, немов на помах чарівної палички.

Сьогодні я спробував зробити так само з математичною задачею, яка була заплутаною та вже починала мене дратувати. У машині, дорогою на фестиваль «Ренесанс», мені спало на думку розв'язання, і я мусив записати його на серветці, щоб не забути (завжди тримайте в машині серветки, бо хто його знає).

Тревор Дрозд, першокурсник, інформатика

Тривалість перерв між розумовими зусиллями у сфокусованому режимі має бути достатньою, щоб свідомість повністю звільнилася від завдання, над яким ви працюєте. Переважно кількох годин вистачає, щоб розорошений режим зробив суттєвий прогрес. Але перерви не мають бути занадто довгими, тобто народжені в незосередженному режимі ідеї не повинні розпліватися ще до того, як ви використаєте їх у зосередженному режимі. Просте правило вивчення чогось нового: не залишайте свіжу тему без уваги більш ніж на день.

Розсіяний режим не тільки допомагає поглянути на матеріал по-новому (як виглядає), а також дозволяє синтезувати та будувати нові ідеї до системи знань, якими ви вже володієте. Ця концепція свіжого погляду дає нам логічне пояснення поширеного переконання, що «переспати з проблемою», перш ніж приймати серйозні рішення, — це в більшості випадків хороша ідея⁴¹, а також натякає, чому важливо брати відпустку.

Зв'язок сфокусованого й розорошеного режимів мислення допомагає мозкові торувати шлях у вивчені нових тем і розв'язуванні нових завдань. Праця у зосередженному режимі ніби дає нам цеглини, натомість мислення в розсіяному режимі наче з'єднує їх докупи

будівельним розчином. Дуже важливо розвивати вміння відсувати роботу вбік на якийсь час. Тому якщо відволікання створює вам проблеми, обов'язково треба навчитися деяких розумових прийомів, щоб ефективно з ним боротися.

ВАША СПРОБА!

Спостерігайте за собою

Коли вас розчарує якась людина чи ситуація, спробуйте уявно зробити крок убік і поспостерігати за власною реакцією. Гнів і розчарування можуть зіграти свою роль у мотивуванні нас до дії, але вони також можуть блокувати цілі зони мозку, потрібні для навчання. Якщо ваше розчарування наростає — це, як правило, хороший сигнал, що час зробити паузу, перемкнутися на розорошений режим.

ЩО РОБИТИ, КОЛИ ВИ ЗАЙШЛИ У СПРАВЖНІЙ ГЛУХИЙ КУТ

Людям із сильним самоконтролем, можливо, найважче змусити себе вимкнути сфокусований режим мислення, щоб розорошений узагалі міг запрацювати. Зрештою, вони досягнули успіху тільки завдяки своїй здатності рухатися далі, коли інші зазнавали поразки. Якщо ви часто опиняєтесь у схожій ситуації, можете скористатися таким прийомом. Візьміть собі за правило прислухатися до колег, друзів, рідних чи коханих — тих, які здатні відчути небезпечний рівень вашого розчарування. Інколи корисніше послухати когось іншого, ніж самого себе. (Наприклад, коли чоловік чи діти радять мені припинити працювати над проблемною програмою, я теж підкоряюся цьому правилу, хоч і завжди з невдоволеним бурчанням).

Коли ви опинилися в глухому куті, найкорисніше прислухатися до думок однокласників, однокурсників або викладачів. Запозичте в когось іншу перспективу погляду на розв'язання або інші аналогії для опанування нового матеріалу. Хоча все ж найліпше буде, якщо ви поборетесь із проблемою самі, перед тим як розмовляти про неї з іншими. Такі зусилля можуть дати вам базу для розуміння того, що пояснять інші. За своєю суттю навчання часто є надаванням сенсу тому, що ми вже проковтнули. (Пригадую, як у школі вояовничо

дивилася з-під лоба на вчителів, звинувачуючи їх у моєму нерозумінні й не усвідомлюючи, що перші кроки мала зробити саме я). І не зволікайте з консультацією до останнього тижня перед екзаменом. Робіть це завчасно й часто. Викладач, як правило, вміє перефразувати, пояснити по-іншому й допомогти вам схопити матеріал.

Невдачі можуть бути хорошим учителем

У десятому класі я вирішила записатися на поглиблений курс з інформатики. Усе скінчилося провалом на екзамені. Але я не прийняла цю поразку й узяла цей самий курс через рік. Не займаючись програмуванням майже рік, а потім повернувшись до нього, я відчула, що це заняття приносить мені чимале задоволення. Удруге я склала екзамен без проблем. Якби я надто боялася не впоратися, коли записувалася на інформатику вперше й потім у друге, я, напевно, не була би тим, ким є тепер — захопленою та щасливою студенткою факультету комп’ютерних наук.

Кассандра Гордон, другокурсниця, комп’ютерна інженерія

ВАША СПРОБА!

Зрозумійте парадоксальність навчання

Навчальний процес часто є парадоксальним. Одна й та сама річ може бути нагально потрібною для навчання й одночасно створювати йому перешкоди. Щоб розв’язувати задачі, треба висока концентрація. Але вона ж може заблокувати нам такий важливий доступ до свіжих підходів. Суттєвим є успіх, але невдача також може зіграти корисну роль. Наполегливість є ключовою рисою для навчання, але її надмір спричиняє непотрібні розчарування.

У цій книжці ви зустрінете багато парадоксів, пов’язаних із навчанням. Чи вгадаєте, які саме?

ПАМ’ЯТЬ ОПЕРАТИВНА Й ДОВГОТЕРМІНОВА

Тепер саме час поговорити про пам’ять. У рамках нашої розмови зупинимося на двох важливих системах пам’яті: *оперативна пам’ять* і *довготермінова пам’ять*⁴².

Оперативна пам’ять є частиною пам’яті, яка працює з тим, що в цей момент свідомо обробляє наш мозок. Часто говорять, що наша

пам'ять може одночасно утримувати сім об'єктів або так званих «фрагментів», хоча тепер прийнято вважати, що оперативна пам'ять утримує лише близько чотирьох фрагментів інформації. (Ми склонні до автоматичного групування вмісту пам'яті у фрагменти, і наша оперативна пам'ять може видаватися більшою, ніж вона є насправді⁴³).

Оперативну пам'ять можна порівняти з уявним жонглером. Чотири кулі зависають у повітрі — або ж в оперативній пам'яті — тільки тоді, коли ми додаємо їм трохи енергії. Ця енергія потрібна, щоб ментальні вампіри — тобто природні процеси відволікання — не висмоктали вміст нашої пам'яті. Інакше кажучи, цей вид пам'яті потребує активної підтримки (або наше тіло використає енергію для інших цілей та інформація забудеться).

© Barbara Oakley



Загалом оперативна пам'ять може утримувати близько чотирьох фрагментів інформації, як на малюнку ліворуч. Якщо в математиці чи природничих науках опанувати якусь методику чи концепцію, вона займатиме менше місця в оперативній пам'яті. У такий спосіб вивільняється ментальна енергія, нам легше схоплювати нові ідеї, як показує малюнок праворуч.

Оперативна пам'ять важлива для вивчення математики та природничих наук, адже вона є чимось на зразок фліпчарту, де можна записати ті аспекти, над якими ми працюємо або які намагаємося зрозуміти.

Як утримувати інформацію в оперативній пам'яті? Часто це роблять за допомогою повторення: можна, наприклад, повторювати про себе телефонний номер, аж поки не з'явиться можливість його записати. Ми ловимо себе на тому, що заплющуємо очі, щоб у стані концентрації не допустити «вторгнення» неважливої інформації до обмеженої кількості «комірок» оперативної пам'яті.

З іншого боку, довготермінову пам'ять можна уявляти як складське приміщення. Коли туди щось заносять, воно вже, як правило, там залишається. Склад великий, вміщує мільярди предметів, туди можна щось помістити так глибоко, що потім важко знайти. Дослідження показують, що коли мозок записує інформацію до довготермінової пам'яті, потрібно кілька разів «навідатися» до неї: тоді зростають шанси в разі потреби знайти її знову⁴⁴ («технарі» часом порівнюють короткотермінову пам'ять з оперативною пам'яттю комп'ютера, а довготермінову — із ємністю жорсткого диска).

Довготермінова пам'ять важлива для вивчення математики і природничих наук тому, що саме там ми зберігаємо базові засади й техніки розв'язування задач. Для переміщення інформації з оперативної пам'яті до довготермінової потрібен час. Щоб пришвидшити цей процес, користуйтеся технікою, яку називають «розтягнутим повторенням» (або інтервальним). Як ви, мабуть, здогадалися, ця техніка передбачає повторення того, що ви хочете запам'ятати (наприклад, нові слова іноземної мови чи новий метод розв'язування задач), тільки цей процес розтягується на кілька днів.

Якщо між сеансами повторення робити перерву на день (тобто розширити заняття на більшу кількість днів) — у цьому є свій сенс. Як свідчать результати досліджень, якщо ви спробуєте «вклейти» щось до своєї пам'яті, повторюючи це, скажімо, двадцять разів одного вечора — пам'ять не засвоїть матеріал так само добре, як після такої самої кількості повторень протягом кількох днів або тижнів⁴⁵. Це щось схоже на будівництво цегляного муру, про який ми говорили раніше. Якщо ви не даєте розчину часу на застигання (час на формування і зміцнення синаптичних зв'язків), то не отримаєте стійкої структури.

ВАША СПРОБА!

Дайте мозкові попрацювати у фоновому режимі

Зіткнувшись зі складним завданням, попрацюйте над ним кілька хвилин. Якщо не можете просунутися вперед — перейдіть до іншого. Ваш розпорощений режим мислення може далі працювати над попереднім завданням, тільки «на задньому плані». Коли повернетесь до відкладеного, можете здивуватися, наскільки ви тепер близчі до розв'язання.

ЯК ПРАВИЛЬНО СПАТИ

Багато людей скаже вам, що не вміє дрімати. На заняттях з йоги багато років тому я засвоїла одне важливе вміння — уповільнювати дихання. Просто підтримую неквапливий темп і не думаю про те, що «я маю заснути». Натомість я обмежуюся думками на зразок «настав час спати» та концентруюся на диханні. Треба також подбати про те, щоб у кімнаті було темно, або ж закрити очі чимось на зразок маски для сну в літаках. Я ставлю будильник на 21 хвилину, бо перетворення короткого дрімання на довгий сон може вибити з колії. Саме така тривалість сну дає мені те, що називаю когнітивним перезавантаженням.

Емі Елкон, журналістка й «майстриня дрімання»

ВАЖЛИВІСТЬ СНУ В НАВЧАННІ

Ви здивуєтесь, але звичайне перебування в пробудженному стані спричиняє вироблення токсичних речовин у мозку. Під час сну клітини звужуються, проміжки між ними стають значно більшими. Це все одно що відкрити кран: рідина вимиває звідти токсини⁴⁶. Таке «нічне прибирання» є частиною процесу, який допомагає утримувати мозок здоровим. Якщо замало спимо, нагромадження токсинів пояснює те, чому ми тоді не можемо ясно мислити. (Брак сну має різні наслідки — від депресії й до хвороби Альцгеймера; триває неспання може привести до смерті).

Дослідження показали, що сон є життєво важливим для пам'яті й навчання⁴⁷. Одна із функцій такого чергування періодів сну й неспання — це видалення з пам'яті несуттєвих деталей і підсилення важливих. Під час сну наш мозок також виконує щось на зразок тренування складних логічних схем, яких ми намагалися навчитися, — проходить відповідні нейронні структури знову і знову, поглинюючи й підсилюючи їх⁴⁸.

Крім того, як виявилося, сон суттєво впливає на здатність людини розв'язувати складні завдання, розуміти сенс того, чого вона вчиться. Спрощено це можна окреслити так: повне вимикання свідомості в передній частині кори головного мозку значно полегшує «комунікацію» між іншими частинами мозку та допомагає спільно

знайти відповідь на складне питання, поки ми спимо⁴⁹. (Звісно, потрібно спочатку дати поживу «розгорнутий» мисленню, попрацювавши перед тим у сфокусованому режимі). Скидається на те, що коли перечитати матеріал перед самим сном, зростають шанси вплисти той матеріал у наші сновидіння. Якщо піти далі й налаштувати свідомість на те, що ми *хочемо* вкласти матеріал до наших снів, це додатково підвищує імовірність того, що він настанеться⁵⁰. Коли матеріал, який ви вивчаєте, стає частиною ваших сновидінь, ваша здатність його зрозуміти зростає: пам'ять об'єднує інформацію у фрагменти, які простіше сприйняти⁵¹.

Якщо ви втомлені, часто найоптимальніший варіант — просто піти поспати та встати раніше наступного дня, щоб читати на свіжу голову. Люди з досвідом у самоосвіті підтверджують, що коли мозок добре відпочив, година читання дає кращі результати, ніж три години із «втомленим» мозком. Позбавлений сну мозок просто неспроможний будувати звичайні логічні схеми, потрібні для навчання. Спроба скласти екзамен, коли ви не спали ніч перед цим, може обернутися провалом, навіть якщо ви добре підготувалися, адже мозок буде просто нездатний нормально працювати.

Метод для різних дисциплін

Сфокусований і розгорнутий режими мають значення для цілої низки сфер і дисциплін, а не тільки для математики і природничих наук. Пауль Швальбе, студент-старшокурсник, що навчається на факультеті англійської мови:

«Коли в мене виникають проблеми з якимось завданням, я лягаю в ліжко з розгорнутим блокнотом і записую свої думки перед самим моментом засинання, а інколи також одразу після пробудження. Деякі з таких нотаток не мають сенсу, але часом мені вдається схопити принципово інший погляд на речі».

Підсумовуємо прочитане

- Коли починаєте освоювати іншу тему або розв'язуєте нову задачу з математики чи природничих наук, використовуйте сфокусований режим мислення.

- Якщо виконали попередню роботу зосереджено, підключіть розпорошений режим. Розслабтеся й займіться чимось іншим.
- Коли наростає розчарування, саме час перевести увагу на щось інше й дати змогу розсіяному режимові мислення обдумати проблему «на задньому плані».
- Над математикою та природничими науками найкраще працювати «невеликими дозами» — щодня потрохи. Так ми даемо достатньо часу як сфокусованому, так і розпорошенному режимам мислення, щоб допомогти нам зрозуміти те, що вивчаємо. У такий спосіб вибудовуються міцні нейронні структури.
- Якщо прокрастинація завдає вам клопотів, спробуйте встановлювати таймер на 25 хвилин і зосереджуйтесь на темі, не відволікайтесь на написання повідомлень, пошуки в інтернеті чи інші забавки.
- Існує дві важливі системи пам'яті:
 - оперативна пам'ять — нагадує жонглера, який може утримувати в повітрі не більш ніж чотири об'єкти;
 - довготермінова пам'ять — нагадує склад, що вміщує велику кількість матеріалу, але потрібне його регулярне відвідування, щоби вміст пам'яті залишався доступним.
- Інтервальне повторення допомагає переміщувати матеріал з оперативної пам'яті до довготермінової.
- Сон є життєво важливим для навчального процесу. Він допомагає:
 - вибудовувати нейронні зв'язки, потрібні для нормального процесу мислення (саме тому виспатися перед екзаменом дуже важливо);
 - розв'язувати складні завдання та глибше розуміти сенс того, що ми вивчаємо;
 - закріплювати та повторювати важливі частини вивченого матеріалу й усувати з пам'яті несуттєву інформацію.

Робимо паузу та пригадуємо

Відірвіться від праці й зробіть перерву — випийте склянку води, з'їжте канапку, або ж уявіть себе електроном на орбіті й покрутіться навколо стола. Під час руху пригадайте основні думки, описані в цьому розділі.

Закріплюємо знання

1. Назвіть кілька видів діяльності, які, на вашу думку, допомагають перемикатися зі сфокусованого на розпорошений режим мислення.
2. Інколи ви можете бути *переконані*, що знайшли новий підхід в аналізі складного завдання, хоча насправді так не є. Що можна зробити, щоб контролювати своє мислення та тримати його відкритим для нових можливостей? Чи завжди варто бути відкритим для нового?
3. Чому важливо застосовувати самоконтроль, щоб змусити себе *причинити* щось робити? Чи можете ви уявити якісь ситуації поза навчанням, де таке вміння теж може бути важливим?
4. Коли ми вивчаємо щось нове, нам хочеться повторити вивчений матеріал дещо пізніше в межах дня, щоб уведена в мозок інформація не розвіялася. Але мозок часто буває зайнятий чимось іншим: запросто може минути кілька днів чи ще більше, перш ніж ми повернемося до матеріалу. Як можна спланувати свій час так, щоби вчасно поновлювати в пам'яті новий матеріал?

Нейropsихолог Роберт Біlder про креативність



© Chad Ebensutani, photo courtesy Robert Bilder

Роберт Біlder на Макапуу (Гаваї): Просто зроби це!

Професор психіатрії Роберт Білдер — директор Центру вивчення біології креативності імені Майкла Тенненбаума при Каліфорнійському університеті й куратор ініціативи «Позитивна свідомість», покликаної підвищити рівень креативності й психологічного комфорту серед студентів, викладачів та іншого персоналу університету.

Дослідження з біології креативності дають нам кілька ідей, які кожен може додати до своїх рецептів успіху. Ідея номер один звучить як слоган фірми Nike: «Просто зроби це!».

- *Креативність — ніби гра чисел.* Найкращий прогноз щодо кількості креативних проектів, які ми реалізуємо протягом нашого життя, — це... сукупна кількість наших реалізованих проектів. Часом мені здається нестерпним запустити процес і передати подальшу роботу іншим людям, але щоразу, коли я так роблю, виходить якнайкраще.
- *Що робити зі страхом?* Після виступу в головному офісі Facebook я отримав мотиваційний постер із запитанням «Що ви зробили б, якби не боялися?». Я намагаюся замислюватися над цим і робити щось безстрашне щодня. Ви чогось боїтесь? Не дайте цим страхам вас зупинити!
- *Повторення — теж робота.* Якщо вам не подобається те, що у вас вийшло, — виконайте це знову!
- *Критика робить нас кращими.* Показуючи нашу роботу іншим, презентуючи її назовні, ми отримуємо унікальну можливість побачити нові перспективи й ідеї, з яких можемо розвинути нову, вдосконалену версію.
- *Будьте готовими не погоджуватися.* Між креативністю й узгодженістю є обернено пропорційний зв'язок, тобто найнезгодніші часто є найkreативнішими. Озираючись назад на ті кілька випадків, коли мені вдавалося створити щось нове, я помічаю закономірність: саме тоді я ставив під сумнів загальноприйняті відповіді на питання. Я впевнений, що креативний підхід — це коли ми докопуємося до самого кореня проблеми, коли піддаємо сумніву не тільки чужі припущення, а навіть власні!

24 Модель мозкового простору, розроблена Марселем Кінсбурном і Меріл Гіскок (1983), припускає, що конкурентні завдання конфліктують між собою більше, якщо їхня обробка відбувається в близьче розташованих зонах мозку. Якщо два завдання одночасно обробляються в тій самій півкулі й у тій самій зоні, вони можуть практично боротися одне з одним (Bouma 1990, p. 122). Можливо, розпорощений режим має більше можливостей для одночасної роботи над кількома завданнями завдяки «розфокусованій» природі процесів.

25 Rocke 2010, с. 316, цит. з Gruber 1981.

26 Там само, с. 3–4.

27 Kaufman et al. 2010, зокрема про гіпотезу «відпускання» на с. 222–224; Takeuchi et al. 2012.

28 У пошуках доказів правдивості цієї легенди я зв'язалася з Леонардом Деграафом, архіваріусом Національного історичного парку Томаса Едісона. На мое запитання він відповів так: «Я чув цю історію про Едісона й підшипник, але ніколи не бачив жодного документа, який міг би її підтвердити. Я теж не впевнений у правдивості цієї оповіді. Це може бути історія, яка має певну реальну основу, але загалом є частиною міфології про Едісона».

29 Dalí 1948, с. 36.

30 Gabora and Ranjan 2013, с. 19.

31 Christopher Lee Niebauer and Garvey 2004. Нібауер розрізняє мислення об'єктивне і мислення мета-рівня. Третя помилка є парадоксальною й полягає в тому, що в реченні немає третьої помилки.

32 Kapur and Bielczyc 2012, праця містить чудовий огляд про важливість невдач у розв'язуванні задач.

33 Цікава дискусія про варіанти того, що насправді сказав чи написав Едісон:
quoteinvestigator.com/2012/07/31/edison-lot-results/

34 Andrews-Hanna 2012; Raichle and Snyder 2007.

35 Doug Rohrer and Harold Pashler (2010, с. 406). Автори зазначають: «...Нешодавно проведений аналіз часової динаміки навчання показує, що процес ефективніший, якщо час занять розподілити на більший період часу, ніж це прийнято в стандартній системі освіти». Як це пов'язано із чергуванням станів концентрації та спокою — важлива тема для майбутніх досліджень (див. Immordino-Yang et al. 2012). Інакше кажучи, описане тут є обґрунтованим припущенням щодо того, що відбувається під час навчання, і це припущення, звісно, потребує підтвердження в майбутніх дослідженнях.

36 Baumeister and Tierney 2011.

37 Хочу уточнити, що це лише мої ідеї й здогадки щодо того, які саме процеси можуть підтримувати розпорощений режим мислення. Основою їх є спостереження, за яких обставин у людей найчастіше трапляються «осяяння».

38 Bilalić et al. 2008.

39 Nakano et al. 2012.

40 Kounios and Beeman 2009, p. 212.

41 Dijksterhuis et al. 2006.

42 Короткотермінова пам'ять — це зафіксована інформація, не закріплена активним повторенням. Оперативна пам'ять — це частина короткотермінової пам'яті, де відбувається концентрація уваги й активна обробка інформації (Baddeley et al. 2009).

43 Cowan 2001.

44 Якщо вас цікавить нейронна географія, яка за цим стоїть, імовірно, як довготермінова, так і робоча пам'ять використовують ділянки передньої та тім'яної частин мозку, які накладаються одна на одну. Але середня частина мозку використовується лише довготерміновою пам'яттю. Див. Guida et al. 2012, p. 225–226 і Dudai 2004.

45 Baddeley et al. 2009, p. 71–73; Carpenter et al. 2012. *Інтегральне повторення* відоме ще також як «розподілена практика». Dunlosky et al. 2013, sec. 9 подає чудовий опис розподіленої практики. На жаль, багато викладачів — зокрема в математиці — вважають, що навчання понад міру є дієвим способом активації довготермінової пам'яті й тому дають багато однотипних завдань, які перетворюються в рутинну роботу без довготермінового ефекту (Rohrer and Pashler 2007).

46 Xie et al. 2013.

47 Stickgold and Ellenbogen 2008.

48 Ji and Wilson 2006; Oudiette et al. 2011.

49 Ellenbogen et al. 2007. Розпорощений режим можна також пов'язати з легким прихованим стримуванням — тобто відволіканням і блуканням думок (Carson et al. 2003). Є надія для тих, хто схильний перестрибувати на щось інше посеред речення!

50 Erlacher and Schredl 2010.

51 Wamsley et al. 2010.

4. ФРАГМЕНТАЦІЯ Й УНИКАННЯ ІЛЮЗІЇ ЗНАННЯ

Як стати «бібліотекою формул»

Соломон Шерешевський уперше привернув увагу свого керівника тим, що був ледачим. Чи так принаймні вважав його керівник.

Соломон був журналістом. У ті часи, в середині 1920-х, у Радянському Союзі бути журналістом означало писати про те, що тобі кажуть, — не більше й не менше. Журналісти отримували вказівки на день — із ким зустрітися, за якою адресою, яку інформацію здобути. Головний редактор зауважив, що всі робили нотатки. Усі, крім Соломона Шерешевського. Спантеничений редактор запитав Соломона, у чому річ.

Соломон здивувався: навіщо йому робити нотатки, якщо він може запам'ятати все, що чує? Після цього Соломон повторив частину вранішнього інструктажу слово в слово. Найдивнішим йому здалося те, що *не всі* мають таку бездоганну пам'ять, як він⁵².

Чи хотіли б ви теж мати такий дар?

Мабуть, усе ж ні. Тому що разом із феноменальною пам'яттю Соломон мав одну проблему. У цьому розділі ми поговоримо про те, в чому саме та проблема полягала, а також про те, як *концентрація* пов'язана з *розумінням і пам'яттю*.

ЩО ВІДБУВАЄТЬСЯ, КОЛИ МИ ФОКУСУЄМОСЯ

У попередньому розділі ми говорили про ситуацію, коли зациклюємося на якомусь одному підході до завдання й не можемо ступити крок назад, щоб пошукати кращих, простіших підходів. Інакше кажучи, *ефект установки*. Сфокусована увага може допомогти розв'язати завдання, але може також створити проблеми, блокуючи нашу здатність бачити альтернативні підходи.

Коли ми концентруємося на чомусь, наш ментальний восьминіг розпускає свої нейронні щупальця, щоб з'єднати різні частини мозку. Ви зосереджуєтесь на формі? Тоді одне зі щупальць свідомості простягається від таламуса до потиличної зони, а інше тягнеться до

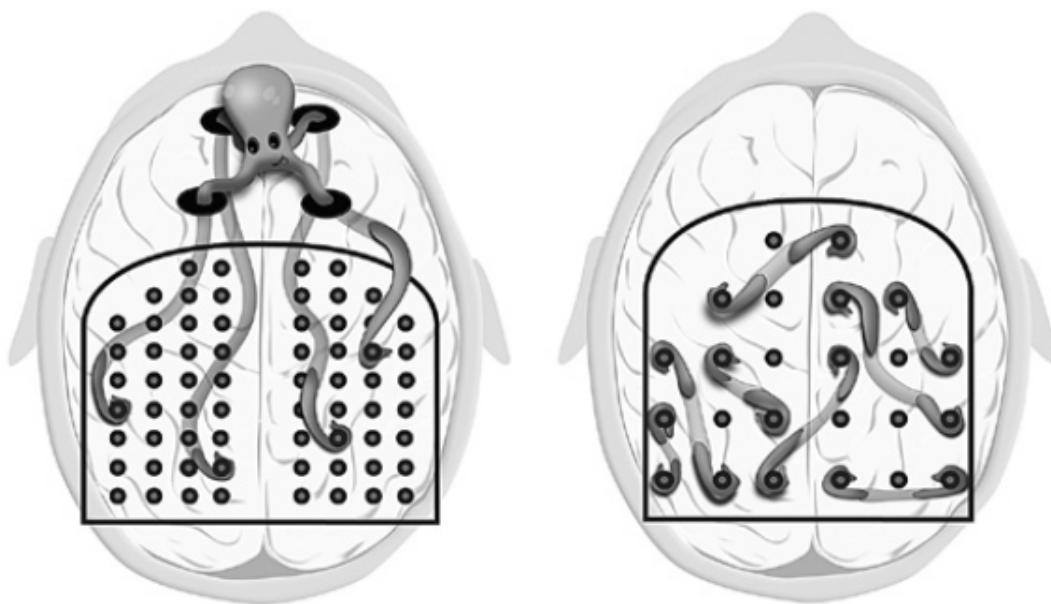
складчастої поверхні кори мозку. Унаслідок цього свідомість витворює характеристику «круглий».

Ви зосереджуєтесь на кольорі? Щупальце в потиличній зоні трохи зміщується, і формується характеристика «зелений».

Ще більше зв'язків через щупальця — і ви усвідомлюєте, що дивитеся на яблуко сорту Ренет Симиренка. Неймовірно!

Зосередження уваги та з'єднання частин мозку є важливою частиною сфокусованого режиму навчання. Цікаво те, що у стані стресу наш ментальний восьминіг починає втрачати здатність вибудовувати деякі із цих зв'язків. Саме тому мозок ніби не працює нормально, коли ви роздратовані, напружені або боїтесь⁵³.

© 2014 Kevin Mendez



Восьминіг нашої сфокусованої уваги (*ліворуч*) через чотири отвори оперативної пам'яті простягає свої щупальця і з'єднує нейронні «бочечки» нашого сфокусованого мозку. У розпорощеному режимі (*праворуч*) «бочечки» розташовані значно далі одна від одної. Цей режим складається із хаотичної мішанини потенційних зв'язків.

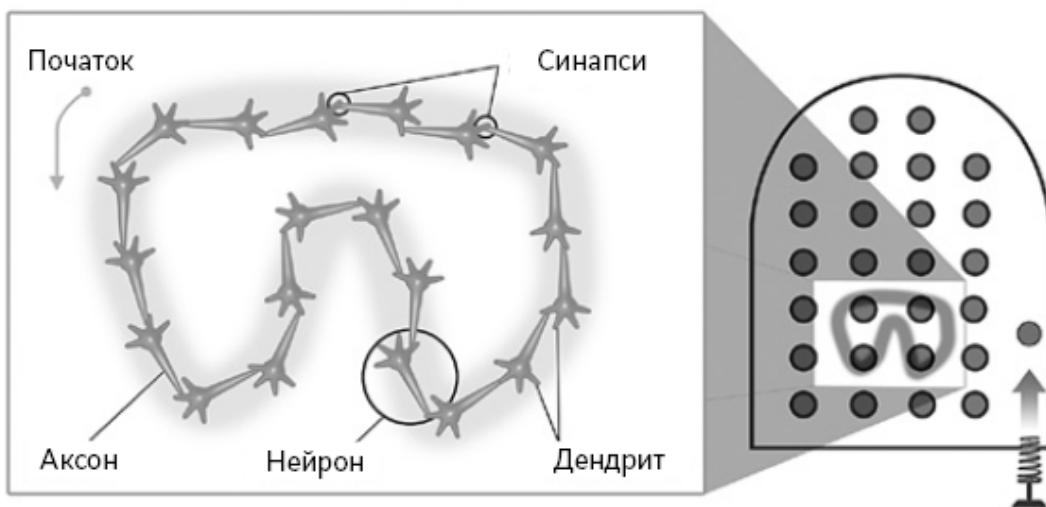
Скажімо, ви хочете вивчити іспанську. Якщо ви — дитина і проживаєте в сім'ї, де розмовляють цією мовою, вивчати для вас так само природно, як і дихати. Ваша мати каже «мама», і ви повторюєте за нею слово. Ваші нейрони пов'язуються між собою в структуру, яка цементує у свідомості зв'язок між звуком «мама» й усміхненим

обличчям вашої матері. Ця мерехтлива нейронна структура є елементом пам'яті, пов'язаним з багатьма іншими елементами пам'яті.

Найкращі програми вивчення мов — як, наприклад, в Інституті іноземних мов Міністерства оборони — передбачають структуровані практичні заняття з великим обсягом повторень і вивчення напам'ять (сфокусований режим), які чергаються з більш вільним спілкуванням із носіями мови (нагадує розпорощений режим). Метою є закарбувати в пам'яті основні слова і словосполучення, щоб ви могли спілкуватися іноземною мовою так само вільно і творчо, як і рідною⁵⁴.

Зосереджена практика й повторення — створення структур пам'яті — є також основою ідеального удару в гольфі, майстерно приготованого омлету чи далекого влучного кидка в баскетболі. У танцях треба пройти довгий шлях, щоб незgrabні піруети початківця перетворити на хореографічну грацію професіонала. Але цей шлях до довершеності всі проходять довго, крок за кроком. Завчені невеликі фігури, елементарні рухи поєднуються у великі творчі інтерпретації.

© 2014 Kevin Mendez



Малюнок ліворуч показує компактні зв'язки після формування фрагменту знань (пов'язані між собою нейрони). На малюнку праворуч зображена та сама структура у символічному пінбольному автоматі вашого мозку. Таку структуру легко видобути з пам'яті, коли вона вам потрібна.

ЩО ТАКЕ ФРАГМЕНТ ПАМ'ЯТІ? СОЛОМОНОВА ПРОБЛЕМА ФРАГМЕНТАЦІЇ

Феноменальна пам'ять Соломона Шерешевського мала один дивовижний недолік. Індивідуальні структури пам'яті були такі яскраві й емоційні (тобто багаті на нейронні зв'язки), що аж перешкоджали об'єднанню цих структур у більші та створенню концептуальних **фрагментів пам'яті**. Інакше кажучи, він не міг бачити лісу, настільки потужним був образ кожного дерева в його уяві.

Фрагменти — це уламки інформації, об'єднані між собою на основі їхнього значення. Можна взяти літери *m, a, m i a* й об'єднати їх у простий фрагмент, який легко запам'ятати, — слово «мама». Це ніби заархівувати громіздкий комп'ютерний файл у форматі .zip. За цим простим фрагментом «мама» стоїть ціла симфонія нейронів, які навчилися «звучати» в одній тональності. Складні нейронні процеси, які об'єднують прості, абстрактні фрагменти інформації (що можуть як означати наприклад, абревіатури, так і стосуватися якихось ідей чи концепцій), — це значною мірою і є основа науки, літератури чи мистецтва.

Розгляньмо приклад. На початку ХХ століття німецький дослідник Альфред Вегенер завершив свою теорію дрейфу материків. Коли він проаналізував карти й опрацював дані, отримані з наукової роботи й досліджень, тоді усвідомив, що континентальні маси можна скласти разом в один великий пазл. Подібність гірських порід і скам'яніліх решток різних континентів утвердила його в цьому припущення. Складавши частини докупи, Вегенер дійшов висновку, що колись давно всі материки були об'єднані в одну суцільну континентальну масу. Із часом цей суперматерик розпався на частини, які дрейфували в різні боки й утворили сучасні континенти, розділені океанами.

Рух материків! Яке грандіозне відкриття!

Але якби Соломон Шерешевський прочитав про дрейф континентів, він не зrozумів би суті цього відкриття. Навіть якби він міг повторити кожне слово з теорії, сама концепція була б для нього занадто складною, тому що він не вмів достатньою мірою об'єднувати окремі структури пам'яті в концептуальні фрагменти.

Отже, **одним із перших кроків на шляху вивчення математики та природничих наук має бути формування концептуальних фрагментів — ментальних утворень, що об'єднують окремі одиниці інформації на основі їхнього значення⁵⁵.** Фрагментування

інформації, з якою наразі маємо справу, допомагає нашому мозкові ефективніше працювати. Коли ви утворите фрагмент на основі якоїсь ідеї чи концепції, далі не потрібно пам'ятати всі дрібні деталі: достатньо утримувати головну сутність цього фрагмента. Це так само, як одягатися вранці. Як правило, у нас промайне лише одна проста думка: «Я йду вдягатися». Але подумайте тільки, скільки складних дій треба виконати відповідно до цього нібито простого фрагмента.

Як же формувати фрагменти пам'яті тим, хто вивчає математику та природничі науки?

ОСНОВНІ ЕТАПИ ФОРМУВАННЯ ФРАГМЕНТІВ ПАМ'ЯТІ

Фрагменти, пов'язані з різними концепціями та процедурами, можна формувати в різний спосіб. Часто це доволі просто. Наприклад, фрагмент пам'яті сформований тоді, коли ви схопили ідею дрейфу материків.

Але ця книжка про те, як вивчати математику та природничі науки загалом, а не конкретно геологію, тому візьмімо за приклад такий ілюстративний фрагмент пам'яті, як *здатність до розуміння й роботи з певним типом завдань*.

Вивчаючи новий матеріал з математики чи природничих наук, ви майже завжди отримуєте типові зразки задач із готовими розв'язками. Так роблять тому, що перші спроби зрозуміти спосіб розв'язання певного типу завдань пов'язані з великим розумовим навантаженням, а повністю описаний приклад допомагає на старті. Так само ми використовуємо GPS-навігацію для орієнтації на незнайомій дорозі перед нами. У завданнях-зразках більшість деталей описано, а вам залишається тільки зрозуміти, чому розв'язувати потрібно саме в такий спосіб, як у прикладі. Так ви можете збагнути ключові принципи цього завдання.

Деякі викладачі не люблять давати студентам приклади розв'язаних задач або старі тести з відповідями, бо думають, що це все занадто спрощує. Проте є достатньо підтверджені того, що така опора допомагає студентам глибше збагнути сенс⁵⁶. Чому ж тоді кажуть не використовувати типових прикладів розв'язання, щоб формувати

фрагменти? Бо є побоювання, що все буде занадто просто та студенти не концентруватимуться на послідовності розв'язання й на логічних зв'язках між окремими його кроками. Пам'ятайте, що тут ідеться не про бездумне споживання готових шаблонів на зразок «роби, як тобі кажуть». Це більше схоже на використання путівника для подорожей у незнайомі місця. Якщо ви уважно придивлятиметеся до всього навколо, орієнтуючись за путівником, то за якийсь час усвідомите, що вже даєте собі раду самі. Ви навіть почнете вираховувати нові маршрути, які в путівнику не позначені.



Необроблена інформація



Запам'ятовування
без розуміння



Інформація фрагментована
й усвідомлена

© 2014 Kevin Mendez and Philip Oakley

Коли ми вперше стикаємося з новим матеріалом з математики чи природничих наук, він часом для нас не має сенсу, як на малюнку з елементами загального пазла ліворуч. Просте запам'ятовування факту, як на малюнку посередині, без розуміння контексту, не допоможе збагнути, про що насправді йдеться, тобто як той новий матеріал вписується в систему наших знань. Як видно на центральному малюнку, образ не має форми елементів пазла, які мають сполучатися з іншими частинками. **Фрагментування** (праворуч) — це ментальний прийом, що допомагає об'єднувати одиниці інформації на основі їхнього значення. Нова логічна цілісність полегшує запам'ятовування цілого фрагмента, а також дозволяє вклести цей фрагмент у ще більшу загальну мозаїку наших знань.

1. Перший етап фрагментації: просто сфокусуйтесь на інформації, яку хочете об'єднати у фрагмент⁵⁷. Якщо у вас під боком працює телевізор, якщо ви що п'ять хвилин заглядаєте в телефон чи комп'ютер і з кимось переписуєтесь, вам навряд чи вдасться сформувати фрагмент пам'яті, адже мозок недостатньо зосереджується на інформації. Коли ви вперше щось вивчаєте, то утворюєте нові нейронні схеми та сполучаєте їх із тими, що вже існують у різних зонах мозку⁵⁸. Ваш восьминіг не зможе вибудувати

тривкі зв'язки за допомогою своїх щупалець, якщо деякі з них зайняті іншими думками.

2. Другий етап фрагментації: зрозумійте основну думку фрагмента.

Це може бути загальна концепція, як дрейф материків, ідея про відношення сили до маси, економічний принцип попиту і пропозиції або ж певний тип математичної задачі. Хоча ця базова засада розуміння — підсумовувати головне — тяжко давалася Соломонові Шерешевському, для більшості студентів це цілком звична штука. Або принаймні вони здатні схопити головне тоді, коли черга у фокусованій і розпорощений режими мислення, бо це допомагає їм орієнтуватися в ситуації.

Розуміння — це ніби суперклей, який дозволяє тримати вкупі уламки пам'яті. Він створює великі й наповнені змістом фрагменти, пов'язані з багатьма іншими структурами пам'яті⁵⁹. Чи можна вибудувати фрагмент пам'яті без розуміння? Так, але з нього буде небагато користі, бо він не впишеться в нашу загальну систему знань.

Важливо усвідомлювати, що *розуміння того, як задача була розв'язана, не завжди створює фрагмент, який потім легко видобути з пам'яті*. Не плутайте раптове осяння в стилі «ага!» з грунтовними знаннями! (Саме тому ми часом схоплюємо щось, коли вчитель пояснює в класі, але якщо не поновимо в пам'яті той матеріал протягом достатньо короткого часу, він може знову стати незрозумілим на час підготовки до екзамену). Якщо закрити книжку й перевірити самого себе в розв'язуванні задач, це теж пришвидшить процес навчання на цьому етапі.

3. Третій етап фрагментації: створення контексту, щоб бачити не тільки як, але й коли використовувати цей фрагмент. Контекст — це вихід за межі початкового завдання й ширше бачення, практика з випадками, безпосередньо пов'язаними й не пов'язаними, із чого ми розуміємо, коли цей фрагмент придатний, а коли — ні. Це допомагає вписувати нещодавно сформований фрагмент у загальну картину. Інакше кажучи, у своєму арсеналі розв'язування завдань ви можете мати якийсь інструмент, але якщо не знаєте, коли його варто застосовувати, то не отримаєте користі. Зрештою, практика допомагає розширити нейронну мережу, пов'язану із фрагментом,

роблячи його не тільки міцним, а й досяжним у багато різних способів.

Можуть існувати фрагменти, пов'язані як із концепціями, так і з процесами, і вони підсилюють один одного. Розв'язування багатьох математичних задач допомагає зрозуміти, чому певні способи працюють саме так, а не інакше, або ж чому вони взагалі дієві. Розуміння базових концепцій спрощує розпізнавання помилок, коли ми їх припускаємося. (Повірте, ви робите помилки, і це нормально). Це також допомагає пристосувати наші знання до нових завдань — таке явище називається *трансфером*. Про трансфер ми ще поговоримо пізніше.

© Barbara Oakley



Щоб досягнути успіху у вивченні математики чи природничих наук, важливо застосовувати процеси навчання як згори донизу (узагальнення), так і знизу вгору (фрагментація).

Як видно з ілюстрації, навчання відбувається у двох напрямках. Існує **процес фрагментації (знизу вгору)**, коли практика й повторення допомагають нам вибудовувати та зміцнювати кожен фрагмент, а за потреби легко видобувати його з пам'яті. Є також **процес узагальнення (згори донизу)**, який дає можливість побачити, де можна застосувати вивчене⁶⁰. *Обидва процеси обов'язкові в опануванні матеріалу.* Контекст — це місце зустрічі навчальних процесів «знизу вгору» та «згори донизу». Під час фрагментації ми вчимося, як застосовувати певну техніку розв'язування завдань. Контекст учиє нас, коли застосовувати саме цю техніку, а не інші.

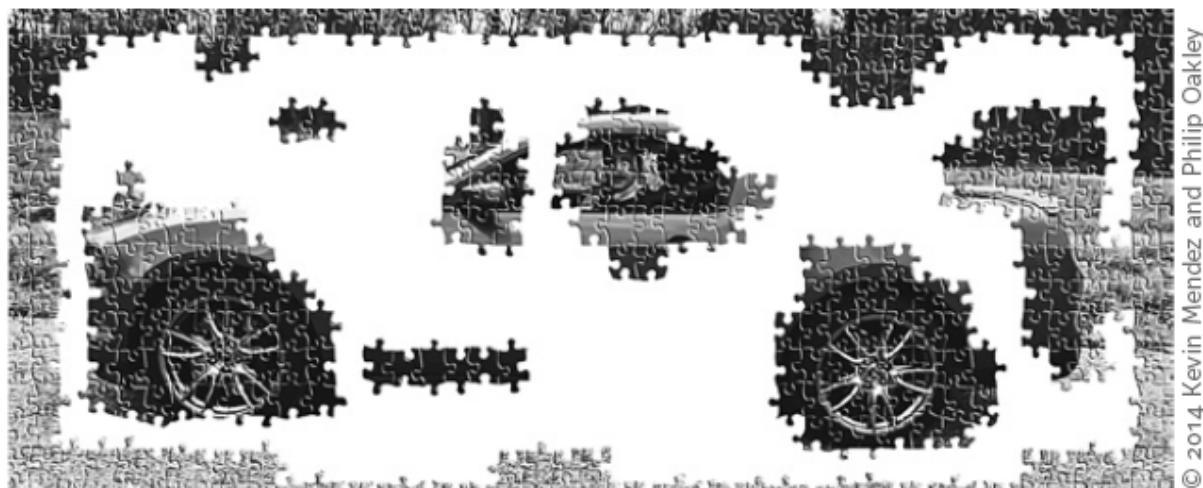
Це все базові кроки до створення фрагмента й інтегрування його в ширшу систему наших знань.

Але таких кроків є більше.

«А ТЕПЕР Я ПІДУ СПАТИ»

Я повторюю моїм студентам, що засвоєння основ бухгалтерського обліку — це як друкувати на клавіатурі. Справді, коли ми друкуємо, то не думаємо про власне процес: ми формулюємо свої думки, а пальці бігають по клавіатурі «само собою». Моя мантра — у кінці кожного заняття наголошувати, щоб студенти переглядали закони дебету-кредиту й балансове рівняння перед сном. Хай це буде останнє, що вони зроблять, перш ніж заснути. Ну, звісно, крім медитації чи молитви!

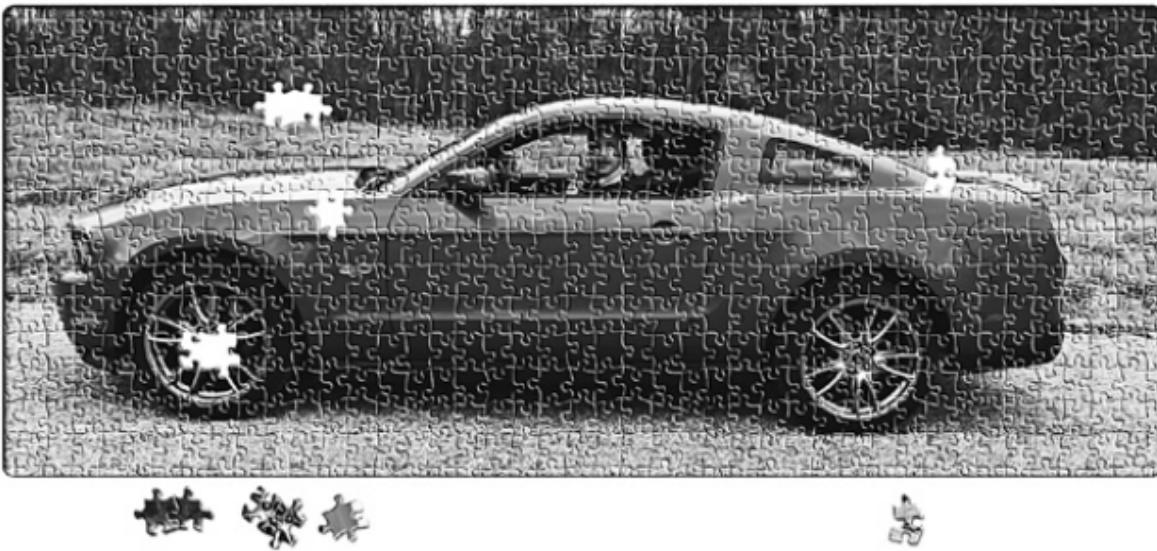
Дебра Гасснер Дрегон, викладачка бухгалтерського обліку, Делаверський університет



© 2014 Kevin Mendez and Philip Oakley

Переглядаючи розділ підручника або слухаючи добре підготовану лекцію, ви можете вималювати загальну картину. Це допоможе розуміти, як саме розташувати сформовані фрагменти. Передусім варто засвоїти головні тези у вигляді схем чи таблиць (у лекції хорошого викладача чи в якісному підручнику вони часто стоять на передньому плані). Зробивши це, візьміться за деталі. Навіть якщо кількох елементів пазла бракуватиме, ви все ж зможете побачити загальну картину.

© 2014 Kevin Mendez and Philip Oakley



ІЛЮЗІЯ ЗНАННЯ Й ВАЖЛИВІСТЬ ПРИГАДУВАННЯ

Спроба пригадати опрацьований матеріал є значно ефективнішою, ніж просто його перечитування⁶¹. Психолог Джефрі Карпіке зі своїми колегами показав, що багато студентів під час навчання стикаються з ілюзією знання. За результатами досліджень більшість студентів «постійно перечитують свої конспекти й підручники (хоч це й не дуже ефективний метод), але порівняно мало зусиль докладають до самоконтролю чи відтворення матеріалу з пам'яті»⁶². Якщо ви тримаєте перед собою розгорнену книжку (або зайшли в пошуковик), це створює ілюзію, ніби матеріал уже у вашому мозку. *Але це не так.* Дивитися в книжку легше, ніж напружувати пам'ять, тому студенти охоче тримаються своєї ілюзії, навчаючись у значно менш продуктивний спосіб.

Ось тому саме *бажання* засвоїти матеріал і велика кількість витраченого на це часу зовсім не гарантує того, що ви його справді вивчите. Як пише відомий психолог і експерт із питань пам'яті Алан Беделі, **намір учитися дастъ результа́т тольки́ тоді, коли**

**підкріплюватиметься застосуванням ефективної стратегії на-
вчання⁶³.**

Вам може здатися дивним, що підкреслювати головне слід дуже обережно, — інакше цей процес може бути не тільки неефективним, а й навіть дезорієнтувати. Не варто плекати ілюзії, що, підкресливши олівцем якусь інформацію, ви автоматично завантажуєте її до мозку. Перш ніж робити помітки в тексті, навчіться знаходити основні думки. Кількість підкреслень скоротіть до мінімуму — одне речення на абзац або ще менше⁶⁴. Дуже допомагають записи на полях, які узагальнюють головне⁶⁵.

Якщо періодично поновлювати в пам'яті головні думки замість пасивно перечитувати, можна зробити час ваших занять насиченішим та ефективнішим. Єдиний випадок, коли перечитування тексту може бути ефективним, — це коли між ним є значні часові проміжки, тобто воно стає «розтягнутим повторенням»⁶⁶.

Завжди виконуйте домашні завдання з математики чи природничих наук самостійно. Деякі підручники в кінці містять розв'язки, але до них варто заглядати тільки для перевірки свого результату. Це допоможе вам глибше вкоренити матеріал у пам'яті й зробити його швидко доступним у разі потреби. Саме тому викладачі приділяють стільки уваги розгляду домашнього завдання, коли студенти можуть обґрунтувати власне розв'язання. Завдяки цьому студент може обдумати свій хід розв'язання, що є одним із видів самоконтролю. Під час обговорення викладач може також дати вам корисні поради.

Якщо не хочеться довго чекати на повторення матеріалу, можна це робити в скороченому варіанті частіше. Для цього слід коротко пригадувати вивчене протягом дня, особливо якщо це щось нове та складне. Багато викладачів рекомендують після лекцій переписувати ввечері конспекти — якщо маєте таку можливість. Це допомагає закріпити нові фрагменти пам'яті й виявляє прогалини у ваших знаннях, які викладачі дуже люблять вишукувати під час екзаменів. Знати, у яких саме знаннях є прогалини, — перший крок до їх заповнення.

Коли матеріал добре закріплений, часові проміжки між добуванням його з пам'яті можуть розтягуватися на тижні чи місяці, а інколи ступінь фіксації може наблизжатися до «назавжди». Наприклад, під час

поїздки до Росії мені докучав набридливий таксист. Сама була в шоці, коли з моїх уст полилися такі слова, які я не вживала двадцять п'ять років, а про деякі взагалі не думала, що їх знаю!

ЗРОБІТЬ ЗНАННЯ ВАШОЮ ДРУГОЮ НАТУРОЮ

Різниця між вивченням матеріалу на лекції й застосуванням його до розв'язання реальних фізичних задач — саме це відрізняє звичайного студента від висококласного науковця чи інженера. Единий відомий мені спосіб здійснити цей стрибок — працювати зі своїми знаннями, аж поки вони не стануть вашою другою натурою, щоб користуватися ними як інструментом.

Томас Дей, професор звукотехніки, Музичний коледж Макнеллі й Сміта

Згодом ми поговоримо про корисні застосунки та програми, які можуть допомогти в навченні. Наразі варто знати, що добре розроблені програми для запам'ятовування (наприклад, Anki) передбачають достатні часові проміжки між повтореннями для ефективного вивчення матеріалу.

Один зі способів уявити цей тип вивчення й повторення поданий на ілюстрації оперативної пам'яті. Як ми вже згадували, оперативна пам'ять може утримувати одночасно приблизно чотири елементи.

© Barbara Oakley



Коли ви вперше трансформуєте якусь думку у фрагмент пам'яті, її неопрацьовані елементи займають всю оперативну пам'ять, як на малюнку ліворуч. Утворюючи фрагмент, ви простіше й ефективніше зв'язуєте ці елементи в мозку, як показано на ілюстрації посередині. Коли думка оформлюється у фрагмент пам'яті, як на правому малюнку, вона займає вже тільки одну «поличку». Думка стає суцільною «ниткою», за якою легко піти й розбудувати нові зв'язки. Решта оперативної пам'яті залишається вільною. Ця нова «нитка» в

певному сенсі розширює обсяг інформації, доступної оперативній пам'яті, — «поличка» оперативної пам'яті стає чимось на зразок гіперлінку, який веде на велику веб-сторінку⁶⁷.

Коли ми вперше вчимося розв'язувати якусь задачу, у цьому процесі буде задіяна вся наша оперативна пам'ять, як видно із хитросплетіння зв'язків між чотирма «поличками» оперативної пам'яті на малюнку ліворуч. Але щойно ми опануємо цей метод і оформимо його у фрагмент пам'яті — він стане однією ниткою думки, як на малюнку праворуч. Фрагментація задіює ресурси довготермінової пам'яті й таким чином вивільняє частину оперативної пам'яті для обробки іншої інформації. Коли потрібно, можна просто потягнути за нитку, залучити довготермінову пам'ять і швидко вибудувати нові логічні зв'язки.

Тепер ви розумієте, чому надзвичайно важливо, щоб саме ви розв'язували задачу, а не той, хто подав готове в підручнику? Якщо ви працюєте над задачею тільки зазираючи до відповідей і кажучи собі: «О, я вже розумію, чому тут так написали», — то розв'язання не буде справді вашим. Ви майже нічого не зробили, щоб інтегрувати ті методи у ваші нейронні мережі. Просто дивитися на готовий розв'язок і вважати, що вже вивчили метод, — одна з найпоширеніших ілюзій знання в навчальному процесі.

ВАША СПРОБА!

Що таке ілюзія знання

Анаграми — це перестановки літер слова в такий спосіб, щоб з нього вийшло щось зовсім інше. Скажімо, є таке речення: «Me, radium ace». Спробуйте переставити літери так, щоб вийшло ім'я знаменитого фізика⁶⁸. Вам це може коштувати чималих зусиль. Але якщо ви подивитеся на відповідь у примітках, відчуття на зразок «Ага!» може несвідомо схилити вас до думки, що ваші здібності до розгадування анаграм кращі, ніж є насправді.

Так само студенти часто вірять у те, що вчаться, коли просто перечитують підручник, який лежить перед ними. Вони мають ілюзію знання, тому що відповідь уже є перед очима⁶⁹.

Візьміть якусь тему з математики чи природничих наук у підручнику або в конспектах лекцій. Перечитайте її, відкладіть текст і спробуйте відтворити матеріал у пам'яті, одночасно намагаючись

розуміти те, що пригадуєте. Потім ще раз перегляньте текст і спробуйте знову.

Після цієї простої вправи вас може здивувати, наскільки таке звичайне пригадування часом допомагає покращити *розуміння* матеріалу.

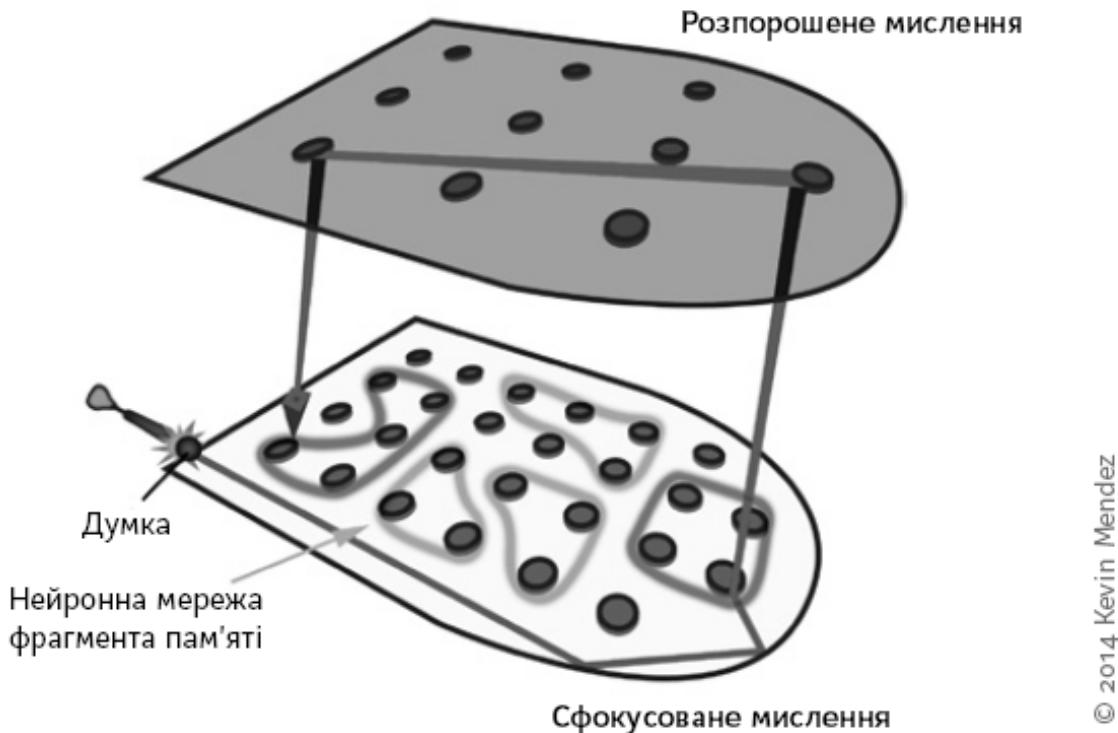
Треба добре закріпити інформацію в пам'яті, якщо ви прагнете опанувати матеріал так добре, щоб успішно скласти екзамени та вміти креативно використовувати здобуті знання⁷⁰. Здатність комбінувати фрагменти пам'яті по-новому лежить в основі багатьох інновацій. Стівен Джонсон у близькучій книжці «Звідки беруться хороші ідеї» (Where Good Ideas Come From) описує так званий «повільний прорив» — тихе довготривале нуртування процесів мислення, сфокусованого й розпорощеного, які згодом перетворюються на творчі стрибки (від Дарвінової теорії еволюції й до створення мережі World Wide Web⁷¹).

Ключем до «повільного прориву» є постійний ментальний доступ до різних аспектів якоїсь ідеї в пам'яті. Так окремі аспекти можуть поєднуватися з іншими в режимі експериментів і випадковостей, із чого може вийти прекрасна нова ідея⁷². Білл Гейтс та інші лідери галузі, як зазначає Джонсон, дозволяли собі довгі (тривалістю до тижнів) періоди читання, щоб одночасно утримувати в голові багато різноманітних ідей. Це розвивало їхнє творче мислення й допомагало свіжим, ще не забутим ідеям переплітатися між собою. (Важливо зазначити, що принципова різниця між креативним науковцем і технічно компетентним, але з браком уяви, полягає в різноманітності їхніх зацікавлень⁷³).

Що більша ваша внутрішня бібліотека фрагментів пам'яті, то вища здатність розв'язувати реальні завдання. Також коли ви матимете більше досвіду створення фрагментів пам'яті, то побачите, що спроможні створювати значно більші фрагменти — «нитки» думок стають довшими.

Ви можете подумати, що в кожному розділі математики та природничих наук стільки різної інформації й задач, що охопити це все просто нереально! Але щодо цього закон інтуїції твердить: «Щастя усміхається тим, хто пробує»⁷⁴.

Зосередьтеся на розділі, який вивчаєте. Ви побачите: щойно внесете перше завдання чи концепцію до бібліотеки своєї пам'яті — хоч би що то було, — наступний матеріал піде вже трохи легше. А ще наступний — ще легше. Звісно, не вдастся все й одразу, але легше стане обов'язково.



© 2014 Kevin Mendez

Створивши бібліотеку концепцій і розв'язань у вигляді фрагментів пам'яті, ви можете значно легше «перестрибувати» до правильних відповідей на питання, слухаючи «нашіптування» в розпорошенному режимі мислення. Розсіяний режим також допоможе вам зв'язати докупи два (чи більше) фрагменти і знайти нові способи вирішення нестандартних проблем.

Існує два способи розв'язувати завдання: перший — за допомогою логічного покрокового ходу думок, а другий — за допомогою «узагальненішої» інтуїції. Поступове розв'язання, у якому кожний крок свідомо веде до результату, побудовано на сфокусованому режимі мислення. Натомість інтуїція часто вимагає креативного, «розпорошеного» поєднання кількох, на перший погляд, різних думок зосередженого режиму.

Найскладніші завдання розв'язуються за допомогою інтуїції, тому що потребують відходу від звичних нам методів⁷⁵. Але пам'ятайте, що спосіб зв'язувати фрагменти в розсіяному режимі є напівдовільним, тому отримані з його допомогою результати слід ретельно перевірити засобами сфокусованого режиму. Інтуїтивні здогадки не завжди правильні!⁷⁶

Розбудовуючи свою бібліотеку фрагментів пам'яті, ви тренуєте мозок розпізнавати не лише конкретне завдання, а й *типи* чи *класи* завдань, щодо яких автоматично маєте напрацьовані способи розв'язання. Ви почнете бачити логічні схеми, які спрощують розв'язання, й усвідомите, що десь у глибинах пам'яті ховаються різноманітні заготовлені методи. Потім, перед екзаменами, ці методи легко видобувати з пам'яті й застосовувати.

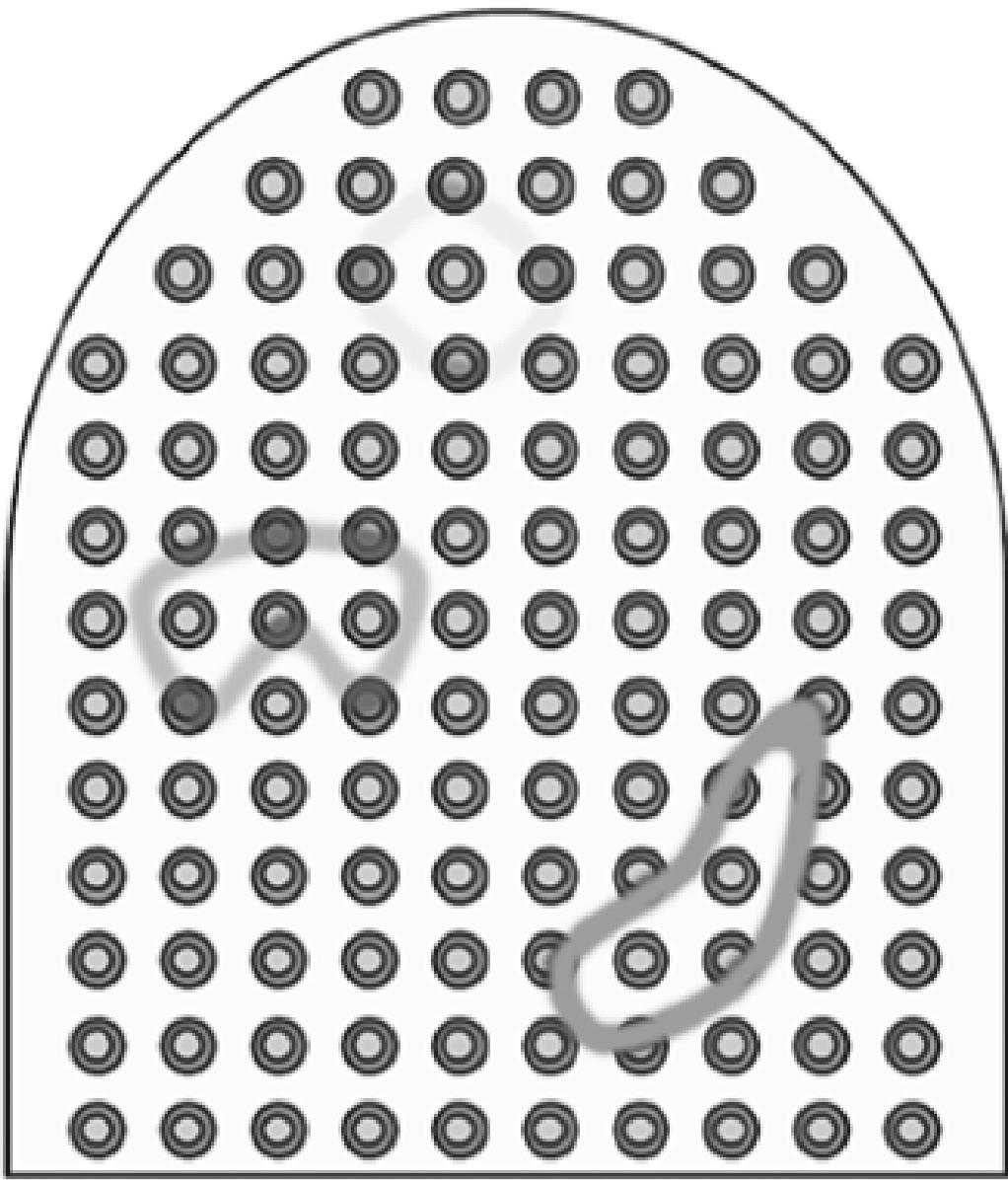
ВАША СПРОБА!

Що робити, коли не можеш схопити

Якщо ви не розумієте метод, представлений на занятті, зупиніться й поверніться трохи назад. Пошукайте в інтернеті, хто першим опрацював цей метод або хто його найдавніше застосовував. Спробуйте зрозуміти, як та людина дійшла такої ідеї й чому застосувала саме її. Часто ви зможете знайти просте пояснення, чому цього методу вчать і чому він може бути для вас корисним.

ПРАКТИКА ЗАКРІПЛЮЄ

Як я вже згадувала, самого лише *розуміння*, що відбувається, зазвичай *недостатньо* для створення фрагмента пам'яті. Що я маю на увазі, показано на наступній ілюстрації. Зображені там фрагменти (кола) є розширеними спогадами, які утворилися завдяки вашому розумінню. Інакше кажучи, фрагмент пам'яті — це просто складніший спогад. Угорі бачимо слабкий фрагмент. Він починає формуватися, коли ви зрозуміли матеріал і практично попрацювали над цим фрагментом раз чи два. У центрі фрагмент чіткіший. Це міцніша нейронна структура — результат тривалішої практики й застосування фрагмента в багатьох контекстах. Унизу фрагмент дуже чіткий. Завершений і добре вбудований у довготермінову пам'ять.



Розв'язувати задачі з математики і природничих наук — це як гра на фортепіано. Що більше ви займаєтесь, то стійкішими стають ваші структури пам'яті.

Між іншим, важливим є зміцнення структур пам'яті в межах дня від початку їхнього формування. Без закріплення фрагменти можуть швидко розпліватися. Згодом ми ще поговоримо про важливість інтервального повторення в навченні. Крім того, існує небезпека закріплення неправильної структури, якщо виконувати завдання одне за одним у неправильний спосіб. Саме тому дуже важливо все

перевіряти. Навіть отримання правильної відповіді може вас дезорієнтувати, якщо ви дійшли до неї за допомогою неправильних дій.

Важливість фрагментації пам'яті

Математика надзвичайно добре піддається «стисканню». Ви можете довгий час, крок за кроком, доходити таких самих результатів різними способами. Але щойно ви зрозумієте саму суть, зможете побачити це математичне явище як цілість, часто обсяг матеріалу ніби зменшується в багато разів, займаючи значно менше пам'яті. Засвоєні знання можна відкласти на якийсь час, швидко видобути з пам'яті в разі потреби, можна використовувати цей матеріал як один із кроків у якихось логічніших послідовностях. Інтелектуальні прориви, що йдуть пліч-о-пліч із цим «стисканням», — одне з тих явищ у математиці, які дають справжню насолоду⁷⁷.

Вільям Терстон, лауреат Медалі Філдса, найпрестижнішої відзнаки в математиці

Повторення та вправи, які є основою формування міцних фрагментів пам'яті, мають і мінус — можуть бути нудними. Ба більше: в руках поганого викладача на зразок мого вчителя математики пана Дивака практичні заняття можуть стати знаряддям жорстоких тортур. Але незважаючи на такі зловживання, практика все ж надзвичайно важлива. Усім відомо, що неможливо ефективно засвоїти базові навички гри в шахи, іноземних мов, музики, танців — насправді будь-чого вартісного — без повторень і вправ. Добрий вчитель спроможний роз tłumачити, чому повторення та вправи все ж варти докладених зусиль.

Крім того, щоб добре опанувати матеріал, обов'язковими є методи як «знизу вгору» (фрагментація), так і «згори донизу» (узагальнення). Нам усім подобається творчий підхід, ми хочемо навчатися через узагальнене бачення предмета. **Але неможливо навчитися математики чи природничих наук без потрібних годин практики й повторення, які допомагають створювати фрагменти пам'яті й становлять опору для ваших знань**⁷⁸.

Результати дослідження, опубліковані в журналі *Science*, дають ґрунтовне підтвердження цих слів⁷⁹. Студенти читали науковий текст і потім на практичному занятті намагалися відтворити в пам'яті

як найбільше інформації з нього. Потім ще раз перечитували текст і пригадували його, запам'ятовуючи ключові думки.

І що ж з того вийшло?

У межах таких самих часових проміжків студенти опановували значно більше й на глибшому рівні після занять з відтворення матеріалу в пам'яті, аніж коли застосовували інші методи — наприклад, просте перечитування тексту або складання блок-схем, які ніби мали би закріплювати змістові взаємозв'язки в тексті. Кращі результати були виявлені як за допомогою формальних тестів, так і під час звичайного самоконтролю.

Це свідчить на користь ідеї, до якої ми підводимо. Коли ми відтворюємо знання в пам'яті, то не працюємо як бездушні роботи: *сам процес відтворення містить глибинні процеси навчання й допомагає нам формувати фрагменти пам'яті⁸⁰.* Ще несподіванішим для дослідників було те, що *самі студенти вважали читання й відтворення прочитаного в пам'яті не найкращим методом навчання.* На їхню думку, найкращим мало бути складання блок-схем, що ілюструють логічні зв'язки між різними думками. Але коли ви намагаєтесь збудувати зв'язки між фрагментами ще до того, як базові частинки вкоріняться в пам'яті, нічого не вийде. Це те саме, що намагатися зрозуміти високі стратегії в шахах, коли ще навіть не знаєте, як фігури ходять⁸¹.

Практикування математичних і природничих тем чи завдань у різних ситуаціях допомагає будувати фрагменти пам'яті — стійкі нейронні структури з глибоким контекстом⁸². Для вивчення будь-якої дисципліни потрібно багато практики в різних контекстах. Це дасть вам можливість створити нейронні структури, які зроблять нову навичку частиною вашого мислення.

ТРИМАЙТЕ ЗНАННЯ «НА КІНЧИКУ ЯЗИКА»

Так склалося, що я використовував чимало навчальних методів, описаних у цій книжці. На останньому курсі університету я записався на курс фізичної хімії, й мене захопили обчислення. Я взяв собі за звичку розв'язувати всі завдання з підручника. Унаслідок цього добряче натренував свій мозок. У кінці семестру я

тільки кидав погляд на завдання — і вже знат, як його розв'язувати. Таку стратегію рекомендую студентам природничих наук, але не тільки. Я завжди наголошу на важливості вчитися щодня — не обов'язково тривалий час, але принаймні достатній, щоб тримати знання «на кінчику язика». Наведу приклад із білінгвізмом. Під час робочих поїздок до Франції мені потрібно кілька днів, щоб «розкрутити» власну французьку, і потім вона досягає потрібного рівня. Коли я повертаюся до Штатів і студент чи колега щось питає мене в перший чи другий день після приїзду, мені доводиться добирати англійські слова! Коли практикуєтесь щодня, інформація завжди на поверхні, тож ви не мусите її шукати в пам'яті.

Роберт Гемейч, заступник віце-президента з академічних питань, роботи зі студентами й міжнародних відносин, Массачусетський університет, Ловелл

ПРИГАДУЄМО МАТЕРІАЛ ЗА МЕЖАМИ НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ: ВАЖЛИВІСТЬ ПРОГУЛЯНОК

Фізична активність дуже допомагає, якщо ви не можете зrozуміти якусь важливу думку. Ми вже згадували раніше історії про значні наукові прориви, які відбулися під час прогулянки автора⁸³.

Крім того, якщо **відтворювати вивчене за межами звичних місць, можна побачити матеріал з іншої перспективи**. Люди часом втрачають підсвідомі «зачіпки», коли складають екзамен у приміщені, яке має інший вигляд, ніж звичні місця їхнього навчання. Обдумуючи вивчене в різному оточенні, ви звільняєтесь від шаблонів, пов'язаних із певним місцем, це також допоможе уникнути проблеми складання екзаменів у приміщені з незвичним виглядом⁸⁴.

Засвоювати теми з математики чи природничих наук може бути *простіше*, ніж запам'ятовувати китайські слова чи вивчати гітарні акорди. Завдання може «саме до вас промовляти», підказувати, що робити далі. У цьому сенсі розв'язування задач із математики і природничих наук нагадує танок. У танці можна *відчувати*, як власне тіло підказує наступний рух.

Різні типи завдань потребують різного часу для пригадування, що відповідатиме вашому індивідуальному темпові та стилеві навчання⁸⁵. І, певна річ, життя накладає на вас інші обов'язки, крім вивчення якоїсь теми. Вам доводиться визначати пріоритети, скільки ви

спроможні займатися наукою, а також пам'ятати про *важливість* знаходити час для відпочинку, щоб задіяти розпорошений режим мислення. Скільки матеріалу можна засвоїти за одиницю часу? У кожного по-різному. Але вищуканість математичних і природничих задач полягає в тому, що із кожним новим завданням розв'язувати їх стає легше, а ефективність занять зростає.

ОРГАНІЗОВУЙТЕ, ФРАГМЕНТУЙТЕ — І ДОСЯГАЙТЕ УСПІХУ

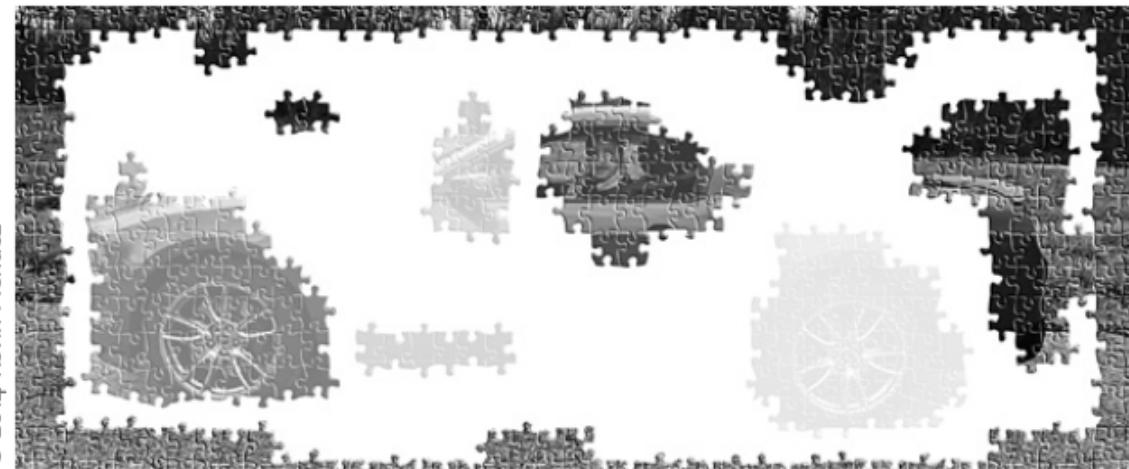
Перше, що я роблю зі студентами, які мають труднощі в навчанні, — переглядаю, як вони готують свої конспекти за лекціями та підручниками. Часто більшу частину першої зустрічі ми присвячуємо обговоренню способів організовувати інформацію у фрагменти пам'яті. Наступного тижня вони приходять із краще структурованим матеріалом, задоволені тим, який ефект це дає.

Джейсон Дічент, доктор наук, керівник курсу з популяризації здорового способу життя,
Школа медсестер Пітсбурзького університету

ЧЕРГУВАННЯ РІЗНИХ ЗАВДАНЬ І ВПРАВИ ПОНАД МІРУ

Ще один важливий прийом — це чергування⁸⁶. **Чергування означає виконання різних завдань, що вимагають різних стратегій.**

Коли ви вивчаєте нову тему (на занятті чи з підручника), ви, як правило, опановуєте нову техніку розв'язування завдань і якийсь час практикуєте її. Продовження роботи над темою після її достатнього опанування називається «надмірним» навчанням. «Надмірне» навчання може мати свій сенс — наприклад, щоб довести до автоматизму тенісний удар чи виконання фортепіанного концерту. Але будьте обережні із цими «надмірностями» у математиці й природничих науках, коли вивчаєте ту саму тему: дослідження показують, що це може обернутися марним витрачанням цінного часу⁸⁷. (Оптимальний варіант — повторення матеріалу вкупі з іншими підходами вже під час вивчення наступної теми).



© 2014 Kevin Mendez

Якщо створення фрагмента пам'яті не підкріплювати практикою, важко скласти узагальнений образ: його частини просто занадто слабкі.

Якщо ви засвоїли матеріал, але невпинно практикуєте його далі під час вивчення тієї самої теми, це не обов'язково зміцнює структури у вашій довготерміновій пам'яті, як ви сподіваетесь. Ба більше: зосередження на якісь одній техніці схоже на вивчення столярної справи із використанням самого лише молотка. Існує ймовірність за якийсь час повірити в те, що все на світі можна відремонтувати лише правильними ударами⁸⁸.

Насправді опанувати нову тему означає навчитися вибирати й використовувати відповідну техніку розв'язання. Єдиний спосіб цього навчитися — розв'язувати завдання, що вимагають *різних* технік. Щойно ви опанували основи якоїсь техніки (щось на зразок їздити на велосипеді з допоміжними коліщатками), почніть чергувати у своїй практиці завдання різних типів⁸⁹. Інколи це зробити доволі складно. Наприклад, певний розділ книжки часто присвячений окремій техніці, і, перегортаючи сторінку, ви вже знаєте, яка саме техніка застосовуватиметься⁹⁰. Але зробіть усе можливе, щоб «міксувати» навчання. Можливо, корисно зазирнути до складніших завдань, які часом подають у кінці розділу. Можна звертати особливу увагу на те, чому деякі задачі потребують іншої техніки розв'язання, ніж інші. Варто привчити мозок до думки, що недостатньо просто знати, як застосовувати певну техніку: потрібно також знати, коли її слід застосовувати.

Прикладом може бути робота з картками, на яких на одному боці написано умову задачі, а на другому — розв'язання. Такі картки варто перемішати, і тоді перед вами буде випадкова послідовність різних технік, які ваш мозок має пригадати. Перевірте, скільки розв'язків ви зможете записати на папері після першого перегляду карток (на зворот не зазирати!). Згодом, після досягнення певного рівня майстерності, можете знову переглядати картки де завгодно, навіть під час прогулянок. Перечитуйте завдання та пробуйте пригадати послідовність його розв'язання, у разі потреби перевертаючи картку для самоконтролю. Таким чином ви закріпите нові фрагменти пам'яті. Ще один спосіб — розгорнути книжку на довільній сторінці й спробувати розв'язати задачу, якщо вдастся, не дивлячись ні на що інше, крім самого завдання.

ВІДДАВАЙТЕ ПЕРЕВАГУ ЧЕРГУВАННЮ ЗАМІСТЬ ТОПТАННЯ НА МІСЦІ

Психолог Даг' Рорер з Університету Південної Флориди, який здійснив ґрунтовні дослідження щодо чергування й «надмірного» навчання в математиці й природничих науках, зазначає: «Багато хто думає, що під "надмірним" навчанням розуміють просто "багато вчитися, аж поки не прийдуть знання". Але в публікаціях результатів досліджень цей термін означає стан, коли після досягнення певного критерію студент усе ж продовжує займатися. Наприклад, ви правильно розв'язали математичну задачу й одразу беретеся розв'язувати ще кілька того самого типу. Хоча розв'язування більшої кількості задач такого самого типу часто дає кращі результати на тестах, проте якщо братися за дуже багато схожих задач одна за одною, ефект буде значно слабший. У навчальному закладі чи вдома студенти хочуть вивчити якнайбільше за одиницю витраченого часу, тобто намагаються досягти якнайвищого коефіцієнта корисної дії. Як їм це отримати? Наукова література на це питання дає недвозначну відповідь: не присвячуйте якісь одній навичці чимало годин навчання чи практики — краще розділіть цей час на кілька коротших сеансів. Це зовсім не означає, що довгі навчальні періоди — принципово погана ідея. Таке навчання не шкодить, якщо студент не присвячує

забагато часу тій самій навичці. Щойно студент зрозумів матеріал А, нехай переходить до матеріалу Б, а до А повертається якогось іншого дня»⁹¹.

Дуже корисно записувати базову концепцію, розв'язання чи схему від руки. Є підтвердження того, що записування від руки більше сприяє запам'ятовуванню, ніж друкування на клавіатурі⁹². Також від руки легше записувати певні символи, наприклад Σ чи Ω , аніж шукати їх у символах і вставляти (якщо, звичайно, ви не користуєтесь ними так часто, що пам'ятаєте «швидкі клавіші»)⁹³. Якщо ви згодом захочете сфотографувати чи зісканувати зроблену від руки нотатку з питанням і відповіддю та вставити її до програми тренування пам'яті на вашому комп'ютері чи смартфоні, це теж зробити доволі легко. Пам'ятайте: одна з поширених ілюзій знання полягає в тому, щоб продовжувати тренувати навички, яких ви вже набули, адже розв'язувати знайомі завдання легко, і це дає відчуття успіху. Якщо чергувати різні теми (наприклад, готовуючись до тесту, розв'язувати завдання з різних розділів підручника), інколи може скластися враження, що це ускладнює навчання. Але насправді так ви засвоюєте «глибше».

УНИКАЙТЕ ІМІТАЦІЇ РЕЗУЛЬТАТУ: ПРАКТИКУЙТЕ «ПЕРЕМИКАННЯ ПЕРЕДАЧ» У МОЗКУ

Часто студентам, виконуючи домашні завдання, доводиться розв'язувати по десять ідентичних задач одна за одною. Після другої чи третьої вони перестають думати: просто наслідують те, що виконували в попередніх. Я їм раджу робити так: якщо ви працюєте над розділом 9.4, то після виконання кількох задач поверніться до 9.3 та розв'яжіть щось звідти. Далі ще трохи попрацюйте над розділом 9.4, а потім розв'яжіть щось із 9.1. Це дасть вам уміння інтелектуального «перемикання передач» — саме те, що потім знадобиться на екзамені.

Мені також здається, що багато студентів виконують домашні завдання просто аби їх позбутися. Вони розв'язують задачі, перевіряють відповідь у кінці підручника, усміхаються й переходять до наступної. Я рекомендую додати ще один крок після усмішки.

Запитати себе: «Чи знати би я, що ця задача розв'язується саме так, якби отримав її на тесті в загальному переліку й гадки не мав, із якого вона розділу?». Студенти мають бачити кожну задачу крізь призму підготовки до іспиту, а не просто як завдання, яке треба виконати зараз.

Майк Розенталь, старший викладач математики, Міжнародний університет Флориди

Підсумовуємо прочитане

- Практика допомагає вибудовувати міцні нейронні структури — так звані фрагменти пам'яті.
- Практика дає вам інтелектуальну гнучкість і вправність, потрібні під час екзаменів.
- Головні складники утворення фрагментів пам'яті:
 - сфокусованість;
 - розуміння основної думки;
 - практика, яка допоможе побачити узагальнений контекст.
- Звичайне пригадування — відновлювати в пам'яті головне без підглядання в текст — є одним з найефективніших способів формування фрагментів пам'яті.



У певному сенсі пригадування допомагає будувати своєрідні нейронні гачки, на які можна «чіпляти» думки.

Закріплюємо знання

Як фрагменти пов'язані зі структурами пам'яті?

Подумайте про яку-небудь тему, яка вас захоплює. Опишіть пов'язаний із цією темою фрагмент пам'яті, який спочатку було важко засвоїти, але тепер він видається доволі простим.

У чому полягає різниця між підходами «згори донизу» та «знизу вгору» в навченні? Чи якийсь із цих підходів є кращим за інший?

Чи достатньо *розуміння*, щоб формувати фрагменти пам'яті?
Поясніть чому.

Що для вас найчастіше буває ілюзією знання в навченні? Яку стратегію можна застосувати, щоб не піддаватися цій ілюзії в майбутньому?

Робимо паузу та пригадуємо

Перебуваючи в родинному колі, з друзями чи однокласниками, розкажіть щось із того, що ви вивчили, — наприклад, щось із цієї книжки або з підручника. Розповідаючи про те, що вивчаєте, ви не тільки підживлюєте власний ентузіазм і передаєте його іншим: це також прояснює й цементує думки у вашій голові, щоб ви краще пам'ятали їх наступні тижні й місяці. Навіть якщо предмет вашого штудіювання дуже складний, спрощене пояснення для тих, хто не має відповідної освіти, може в дивовижний спосіб активізувати саме ваше розуміння.

ІСТОРІЯ ПОЛА КРУЧКО, АБО ЯК УПОРАТИСЯ З ТРАВМОЮ МОЗКУ Й НАВЧИТИСЯ ВЧИТИСЯ В УМОВАХ ОБМЕЖЕНОГО ЧАСУ

«Я ріс у бідній неблагополучній сім'ї. Ледве зміг закінчити школу. Потім пішов до армії, де мене відправили служити в Ірак. Наш взвод натрапив на встановлені біля дороги вибухові пристрої: вісім із дванадцяти вибухів дісталися машині, у якій їхав я. Завдяки щасливому випадкові я зустрів мою чудову дружину. Це спонукало мене залишити військову службу та створити сім'ю. Але проблема була в тому, що я не знав, що мені робити. До того ж після повернення додому в мене почалися труднощі з концентрацією, сприйняттям інформації, з'явилася дратівливість, якої я раніше не мав. Інколи мені ледве вдавалося завершити речення. Згодом я прочитав про солдатів, які після повернення з Іраку чи Афганістану мали проблеми з прихованою черепно-мозковою травмою.



© Paul Kruchko

Пол Кручко з дружиною і доно́йкою, які допомогли йому відшукати мотивацію та змінити своє життя.

Я вступив на курс комп'ютерної техніки й електроніки. Моя травма була настільки серйозна, що на початку доводилося докладати значних зусиль, щоб розуміти хоч щось.

Але ці муки насправді виявилися порятунком: навчання щось зробило з моїм мозком. Здається, розумова концентрація — хоч би як тяжко вона мені давалася — перелаштувала мій мозок і допомагала йому вилікуватися. Як на мене, цей процес нагадував заняття в спортзалі, де фізичні зусилля спричиняють підживлення м'язів і зростання витривалості. Коли мій мозок вилікувався, я закінчив навчання з відзнакою й отримав цивільну роботу — спеціаліста з електроніки.

Згодом я вирішив повернутися до навчання та здобути освіту інженера. Математика — особливо математичний аналіз — має значно вагоміше значення, коли вчишся на інженера, а не на звичайного техніка. Саме тоді мої прогалини в математиці ще зі шкільних часів далися взнаки.

На той час я був одружений, недавно став батьком і працював на повний робочий день. Найбільшою проблемою тоді вже був не просто брак знань, а ефективне використання часу. Я мав тільки кілька годин на день для засвоєння значно складнішого матеріалу, ніж усе, що вивчав раніше. Після кількох важких випробувань (за курс із диференціальних рівнянь отримав найнижчий прохідний бал!) я почав підходити до навчання стратегічніше.

Щосеместру я брав від викладачів навчальні плани й починав читати підручники принаймні за два-три тижні до початку курсу. Я намагався щонайменше на один розділ випереджати курс, хоча посеред семестру часто це просто неможливо. Практичне розв'язування задач (формування фрагментів пам'яті) — це було найголовнішим. Протягом занять я поступово виробив правила, які дали мені можливість завершити навчання. Зараз моєю метою є побудувати кар'єру, щоб забезпечувати сім'ю, а ці методи допомагають досягти поставленої цілі».

Методи Пола для навчання в умовах обмеженого часу

1. Перечитуйте домашні чи тестові завдання перед розв'язуванням.

Перечитування допомагає мені «розігріти двигун» мозку для сприйняття нового матеріалу.

2. Переглядайте конспекти.

Намагайтесь не пропускати лекцій. Одна година на лекції варта двох годин читання підручника. Я навчаюся значно ефективніше, коли регулярно ходжу на лекції й роблю детальні конспекти (а не просто дивлюся на годинник і тільки чекаю, коли вже кінець). Я переглядаю конспекти наступного дня, коли матеріал у моїй пам'яті ще свіжий. Ще зауважив, що півгодини, проведені з викладачем, який ставить тобі питання, варти трьох годин читання підручника.

3. Переглядайте розв'язки задач із ваших конспектів.

Мені ніколи не допомагало розв'язування задач із підручника чи від викладача, коли до них немає відповідей, — так бракує зворотного зв'язку. У готових прикладах я знаходжу покрокову логіку розв'язання. Робота з розв'язками зміцнює фрагменти пам'яті. У навчанні я використовую ручки різних кольорів — синю, зелену, червону, але не чорну. Я зауважив, що це допомагає мені краще

зосереджуватися на читанні конспектів: кольорами я виділяю те, що впадає в око. Воно більше не зливається в суцільний математичний хаос, у якому складно побачити сенс.

4. Виконуйте домашні завдання і практикуйтесь з питаннями до іспитів чи тестів. Це «накачує м'язи» пам'яті для розв'язування завдань певних типів.

52 Luria 1968.

53 Beilock 2010, p. 151–154.

54 Діти навчаються завдяки концентрації, але вони також використовують розпорошений режим мислення з нижчим рівнем контролю, щоб навчатися навіть тоді, коли не зосереджуються (Thompson-Schill et al. 2009). Інакше кажучи, виглядає на те, що діти не потребують настільки частого застосування сфокусованого мислення, як дорослі, коли вивчають іншу мову, і саме тому, можливо, малятам легше опановувати нові мови. Але вже після раннього дитинства для вивчення мови принаймні якась кількість зосередженої праці все ж потрібна.

55 Guida et al. 2012, ч. 8. Нещодавно Сінь Цзінь, Фатуель Текуапетла і Руї Коста дослідили, як нейрони базального ядра відіграють важливу роль у сигналізуванні про поєдання окремих елементів у поведінкову схему, що є основою створення фрагментів пам'яті (Jin et al. 2014). Руї Коста отримав грант 2 мільйони євро на вивчення механізму фрагментації пам'яті, тому стежитимемо за розвитком його досліджень.

56 Brent and Felder 2012; Sweller et al. 2011, chap. 8.

57 Алессандро Гуїда і його колеги (2012, с. 235) зауважили, що утворення фрагментів пам'яті на початковому етапі пов'язане з оперативною пам'яттю, яка працює в передній частині мозку, і є результатом сконцентрованої уваги, яка допомагає оформити фрагменти. У процесі набуття навичок ці фрагменти починають осідати в довготерміновій пам'яті, пов'язаній із середніми зонами мозку. Зовсім інший аспект пам'яті охоплює нейронні коливальні ритми, які допомагають пов'язати інформацію перцептивного й контекстуального характеру з різних зон мозку (Nyhus and Curran 2010). Див. у Cho et al. 2012 про дослідження розвитку швидкості відтворення інформації під час розв'язування арифметичних завдань у дітей.

58 Baddeley et al. 2009, chap. 6; Cree and McRae 2003.

59 Baddeley et al. 2009, p. 101–104.

60 «Широкомасштабну перспективу», про яку я пишу, можна розуміти як когнітивний шаблон. Див. Guida et al. 2012, зокрема розділ 3.1. Природно, що шаблони в математиці й природничих науках у середньому аморфніші, ніж, наприклад, у шахах. Як зазначає Гуїда, фрагменти пам'яті можуть утворюватися дуже швидко, але шаблони, які вимагають функціональної реорганізації, потребують часу — принаймні п'ять тижнів або більше (Guida et al. 2012). Див. також дискусію щодо схем у Cooper and Sweller 1987; Mastascusa et al. 2011, p. 23–43. Також корисною для розуміння цих ідей є дискусія у Bransford et al. 2000, chap 2. Попередні знання можуть допомогти у вивченні чогось нового й пов'язаного з ними, але пресупозиція також може певною мірою перешкоджати, адже не так просто змінювати вже наявні схеми. Зокрема це помітно у студентів на прикладі закріплених у пам'яті помилкових уявлень про фізичні явища, які доволі важко змінити (Hake 1998; Haloun and Hestenes 1985). Пол Пінтріч і його колеги (1993, с. 170) зазначають: «Учень наштовхується на певний парадокс. З одного боку, уже наявні знання потенційно можуть чинити опір змінам усталених шаблонів, але з другого — вони також є певними структурами, якими учень може скористатися в інтерпретації й розумінні нової інформації, потенційно конфліктної з наявною».

61 Geary et al. 2008, p. 4–6, 4–7; Karpicke 2012; Karpicke et al. 2009; Karpicke and Grimaldi 2012; Kornell et al. 2009; Roediger and Karpicke 2006. Огляди див. у McDaniel and Callender 2008; Roediger and Butler 2011.

62 Karpicke et al. 2009, p. 471. Див. також ефект Даннінга—Крюгера, за яким некомпетентні люди схильні помилково завищувати свій рівень знань. Dunning et al. 2003; Kruger and

Dunning 1999; Ehrlinger et al. 2008; Bursonet et al. 2006.

63 Baddeley et al. 2009, p. 111.

64 Dunlosky et al. 2013, sec. 4.

65 Longcamp et al. 2008.

66 Dunlosky et al. 2013, sec. 7.

67 Див. зокрема Guida et al. 2012, де описано, як експерти вчаться використовувати довготермінову пам'ять для розширення оперативної пам'яті. Див. також Geary et al. 2008, 4–5, де зазначено: «Обсяг оперативної пам'яті обмежує математичні можливості, але практика може подолати ці обмеження за допомогою досягнення автоматизму».

68 Анаграма — madame Curie. В інтерпретації Мейрана Крауса на fun-with-words.com/anag_names.html.

69 Джейфрі Карпіке разом зі співавторами (2009) припускає існування зв'язку між ілюзією знання в навчанні й складністю анаграм, які людина здатна розгадати.

70 Генрі Рьюдігер і Мері Пік (2012, с. 243) зазначають: «Викладачі в педагогічних видах і звичайні педагоги часто переймаються креативністю своїх студентів, що є дуже благородною метою. Навчальні методики, які обґрунттовуємо ми, дають кращі результати в базовому навчанні, засвоєнні концепцій і фактів. Деято критикував ці методи як такі, що схиляються більше до “зубріння” й “механічного запам'ятування”, ніж до креативного синтезу. Чи не повинна освіта виховувати в учнів відчуття прекрасного, потяг до відкриттів і творчість? Відповідь — так, поза всяким сумнівом, але ми все ж дотримуємося думки, що міцна база знань є основою для творчості в певній сфері. Студент не спроможний до творчих відкриттів у жодній сфері без вагомого багажу фактологічних і концептуальних знань. Не обов'язково має існувати конфлікт між вивченням фактів і концепцій та творчим мисленням. Ці два поняття є символічними».

71 Geary 2005, chap. 6; Johnson 2010.

72 Johnson 2010, p. 123.

73 Simonton 2004, p. 112.

74 Це мое перефразування відомого в науці мотиву. Сантьяго Рамон-і-Кахаль цитував Дюкло: «Удача всміхається не тим, хто її прагне, а тим, хто на неї заслуговує». Далі Кахаль додав: «У науці, як і в лотереї, виграє той, хто робить найбільше ставок, тобто, за аналогією, саме той, хто постійно старанно працює на своєму полі» (Ramón y Cajal 1999, с. 67–68). Луї Пастер писав: «У сфері спостереження щастя завжди на боці підготовленого розуму». Схожі мотиви зустрічаємо в прислів'ї латинського походження «Удача любить сміливих» і в девізі британської Спеціальної повітряної служби «Хто сміливий, той перемагає».

75 Kounios and Beeman 2009 [1897]; Ramón y Cajal 1999, p. 5.

76 Rocke 2010.

77 Thurston, 1990, p. 846–847.

78 Див. фундаментальну працю Карла Андерса Ерікссона про розвиток компетентності (Ericsson 2009). Щодо популярних проникливих підходів до розвитку талантів див. Coyle 2009; Greene 2012; Leonard 1991.

79 Karpicke and Blunt 2011a; Karpicke and Blunt 2011b. Додаткова інформація: Guida et al. 2012, p. 239.

80 Цікаво, що передні ділянки лівої півкулі мозку проявляють активність під час запам'ятування інформації, тоді як відповідні ділянки правої півкулі активізуються в процесі пригадування. Це було підтверджено багатьма дослідниками, які використовували різні методики (Cook 2002, p. 37). Можливо, пригадування закладає початки логічних зв'язків, схожих до розпорощеного режиму мислення? Див. також Geary et al. 2008, с. 4–6 до 4–7.

81 Звісно, тут є певні застереження. Наприклад, якщо студент має пригадати матеріал, щоб визначити, що саме потрібно подати в блок-схемі. Поза всяким сумнівом, існують також міждисциплінарні відмінності. До опрацювання певних тем — як-от комунікаційні процеси в біологічних клітинах — згодяться підходи на основі блок-схем.

82 Brown et al. 1989.

83 Johnson 2010, p. 110.

84 Baddeley et al. 2009, chap. 8.

85 Кен Кедін'гер, викладач Університету Карнегі—Меллон, що спеціалізується на психології та взаємодії «людина–комп’ютер», зазначає: «Для максимально ефективного запам’ятування найкраще завантажувати студента матеріалом протягом коротких сеансів, поступово подовжуючи перерви між ними. Різні види інформації — як-от абстрактні концепції й конкретні факти — вимагають різних часових схем у вивченні» (цитата за Paul 2012).

86 Dunlosky et al. 2013, sec. 10; Roediger and Pyc 2012; Taylor and Rohrer 2010.

87 Rohrer and Pashler 2007.

88 Виглядає на те, що «концентрований» спосіб подачі матеріалу створює ілюзію педагогічної компетентності. Студенти ніби швидко вчаться, але, як показують дослідження, так само швидко забувають. Редігер і Пік (2012, с. 244) пишуть: «Ці результати пояснюють, чому викладачі й студенти піддаються оманливій привабливості навчальних стратегій, які є неефективними в довгостроковій перспективі. Коли ми звертаємо увагу на методи навчання, то схильні обирати ті, які роблять навчання простим і швидким. Саме так відбувається із концентрованим або блоковим опрацюванням матеріалу. Проте для кращого довгострокового засвоєння варто все ж розподіляти навчання на сеанси, віддаленіші в часі, а також чергувати різні аспекти. Студентам такий метод видається обтяжливішим. Справді, “розтягнуті” методи ускладнюють навчання, але результатом є краще запам’ятування матеріалу в довгостроковій перспективі».

89 Rohrer et al. 2013.

90 Даг Рорер і Гарольд Пашилер (2010, с. 406) спостерегли: «...Чергування різновидів задач (що доволі рідко трапляється в підручниках із математики та природничих наук) суттєво підвищує ефективність навчання».

91 Carey 2012.

92 Longcamp et al. 2008.

93 Приклади див. на usefulshortcuts.com/alt-codes.

5. БОРОТЬБА З ВІДКЛАДАННЯМ НА ПОТИМ

Як із власних обтяжливих звичок (зомбі) зробити собі помічників

Протягом століть миш'як був улюбленою зброєю вбивць. Від краплі миш'яку на ранковій канапці можна було померти важкою смертю того самого дня. Тому уявіть собі шок учасників 48-ї конференції Німецької асоціації мистецтв і наук у 1875 році, коли двоє чоловіків перед аудиторією спокійнісінько ковтнули більш ніж подвійну смертельну дозу миш'яку. Наступного дня ті чоловіки прийшли на конференцію цілком здоровими й усміхненими. Аналіз сечі показав, що вони не ошукали присутніх. Ці двоє справді прийняли отруту⁹⁴.

Як це можливо — проковтнути отруту й залишитися живим, ба навіть здоровим?

Відповідь на це запитання пов'язана... із прокрастинацією. Розуміння певних аспектів когнітивної психології цього явища, як і розуміння дії отруйних речовин, може допомогти нам ужити запобіжних заходів.

У цьому й наступному розділах я навчу вас боротися з відкладанням на потім методами ледачої людини. Ви дещо дізнаєтесь про внутрішніх зомбі — рутинні звички, до яких вдається мозок під впливом певних чинників. Ці зомбозвички часто спрямовані на те, щоб зробити кращим ваше «тут і зараз». Як ви побачите, таких зомбі можна залучити до боротьби з прокрастинацією, коли вам це потрібно (не кожне відкладання на потім є поганим)⁹⁵. Потім, за принципом чергування, ми присвятимо ще один розділ покращенню навичок фрагментації пам'яті, після чого знову повернемося до відкладання (зробимо висновки, поділимось порадами й прийомами).

Насамперед варто зауважити: на відміну від стану відкладання на потім, у який увійти легко, сила волі — непроста штука, бо потребує значної кількості психологічних ресурсів. Тобто в боротьбі з прокрастинацією *останнє*, що ви маєте робити, — це близкати на нього силою волі, ніби дешевим освіжуващим повітря. Не слід витрачати на це силу волі, крім виняткових ситуацій! А найважливіше, як ви побачите, у цьому немає потреби.

Отрута. Зомбі. Що може бути кращим?
О, і ще експерименти! Хіба це не захоплює?

ВІДВОЛІКАННЯ Й ВІДКЛАДАННЯ НА ПОТІМ

Прокрастинація — одна з найбільших проблем нашого покоління. У нашому житті дуже багато відволікальних чинників. Я завжди думаю: «Перш ніж узятися за домашні завдання, перевірю фейсбуک, твітер, тамблер і пошту». І не помічаю, як пролітає щонайменше година. Навіть уже почавши роботу, я все одно не закриваю вкладки сайтів, які мене відволікають.

Я мушу знайти спосіб сконцентруватися на навчанні й домашніх завданнях. Думаю, багато залежить від оточення й часу. Не варто відкладати все на останню хвилину.

Студент курсу математичного аналізу

ВІДКЛАДАННЯ Й ДИСКОМФОРТ

Уявіть стан своїх м'язів, якщо перше тренування перед першим марафоном ви відкладаєте на ніч перед стартом. Так само *не можна досягти успіху в математиці чи природничих науках, якщо братися за все в останню хвилину*.

Для більшості студентів цих наук навчання побудоване на двох основних станах: коротких уроках, під час яких закладаються нейронні «цеглини», і періодах поміж сеансами, коли застигає «будівельний розчин». Це означає, що відкладання — надзвичайно актуальна проблема для *багатьох* студентів⁹⁶ — становить особливу загрозу для студентів математики і природничих наук.

Ми відкладаємо на потім те, що приносить нам дискомфорт⁹⁷.

Дослідження показали, наприклад, що люди, які ненавидять математику, уникають її тому, що навіть думати про неї для них здається нестерпним. Больові точки їхнього мозку вмикаються від самого лише наміру зайнятися математикою⁹⁸.

Але є одна важлива деталь. Нестерпним було *передчуття*. Коли такі люди починали займатися математикою, відчуття болю минало.

Експерт із психології відкладання Рита Еметт пояснює: «Страх перед певним заняттям може забирати більше часу й енергії, ніж саме заняття»⁹⁹.

Уникання чогось нестерпного може здатися цілком розсудливим. Однак довготермінові наслідки цього можуть, на жаль, бути небезпечними.

Ви не бажаєте займатися математикою, бо вам стає нестерпною сама думка про неї. Ви відкладаєте підготовку до екзаменів, а у вирішальний день вас трясе, тому що ви не заклали в мозку відповідні нейронні структури, потрібні для відчуття обізнаності в матеріалі. І ваші шанси на стипендію тануть.

Можливо, вам сподобалася би кар'єра, пов'язана з математикою і природничими науками, але ви опускаєте руки й обираєте інший шлях. Ви розповідаєте всім про те, як не можете опанувати математику, хоча насправді причина в тому, що ви дозволили прокрастинації оволодіти собою.

Відкладання на потім є особливою поганою звичкою, що має суттєвий вплив¹⁰⁰. Звичкою, що впливає на багато важливих сфер вашого життя. Позбудьтесь її — і з часом ви відчуєте безліч інших позитивних змін.

Є ще дещо дуже важливе. Цілком природно не любити те, чого ви не вмієте. Однак **що краще ви це опановуєте, то більше насолоди вона вам дає.**

ЯК МОЗОК ВІДКЛАДАЄ НА ПОТІМ

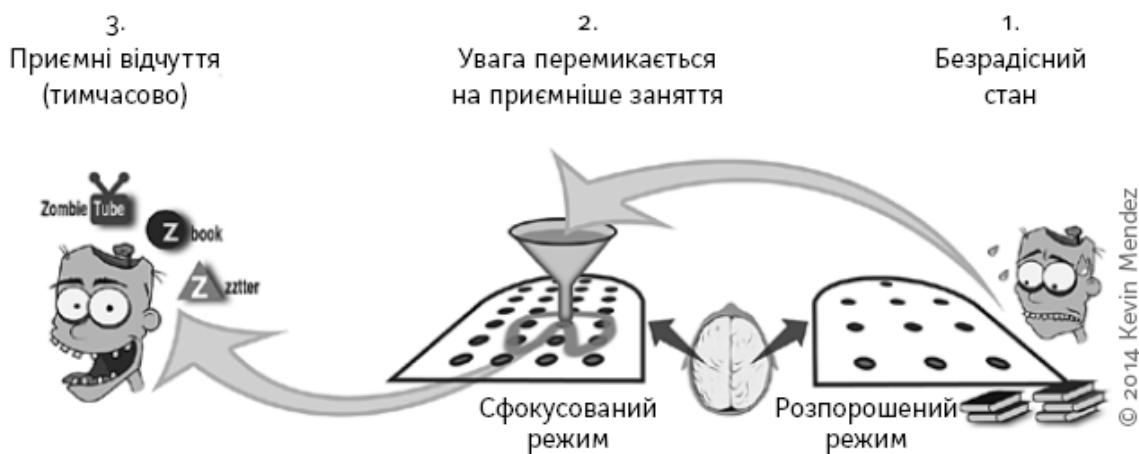
Пі-і-іп, пі-і-іп, пі-і-іп... Субота, десята ранку, будильник вихоплює вас із солодкого сну. За годину ви вже нарешті піднялися з ліжка і, тримаючи каву в руці, хитаєтесь над підручниками й комп'ютером. На цей день ви планували серйозно взятися за навчання, щоб зробити домашнє завдання з математики на понеділок. Ви також збралися підготувати доповідь з історії й ще планували зазирнути до того занудного розділу з хімії.

Ви дивитеся на підручник із математики. У голові зароджується ледь помітний спротив. Коли збираєтесь кинути погляд на хитромудрі графіки й масу заплутаної писанини, больові центри мозку вмить активізуються. Вам *справді* зараз не хочеться робити домашку з математики. Думка про те, що ви проведете наступні кілька годин за

вивченням математики, як планували, робить розгортання підручника ще менш приємним.

Ви переводите погляд з книжки на ноутбук. Гм, це однозначно цікавіше. Жодних болючих відчуттів, тільки трошки задоволення. Ви ж лише на хвилинку зайдете й переглянете вхідні повідомлення. От тільки подивітесь, які смішні фотки прислала Джессі...

Минає дві години, а ви ще навіть не починали робити домашку з математики.



Це типова схема відкладання на потім. Ви думаете про те, що вам не подобається, й від того активізуються болові центри мозку. Ви перемикаєте увагу й зосереджуєтесь на чомусь приємнішому¹⁰¹. Від цього ви почуваетесь краще — принаймні тимчасово.

Прокрастинація — це як залежність. Вона дає тимчасове будження та звільнення від нудної реальності. Зовсім не складно переконати себе в тому, що ефективнішим використанням часу є пошук інформації в інтернеті, а не читання підручника чи виконання завдань. Ви починаєте дурити себе різними байками. Наприклад, що органічна хімія вимагає просторового мислення — а це ваше слабке місце, ну і, звісно ж, саме тому ви пасете задніх. Ви вигадуєте ірраціональні виправдання, які звучать навіть доволі переконливо: *Якщо я вчитиму все заздалегідь, то до екзамену просто забуду той матеріал.* (Для власного ж комфорту ви забуваєте, що є ще інші курси, що ви просто фізично не встигнете вивчити все перед іспитом). Аж у кінці семестру, коли в ніч перед екзаменом починаєте відчайдушно гризти граніт

науки, розумієте, що справжня причина проблем з органічною хімією — те, що ви постійно відкладали навчання на потім.

Дослідники виявили, що це явище може навіть стати джерелом гордості, не кажучи вже про виправдання своїх низьких результатів. «Я готувався до контрольної вночі, після того як зробив лабораторну й завдання з маркетингу. Звісно, результат міг би бути кращим. Але якщо одразу навалюється стільки всього — чого ж ви очікуєте?»¹⁰². Навіть ті, хто старанно вчиться, часом люблять вдавати із себе ледарів, бо тоді виглядатимуть крутішими й розумнішими: «Нарешті минулой ночі я примусив себе готоватися до сесії».

Дуже легко потрапити в залежність від прокрастинації, як і відожної поганої звички. На певні психологічні подразники у вас виробляються відповідні комфортні реакції. Із часом такі автоматичні зомбі-реакції з метою отримання задоволення можуть знизити вашу впевненість у собі, відбити бажання шукати способи працювати ефективно. Людям із цією звичкою притаманні вищий рівень стресу, гірший стан здоров'я і нижчі оцінки¹⁰³. За довгий час звичка може глибоко вкоренитися. Тоді шансів її позбутися може вже не бути¹⁰⁴.

Зміни можливі

Я довгий час була ліньюхом, але мені вдалося змінитися. У старших класах я відвідувала курс підвищеної складності, який допоміг мені стати на ноги. Учитель історії США щоразу давав домашніх завдань на кілька годин роботи. Чого мені вдалося навчитися — це закінчувати розпочате завдання. Виявилося, що відчуття завершеності допомагає мені рухатися далі й залишатися на плаву.

Паула Меершерт, першокурсниця, літературна творчість

Може так статися, що із допомогою нічних надолужувань ви отримаєте пристойні оцінки. Після цього інколи навіть з'являється певне відчуття ейфорії. Як і в азартних іграх, невеликий виграш здатен спонукати вас ухопитися за цей шанс і ледарювати далі. Ви навіть можете себе переконувати, що відкладання на потім є вашою особливістю — частиною вашої натури, як зріст чи колір очей. Урешті-решт, якби з відкладанням на потім так легко було боротися, хіба ви вже давно не позбулися б цієї риси?

Однак що вище ви підіймаєтесь в математиці й природничих науках, то важливіше тримати звичку прокрастинувати під контролем. Зі звичками, набутими в молодому віці, важко боротися. У наступних розділах я розповім, як можна взяти владу над своїми звичками. Рішення маєте приймати *ви*, а не ваші звички — доброзичливі, але бездумні зомбі. Як ви побачите, стратегії протидії відкладанню на потім доволі прості. Щоправда, їх аж ніяк не назвеш інтуїтивними чи очевидними.

Повернімося до історії на початку розділу. Чоловіки, що приймали миш'як, почали з маленьких доз. У дуже малих дозах миш'як не завдає помітної шкоди. Можна навіть виробити певний імунітет до нього. Це дозволить вам приймати більші дози й виглядати здоровими, хоча отрута в цей час нищить ваші органи й підвищує ризик захворіти на рак.

Приблизно так само люди, що прокрастинують, відволікаються лише на одну *дрібничку*. Потім роблять так ще раз, і ще, поступово до цього звикаючи. Вони навіть можуть виглядати здоровими. Але якими будуть довготермінові наслідки?

Навряд чи дуже втішними.

МАЛЕ ПЕРЕРОСТАЄ В БІЛЬШЕ

Коли студент провалює екзамен і скаржиться, що готувався вчора десять годин, я йому кажу: «Саме тому ви й не склали». У відповідь на спантеличення пояснюю: «Вам треба було вчитися *потроху*, але протягом цілого семестру».

Річард Нейдел, старший викладач математики, Міжнародний університет Флориди

Підсумовуємо прочитане

- Ми відкладаємо на потім речі, які приносять нам дискомфорт. Однак те, що дає нам тимчасові приємні відчуття, не обов'язково матиме користь у довготерміновій перспективі.
- Відкладання на потім може нагадувати приймання невеликих доз отрути. На перший погляд, все нормально. Але довготермінові наслідки можуть бути руйнівними.

Робимо паузу та пригадуємо

У розділі 4 ми дізналися, що для пригадування пройденого матеріалу корисно змінювати оточення, щоб воно відрізнялося від того, у якому ці дані вивчалися. Такі зміни допоможуть вам побороти психологічну залежність від місця. Позбувшись її, ви зможете без проблем обдумувати навчальний матеріал де завгодно — а це важлива риса для складання іспитів.

Спробуємо просто зараз. Які основні думки цього розділу? Можна їх пригадати тут, де ви зараз сидите, але спробуйте це зробити деінде — в іншій кімнаті, чи ще краще надворі.

Закріплюємо знання

1. Чи звичка відкладати на потім мала вплив на ваше життя? Якщо так, то яким чином?
2. Які виправдання відкладання на потім ви чули від інших людей? Чи бачили ви недоречності в їхніх словах? Які недоречності притаманні вашим виправданням?
3. Опишіть кілька способів боротися зі звичкою відкладати, якщо при цьому не застосовувати значних вольових зусиль.

Активно шукайте добрих порад! Думки НОРМАНА ФОРТЕНБЕРРІ, відомого діяча в інженерній освіті



© 2011, American Society for Engineering Education; photo by Lung-I Lo

Коли я вступив на перший курс коледжу, то вже знову, що хочу бути інженером, тому записався на прикладний математичний аналіз замість стандартного матаналізу, який відвідувала більшість однокурсників. Це була моя помилка. Багато студентів, що обрали цей предмет, уже вивчали математичний аналіз у школі й тепер

просто поглиблювали свої знання. Я ж опинився у невигідній ситуації.

Ба більше: оскільки мало хто зі студентів відвідував той самий варіант матаналізу, що і я, потенційних партнерів у навчанні було небагато. На відміну від школи, у коледжі індивідуалізм під час навчання не заохочується (навпаки: це може мати погані наслідки). Оскільки колективна робота є невід'ємною частиною інженерної сфери, викладачі факультетів, де готують фахівців для галузі, часто розраховують обсяг домашніх завдань відповідно до активності студентів у групах. Я якось витягнув на четвірку, але мене не полишало відчуття, що мені бракує концептуального й інтуїтивного розуміння основ математичного аналізу й інших курсів, які на ньому ґрунтувалися. Наступні роки я багато вчився самостійно, щоб опанувати матаналіз. Але це коштувало мені багато часу, який можна було витратити на щось інше.

Я радий, що мені вдалося здобути ступінь бакалавра з інженерної механіки, а з підтримкою і допомогою деяких викладачів продовжити навчання аж до докторського ступеня. Але суть моєї історії в тому, що варто питати поради у викладачів чи однокурсників щодо добору навчальних курсів. Їхня колективна мудрість стане вам у пригоді.

⁹⁴ Emsley 2005, p. 103.

⁹⁵ Chu and Choi 2005; Graham 2005; Partnoy 2012.

⁹⁶ Стіл (2007, с. 65) зазначає: «За різними даними від 80 до 95 % студентів коледжів схильні прокрастинувати... Приблизно 75 % визнають цю свою схильність... і майже в 50 % це глибоко вкорінена звичка — зі всіма проблемами, що із цього випливають. Уникання навчання займає суттєву частку часу: студенти зазначають, що на це йде близько третини їхнього дня, а заповнюється цей час часто сном, іграми чи телевізором... Ці показники мають тенденцію до зростання... Відкладання справ на потім є не лише проблемою студентів, а й охоплює значну частину всіх дорослих людей (блзько 15–20 %)».

⁹⁷ Ainslie and Haslam 1992; Steel 2007.

⁹⁸ Lyons and Beilock 2012.

⁹⁹ Emmett 2000.

¹⁰⁰ Див. розгорнуту дискусію в DuHigg 2012, де наводяться цитати з Weick 1984.

¹⁰¹ Роберт Бойс (1996, с. 155) пише, що явище відкладання на потім, як виглядає, охоплює звуження поля самосвідомості. Див. також с. 118–119.

¹⁰² Boice 1996, p. 176.

¹⁰³ Tice and Baumeister 1997.

¹⁰⁴ Boice 1996, p. 131.

6. СКРІЗЬ ЗОМБІ

Глибший сенс звички відкладати на потім

У своїй ґрунтовній книжці «Сила звички» Чарльз Дагіт описує нещасну людину — Лайзу Аллен, жінку середнього віку, яка постійно боролася із зайвою вагою, почала вживати алкоголь і курити у шістнадцять років і яку чоловік залишив заради іншої. Лайза не працювала понад рік і загрузла в серйозних боргах.

Але протягом чотирьох років вона повністю змінила своє життя. Скинула понад двадцять кілограмів, вчилася й здобула ступінь магістра, припинила пити й курити та через певний час була в такій фізичній формі, що пробігла марафон.

Щоб збагнути, як їй вдалося так змінитися, треба зрозуміти сенс звички як явища.

Звички бувають добрими й поганими. Якщо коротко, звичка — це коли наш мозок переходить у запрограмований (зазомбований) режим. Вас, мабуть, не здивує те, що створення фрагментів пам'яті — цих автоматично пов'язаних нейронних схем — дуже тісно переплітається зі звичками¹⁰⁵. **Звички зберігають нашу енергію. Вони допомагають звільнити мозок для інших справ.** Уявіть, що ви вперше робите задній хід. Коли ви виїжджаєте вперше, для вас це великий стрес. Маса інформації переповнює ваш мозок, роблячи завдання неймовірно складним. Але ви швидко оформили цю інформацію у відповідний фрагмент і тепер усе, що потрібно зробити, — це подумати «Поїхали» — і ви виїжджаєте з гаража. Ваш мозок діє в зазомбованому режимі, без повного усвідомлення всього, що робить.

У такий зазомбований режим ми переходимо частіше, ніж думаємо. Характерним для звички є те, що ви не думаете у сфокусованому режимі про дію, яку виконуєте. А це зберігає енергію.

Пов'язані зі звичкою дії можуть мати різну тривалість. Можуть бути короткі — кілька секунд, коли ви автоматично усміхаєтесь людині, що проходить повз, або зиркаєте на нігті, чи вони чисті. Звички можуть займати більше часу — наприклад, коли ви робите стандартну пробіжку або дивитеся телевізор після роботи.

Звичка складається із чотирьох елементів.

1. Зачіпка: це щось, що переводить вас у зазомбований режим.

Зачіпкою може бути щось просте — наприклад, погляд на список запланованого на сьогодні (час починати домашні завдання!) або повідомлення від друга (гайда байдикувати!). Сама собою зачіпка не є явищем ані позитивним, ані негативним. Має значення рутина, тобто те, що ми робимо у відповідь на зачіпку.

2. Рутина: це і є ваш зазомбований режим, тобто звичний стан мозку, у який він входить, отримавши зачіпку. Зазомбовані реакції можуть бути нейтральними, корисними або ж у найгіршому випадку настільки руйнівними, що аж виходять за межі здорового глузду.

3. Винагорода: звички з'являються й живуть через те, що дають нам певну винагороду у формі задоволення. Звички відкладати на потім дуже легко набути, адже винагорода — перехід до приємнішого заняття — досягається так швидко. Але за добрі звички теж може бути винагорода. Власне, щоб позбутися прокрастинації, обов'язково треба знайти способи винагородити самого себе за добру звичку займатися математикою чи природничими науками.

4. Віра: звички мають владу над вами через віру в них. Наприклад, ви можете бути переконані, що ніколи не зможете позбутися звички відкладати навчання на пізній вечір. Якщо хочете змінити якусь звичку, змініть свою віру в неї.

Інколи буває, що я не можу примусити себе щось робити. За моїми спостереженнями, якщо перед тим вийду на пробіжку чи зроблю щось інше в активному темпі, мені значно легше почати працювати.

Кетрін Фоук, першокурсниця, інженерія промислових систем

ЯК ПРИБОРКАТИ ЗВИЧКИ (ЗОМБІ) І ЗРОБИТИ З НІХ ПОМІЧНИКІВ

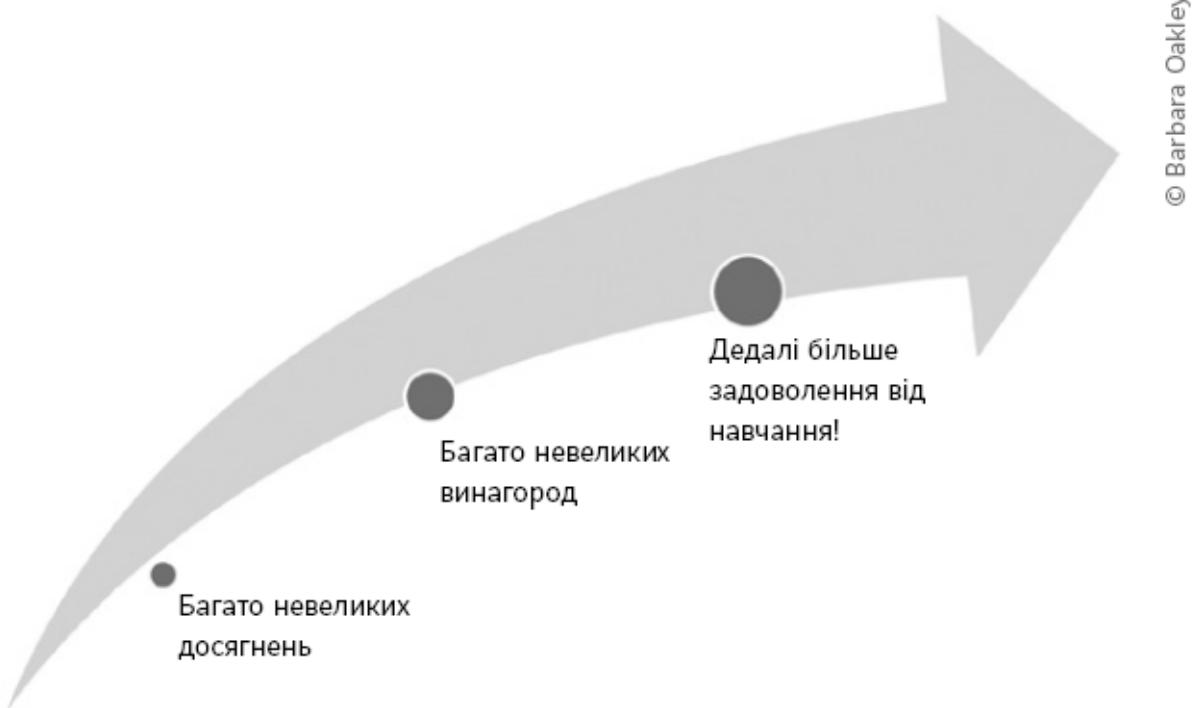
У цьому розділі ми поговоримо про особливості приборкання ваших зомбозвичок, про те, як позбутися відкладання на потім з *мінімальним* застосуванням сили волі. Вам не потрібно масштабно міняти старі звички. Потрібно змінити їх частково, а потім виробити кілька нових. Найважливіше у зміні звички — визначити критичну точку, тобто вашу реакцію на зачіпку. Єдина дія, що потребуватиме сили волі, — зміна цієї реакції.

Щоб це зрозуміти, варто ще раз пройтися по чотирьох елементах звички й поглянути на них крізь призму прокрастинації.

1. Зачіпка: проаналізуйте, що саме вводить вас у зазомбований режим відкладання. Зачіпки, як правило, належать до однієї з таких категорій як місце, час, самопочуття, реакції на інших людей, останні події¹⁰⁶. Ви шукаєте щось в інтернеті й за якийсь час ловите себе на тому, що просто швидчите сайтами? Чи повідомлення із соціальних мереж вибивають вас із колії мислення, після чого десять хвилин доводиться знову збиратися з думками? Для звички відкладання характерно те, що вона працює автоматично: часто ви не усвідомлюєте, що перебуваєте під її впливом. Студенти нерідко відкривають для себе корисний ефект створення нових зачіпок — наприклад, починати виконувати домашні завдання одразу після повернення із занять. Дослідник прокрастинації Пірс Стіл у книжці «Формула відкладання на потім» (*The Procrastination Equation*) пише: «Якщо ви приділяєте увагу вашим будням, вони працюватимуть на вас»¹⁰⁷. Найшкідливіші зачіпки можна нейтралізувати вимкненням телефону чи від'єднанням від інтернету на нетривалі періоди — наприклад, коли виконуєте завдання проміжками по 25 хвилин. Студентка, що вивчає страхову справу, Юсра Гасан, часто віддає свій телефон і комп’ютер сестрі, щоб та їх «пильнувала», і досягає цим подвійного ефекту — адже така відмова від спокус одночасно є певним зобов’язанням перед кимось іншим. Сім’я та друзі можуть допомогти, якщо їх попросити.

2. Рутина: скажімо, ви уникаєте домашніх завдань і відволікаєтесь на щось приємніше. Ваш мозок автоматично хоче перейти до такої рутини, отримавши відповідну зачіпку, і це саме те важливе місце, на якому варто зосередитися, щоб переформатувати стару звичку. Для **переформатування потрібен план. Тут допоможе вироблення нового ритуалу.** Деякі студенти беруть собі за звичку залишати телефон у машині, коли йдуть на заняття, у такий спосіб усуваючи потенційне відволікання. Багато людей бачить користь від перебування в тихому куточку бібліотеки чи в іншому улюбленому місці у відповідний час з відімкненим інтернетом. Ваш план може спочатку не діяти, але все ж тримайтеся його. Якщо потрібно, трохи скоригуйте дії й потім смакуйте перемогу, коли спрацює. Не

намагайтесь змінити все й одразу. «Метод помідора» — ставити таймер на 25 хвилин — може дуже допомогти, коли працюватимете над зміною ваших реакцій на зачіпки. Також варто братися за складні завдання без відчуття голоду. Це дасть вам енергію для застосування вольового зусилля у відповідний момент на початку¹⁰⁸. Ви не відволікатиметеся на думки, як-от: «Он тільки прихоплю щось погризти».



3. **Винагорода:** тут можуть знадобитися певні роздуми. Чому ви відкладаєте на потім? Чи можна чимось замінити позитивні емоції від відкладання? Може, відчуттям задоволення від завершення навіть чогось невеликого? Відчуттям гордості? Чи здатні ви перемогти у вигаданій вами грі, своєрідному змаганні із самим собою? Може, варто винагороджувати себе кавою або переглядом улюблених веб-сторінок? Вечором біля телевізора чи тривалими посиденьками в інтернеті? А за більші досягнення, можливо, збільшувати винагороду — квиток у кіно, новий светр чи загалом трохи шопінгу?

Ми із хлопцем любимо кіно, тому за виконання складних завдань він винагороджує мене походом на якийсь фільм. І це не тільки

мотивація до виконання домашнього завдання: мені це допомогло виробити нові звички в навчанні через систему зачіпок/рутини/винагороди.

Шарлін Бріссон, старшокурсниця, психологія

Пам'ятайте: сила звички в тому, що вона є неврологічною залежністю. Тільки коли ваш мозок почне очікувати винагороду, відбудеться переформатування, яке допоможе вам виробити нову звичку.

Дуже важливо усвідомити, що навіть невелике самопідбадьорювання сприяє перелаштуванню свідомості. Це переформатування, яке інколи називають набутою працелюбністю, допомагає надати привабливості завданням, які ви раніше вважали нудними й нецікавими¹⁰⁹. Як ви побачите, навіть саме входження в ритм праці може бути винагородою, давати вам відчуття продуктивності, яке видавалося неможливим, коли ви тільки починали працювати. Багато хто вважає, що вигадування винагород у певний час — наприклад, обід з другом о першій чи кінці роботи о п'ятій — установлює своєрідні невеликі дедлайні й допомагає пришвидшити роботу.

Не переймайтесь, якщо вам спочатку не вдаватиметься увійти в колію. За моїми спостереженнями, часом потрібно кілька днів «розгойдування», чимало циклів за «методом помідора», перш ніж усе почне налагоджуватися і я відчулу наслоду від роботи над чимось новим. Пам'ятайте: що кращих результатів ви в чомусь досягнете, то більше задоволення можете від того отримати.

4. Віра: під час зміни звички відкладати найважливішою є віра в те, що ви можете це зробити. Ви можете зауважити, що у важчі періоди вам хочеться повернутися до старих комфортніших звичок. **Пройти через це допоможе віра в те, що нова система справді працює.** Що може змінити вашу віру? Нове товариство. Підтримуйте стосунки з людьми, які сповідують таку філософію життя, яку ви хочете в собі розвинути. Товариство однодумців може допомогти пам'ятати ті цілі, про які ми схильні забувати у хвилини слабкості.

Дієвим засобом є «метод контрастів»¹¹⁰. Відповідно до нього потрібно зіставити вашу теперішню ситуацію й вашу мету та відчути різницю між ними. Наприклад, якщо ви намагаєтесь

вступити до медичного інституту, уявіть себе лікарем, який допомагає іншим людям, а ще планує неймовірно цікаву відпустку, яку може собі дозволити. Побачивши таку яскраву картину, відчуйте контраст із вашим теперішнім життям. Уявіть свою стару роздовбану машину, макарони із сиром на обід, студентські кредити. Але надія є!

Варто відчути контраст між тим, ким ми хочемо бути, і тим, ким є або були. Якщо уявляти, яким ви хотіли б бачити своє життя, це допоможе налаштуватися на розпорощений режим мислення. Не забувайте створювати контраст із реальним життям, яке вас оточує або з якого ви вибралися. Так ви можете змінити власну реальність.

Один поганий день може наблизити багато хороших

Метод контрастів дуже ефективний! Я використовую його з дитинства. Цей метод можна застосувати в багатьох різних ситуаціях.

Колись я кілька місяців працював на птахофабриці в Мериленді посеред гарячого літа. Саме там я впевнився, що вступлю до університету і здобуду освіту. Це і був мій контраст. Мені здається, що часом один поганий день може дати стимул до реалізації чогось важливого. Після того людина може вже чіткіше уявляти вихід із теперішньої ситуації.

Майк Оррел, студент молодших курсів, електротехніка

ВАША СПРОБА!

Практикуємо війну із зомбі

Ви любите переглядати пошту чи фейсбук одразу після пробудження вранці? Замість того встановіть таймер на десять хвилин роботи — і потім нагородіть себе загляданням до інтернету. Вас приємно здивує те, як така проста вправа із самоконтролю допоможе боротися з вашими зомбі протягом дня.

Увага: коли ви зробите це вперше, деякі з ваших зомбі пручатимуться і гризтимуть вам мозок. Заглушіть їх! Одне із завдань цієї вправи — навчитися сміятися над спробами зомбі спокусити вас:

«Та послухай, нічого ж не станеться, якщо тільки сьогодні ти спочатку переглянеш фейсбуک».

ЯК УВІЙТИ В РОБОЧИЙ РИТМ І ЗОСЕРЕДЖУВАТИСЯ НА ПРОЦЕСІ, А НЕ КІНЦЕВОМУ РЕЗУЛЬТАТІ

Якщо ви уникаєте певних справ, бо відчуваєте дискомфорт, є спосіб змінити ситуацію: навчіться концентруватися на *процесі*, а не на *кінцевому результаті*.

Процес — це плин часу і звички, що з ним асоціюються, наприклад: «Ну що, попрацюємо півгодинки?». *Кінцевий результат* — це те, що вийшло, наприклад, ваша домашня робота, яку ви маєте завершити. Щоб уникнути відкладання на потім, не концентруйтесь на кінцевому результаті. Замість того перемикайте увагу на творчий процес — звички, які дадуть вам можливість упоратися з неприємною роботою.

Припустімо, що вам не хочеться робити домашку з математики. «*Це тільки п'ять задач*, — думаете ви. — *Наскільки це може бути важко?*». Подумавши, ви доходите висновку, що розв'язати п'ять задач — це може бути до біса складно. Найлегше тепер задовольнитися фантазіями, що зробити цих п'ять задач (або реферат на 25 сторінок чи що завгодно інше) можна в останню хвилину.

Тут важливо уникати концентрації на **результаті**, тобто розв'язаних задачах. *Саме думки про результат породжують ті неприємні відчуття, які спонукають вас до відкладання роботи на потім.*

Зосередьтеся на *процесі* — невеликих часових проміжках, потрібних вам у межах кількох днів чи тижнів, щоб виконати домашні завдання або підготуватися до екзамену. Немає значення, чи завершили ви домашнє завдання, чи опанували якусь тему протягом одного із тих часових проміжків. Найважливіше те, що ви спокійно докладали зусиль і просувалися далі в *процесі*.

Суть у тому, що зазомбована частина вашого мозку (звички) любить процеси, бо коли вони тривають, вона може тихенько дрімати. Значно легше переконати якусь нестрашну зомбозвичку допомогти вам із *процесом*, ніж із *результатом*.

Близькість до мети отримяє

Корисно зазначати в підручнику місце, до якого ви плануєте сьогодні дочитати. Прогрес буде обов'язково, адже коли ви бачите фініш, це вас більше мотивує!

Форрест Ньюман, викладач астрономії й фізики, Коледж Сакраменто

РОЗДІЛІТЬ РОБОТУ НА ОСЯЖНІ ЧАСТИНИ — ПРАЦЮЙТЕ ЗОСЕРЕДЖЕНО, АЛЕ НЕДОВГО



«Метод помідора» («метод помодоро») — це техніка, яка допомагає зосередитися на нетривалий період часу. Італієць Франческо Чирілло, який розробив цю систему тайм-менеджменту в 1980-х, використовував таймер у формі помідора. За його методом таймер установлюється на 25 хвилин (узагальнено ми вже говорили про це в розділі 2). Разом із цоканням таймера починаємо працювати. Жодних відволікань на інтернет, телефон тощо. Коли поруч друзі або рідні, ви

можете повідомити їм про цю техніку. Тоді якщо хтось захоче вас перервати, достатньо тільки сказати, що ви ще не «з”їли помідора», — це буде цілком делікатний спосіб попросити дати вам спокій.

Ви можете зауважити, що перебуває під часовим контролем — це стрес. Але результати досліджень показують на протилежне. Як не дивно, але людині, що перебуває в умовах легкого стресу, легше впоратися із сильним стресом. Приклад цього описує дослідниця Саен Бейлок: гравці в гольф, які тренуються в присутності інших, не так хвилюються потім на змаганнях перед великою кількістю глядачів. Так само студент, який виконує завдання під невеликим часовим тиском, краще триматиметься в умовах високого стресу на іспиті¹¹¹. Висококласні фахівці з таких різних сфер, як-от хірургія чи програмування, часом спеціально шукають тренерів, які ставлять їх в умови стресу і в такий спосіб підвищують ефективність їхньої роботи¹¹².



en.wikipedia.org/wiki/File:Garrett_Lisi_surfing.jpg

Щоб боротися з прокрастинацією, важливо концентруватися на *процесі*, а не кінцевому результаті. Важлива щоденна кількість **часу**, який ви приділяєте навчанню.

Зосереджуйтесь на 25-хвилинних проміжках роботи за «методом помідора», а не на самому виконанні завдання. Зверніть увагу на фото, на якому фізик і серфінгіст Гаррет Лісі зосередився на *моменті*, а не на результаті.

Коли ви вперше застосуєте «метод помідора», вам, напевно, цікаво буде зауважити, як часто виникає бажання відволікатися на речі, не

пов'язані з роботою. Але одночасно ви отримаєте задоволення, переконавшись, що взяти себе в руки й повернутися думками до роботи насправді зовсім не важко. Двадцять п'ять хвилин — це так мало, що чи не кожна доросла або майже доросла особа спроможна утримувати концентрацію уваги протягом цього часового проміжку. А коли хвилини збіжать, ви можете відкинутися на спинку й насолодитися відчуттям зробленої справи.

Починайте!

Дуже важлива штука — це просто почати. Порада ніби доволі проста, але якщо ви зважилися на хороший початок, завершити справу буде значно легше. Я люблю ходити в тихі закутки бібліотеки, бо там часто можна побачити людей, що перебувають у такій самій ситуації. Я найкраще сприймаю через візуалізацію. Коли навколо інші люди працюють над домашніми завданнями, зростає моя здатність робити те саме.

Джозеф Койн, студент молодших курсів, історія

Буває, що бажання відволіктися посилюється (а так неминуче станеться), тому ви маєте навчитися його ігнорувати. Одна з найважливіших порад у боротьбі з проکрастинацією, яку я вам можу дати, — *ігноруйте все, що вас відволікає!* Звісно, краще перебувати в такому місці, де відволікання мінімальні. Багато студентів вважають, що для справжньої концентрації потрібне або тихе місце, або навушники (якщо не те й те разом).

Ні відволіканням!

Я народився без слухових каналів, тому я глухий (це так звана мутація Трічера Коллінза). Тому коли займаюся навчанням, вимикаю звуковий фон — і тоді *справді* можу зосередитися! Я люблю цю свою фізичну особливість! У кінці першого класу я пройшов тест на визначення рівня IQ. Мій рівень IQ був 90 — значно нижчий від середнього. Мама засмутилася, але я був щасливий, бо думав, що отримав п'ятірку. Поняття не маю, яким тепер є мій IQ. Тепер я чую, і IQ міг трохи впасти. Але, дякувати Богу, існують вимикачі на слухових аппаратах.

Білл Зеттлер, викладач біології, першовідкривач кількох вірусів, лауреат нагороди «Вчитель року», Університет Флориди

Якими мають бути проміжки між 25-хвилинними інтервалами «помідора»? Залежить від того, чим ви займаєтесь. Якщо починаєте працювати над завданнями, які здавати за кілька тижнів, можете винагороджувати себе півгодинними перервами на інтернет. Якщо у вас мало часу й дуже багато роботи, обмежтесь перервами на дві чи п'ять хвилин. Можна чергувати «помідорові» сеанси з роботою без таймера. Коли побачите, що відстаете або не зосереджено працюєте, поверніться знову до таймера.

У методах на зразок цього на передній план ставиться *процес*, тобто звичайні концентровані зусилля. Ви не прив'язуєтесь до якихось обсягів, переходите в стан автоматизму без *примусу* щось завершити¹¹³. Виглядає на те, що такий автоматизм допомагає вивільнити можливості, пов'язані з розпорощеним режимом мислення.

Зосереджуючись на процесі замість результату, ви відходите від оцінювання самого себе («Наскільки я тепер ближче до завершення?») і можете спокійно влітися в ритм праці. Це допомагає уникати відволікання не тільки під час вивчення математики чи природничих наук, а й також під час написання текстів, що є дуже важливою частиною багатьох курсів.

Багатозадачність — це постійне перемикання уваги, яке не дає новим ідеям і концепціям розвинутися. Якщо під час виконання домашнього завдання ви відволікаєтесь, ви значно швидше втомлюєтесь. Хоча кожне перемикання уваги може видаватися незначним, загальний ефект буде таким, що ті самі зусилля дадуть значно нижчі результати. Зміст роботи не тримається в пам'яті, ви робите більше помилок, ви менш спроможні обдумувати вивчене в інших контекстах. Типовий негативний приклад багатозадачності — студенти, які в цей спосіб працюють у дома чи на заняттях, мають у середньому нижчі оцінки¹¹⁴.

Відволікаючись, ми часто хапаємося за неважливі справи (наприклад, гостримо олівці) — частково тому, що це дає відчуття завершеності. Ваш мозок вас дурить. Тому дуже важливо спостерігати за собою й записувати, але про це ми поговоримо трохи згодом.

ВАША СПРОБА!

Ігнорування — це блаженство

Коли вам захочеться зазирнути до соціальних мереж, зупиніться й проаналізуйте це відчуття. Усвідомте його. І проігноруйте.

Практикуйтесь в *ігноруванні* відволікальних чинників. Це значно ефективніший метод, ніж намагатися примусити себе не мати таких бажань.

Підсумовуємо прочитане

- Якщо працювати над чимось неприємним короткими сеансами, ефект може бути досить непоганим.
- Звички — як, наприклад, відкладання на потім — складаються із чотирьох елементів:
 - зачіпка,
 - рутина,
 - винагорода,
 - віра.
- Звичку можна змінити, якщо по-іншому реагувати на зачіпки або якщо уникати таких зачіпок узагалі. Винагорода й віра роблять зміну звички тривалим процесом.
- Зосереджуйтесь на процесі (способі проведення часу), а не на результаті (цілях, яких ви маєте досягнути).
- Працюйте 25-хвилинними сеансами за «методом помідора», щоб зберігати продуктивність на короткі періоди. Винагороджуйте себе після кожного успішного сеансу зосередженої праці.
- Обов'язково давайте собі трохи вільного часу, щоб розвивати розпорощений режим мислення.
- «Метод контрастів» є дієвим засобом мотивації: подумайте про найгірші сторони вашого теперішнього чи минулого й зіставте ці думки з позитивними уявленнями про майбутнє.
- Багатозадачність призводить до неможливості вибудовувати повноцінні логічні зв'язки в мисленні, тому що відповідна частина мозку постійно відволікається, тож не вдається такий зв'язок закріпити.

Робимо паузу та пригадуємо

Якщо ви ніяк не можете схопити головну думку через розсіяність, якщо ловите себе на тому, що кілька разів перечитуєте той самий абзац, — зробіть кілька присідань, віджимань чи підстрибувань. Невеликі фізичні зусилля можуть дивовижно вплинути на вашу здатність розуміти і пригадувати. Спробуйте пригадати ключові думки цього розділу після фізичної активності.

Закріплюємо знання

1. Як ви думаєте, чому зазомбована частина вашого мозку (звички) більше любить *процес*, ніж *результат*? Що можна зробити, щоб підтримувати орієнтованість на процес, і не тільки тепер, а довгий час після прочитання цієї книжки?
2. Які зміни ви хотіли би впровадити до якоїсь з ваших звичок, щоб боротися з відкладанням на потім?
3. Які *нові* звички ви могли би виробити, щоб боротися з прокрастинацією?
4. Назвіть одну з найпроблемніших зачіпок, яка неминуче викликає у вас реакцію, пов’язану з відкладанням. Що ви могли би зробити, щоб по-іншому на неї реагувати або ігнорувати її?

Викладач МАТЕМАТИКИ Оралдо Сосідо РОЗПОВІДАЄ, ЯК НЕВДАЧА МОЖЕ ПІДЖИВЛЮВАТИ УСПІХ



© Oraldo "Buddy" Saucedo

Оралдо («Бадді») Сосідо — викладач, якого дуже часто рекомендують на сторінці RateMyProfessors.com. Він викладає математику в Коледжі округу Даллас у Техасі. Одне з його педагогічних гасел: «Я пропоную можливості для успіху». У цій книжці Бадді розповідає про невдачу, яка підштовхнула його до успіху.

«Коли якийсь студент запитує, чи завжди я був таким розумним, це в мене викликає сміх. Далі я розповідаю про мої перші оцінки в Техаському аграрно-механічному університеті.

Я пишу на дошці “4,0” і кажу, що був близький до такого середнього бала в першому семестрі. “Непогано, правда?” — питаю я, даю час на реакцію, а потім переношу кому ліворуч. Виходить “0,4”.

Так, це правда. Я провалив семestr, і мене вигнали з університету. Не вірите? Але потім я поновив навчання і здобув ступені бакалавра й магістра.

Існує багато схожих історій невдач, які врешті-решт закінчувалися успіхом. Якщо ви зазнали поразки в минулому, можете не усвідомлювати, яке велике значення вона має для підштовхування вас до успіху в майбутньому.

Ось кілька важливих уроків, які я засвоїв, рухаючись до успіху.

- Ваші оцінки — це не ви: ви кращі. Оцінки — це результат тайм-менеджменту й показник успішності.
- Погані оцінки аж ніяк не свідчать про те, що ви погана людина.
- Відкладання на потім — убивця успіху.
- Головне — зосередитися на невеликих, осяжних кrokах уперед, а також правильно розподіляти час.
- Ключем до успіху є праця.
- Ми всі неминуче робимо помилки. І ви теж помилятиметесь. Проте контролюйте свої помилки. Саме тому ми й робимо домашні завдання — щоб вичерпати відсоток помилок.
- Найбільшою брехнею є твердження, що тренування — це шлях до досконалості. Неправильно: тренування робить нас кращими.
- Ваші самостійні заняття мають бути вашим простором для помилок.
- Вправляйтесь вдома, на заняттях, де хочете й коли хочете — але тільки не на екзамені!
- Визубрити й здати — це не шлях до успіху.
- Зубріння перед іспитом — це коротка гра, що дає небагато задоволення й тільки тимчасовий результат.
- Навчання — це довготривала гра, за яку життя винагороджує.
- Учитися треба постійно. Постійно й у різні способи.
- Сприймайте свої поразки. Належно оцінюйте кожну невдачу.

- Томас Едісон називав свої поразки так: “1000 способів не створити лампу розжарювання.” Придумайте назву своїм невдачам.
- Навіть зомбі підводяться та пробують ще раз!

Кажуть, що досвід — найкращий учитель. Я замість цього сказав би, що невдачі є найкращим учителем. Життя показало, що найкращими учнями є ті, хто вміє користуватися поразками, вчитися на невдачах».

105 McClain 2011; Wan et al. 2011.

106 Duhigg 2012, p. 274.

107 Steel 2010, p. 190, цитати з Oaten and Cheng 2006 і Oaten and Cheng 2007.

108 Baumeister and Tierney 2011, p. 43–51.

109 Steel 2010, цитати з оригінальної праці Роберта Айзенбергера (1992) та ін.

110 Там само, с. 128–130, посилання на праці Габріеле Еттінген.

111 Beilock 2010, p. 34–35.

112 Ericsson et al. 2007.

113 Boice 1996, p. 18–22.

114 Paul 2013.

7. ЗАСВОЄННЯ ЗАМІСТЬ ЗАЦІПЕНІННЯ

Як підвищувати рівень знань і боротися зі страхом

Нові винаходи майже ніколи не з'являються одразу ідеальними. Як правило, вони проходять довгий шлях змін і вдосконалень. Перші «мобільні» телефони мали десь таку саму вагу, як кулі для боулінгу. Перші незgrabні холодильники, які використовували на броварнях, були дуже ненадійними. Перші двигуни внутрішнього згоряння були велетенськими горами металу з потужністю на рівні теперішніх мопедів.

Удосконалення відбувалися після того, як винахід потрапив до користувачів і вони його протягом якогось часу випробували. Коли, приміром, ваш двигун працює в реальних умовах, ви маєте значно більше можливостей щось покращити чи додати. Саме так з'являлися корисні інновації — як, наприклад, система турбонаддування. Інженерам спало на думку, що можна збільшити потужність, якщо подавати більше повітря й більше пального до камер згоряння. Інженери з Німеччини, Швейцарії, Франції, США та інших країн змагалися між собою в доведенні базової ідеї до досконалості.

Ви не забули зазирнути в кінець розділу на питання для самоконтролю, щоб почати формувати фрагменти пам'яті?

ЯК СФОРМУВАТИ МІЦНИЙ ФРАГМЕНТ ПАМ'ЯТІ

У цьому розділі ми навчимося розширювати й удосконалювати свої вміння формувати фрагменти пам'яті, як це відбувалося з винаходами. Якщо ви створите невелику бібліотеку таких навичок, це допоможе вам здобувати вищі бали на тестах і більш творчо підходити до розв'язування завдання. Ці процеси закладуть для вас основу на шляху до професійних висот¹¹⁵. (Якщо в цьому розділі вас здивувало повернення від відкладання до формування фрагментів пам'яті — то це і є приклад *чергування*, тобто повернення до тієї самої теми через деякий час, щоб закріпити вивчене раніше).

Ось головна думка: *вивчення фундаментальних основ математики і природничих наук може бути значно простішим, аніж засвоєння*

матеріалу, який вимагає простого запам'ятовування. Зовсім не йдеться про те, щоб применшити складність чи важливість запам'ятовування. Можете запитати про це будь-якого студента-медика під час підготовки до екзаменів!

Підтвердженням правдивості цієї тези є те, що **коли ви починаєте працювати над задачею з математики чи природничих наук, то помічаєте, що завершення кожного кроку підказує вам наступний крок.** Засвоєння методик розв'язування розвиває процеси мислення, завдяки яким ви частішечуєте підказки власної інтуїції, яка теж розвивається. Якщо ви справді *знаєте*, як розв'язувати завдання, тільки подивившись на нього, ви створили фрагмент пам'яті, що «літає» вашим мозком, ніби пісенька. Бібліотека таких фрагментів у мозку дає вам настільки унікальне розуміння фундаментальних основ науки, як ніщо інше.

Отже, почнімо.

Кроки до створення міцного фрагмента пам'яті

1

. Розв'яжіть задачу від початку до кінця. (Можливо, ви вже маєте готовий варіант, бо вже розв'язували щось схоже, або ж це розписано як приклад у підручнику. Але не підглядайте у відповіді без нагальної потреби). Під час розв'язування не хитруйте, не перестрибуйте певні кроки й не залишайте завдання незакінченим, мовляв, «та це й так зрозуміло». *Переконайтесь, що ви пройшли всі кроки.*

2

. Ще раз розв'яжіть цю задачу, звертаючи увагу на головні процеси. Якщо вам видається дивним працювати над уже виконаним завданням, подумайте про те, чи можна добре вивчити мелодію на гітарі, якщо зіграти її тільки раз? Або чи можна наростили м'язи, якщо підняти штангу тільки раз?

3

. Зробіть перерву. Можете довчити цю тему, якщо є потреба, але потім перейдіть до чогось зовсім іншого. Наприклад, візьміться за ваші додаткові підробітки, повчіть якийсь інший предмет¹¹⁶ чи

пограйте в баскетбол. Потрібно дати розорошеному режимові мислення час на засвоєння завдання.

4

- . Поспіть. Перед сном розв'яжіть задачу ще раз¹¹⁷. Якщо наштовхнулися на труднощі, *прислухайтесь до вправи*. Нехай підсвідомість підкаже, що робити далі.

5

- . Розв'яжіть ще раз. Наступного дня за першої нагоди розв'яжіть задачу ще раз. Тепер ви мали б упоратися швидше. Розуміння має бути глибшим. Можливо, тепер вам навіть здаватиметься дивним, чому ця вправа виглядала складною. Зараз можна зосередитися на кожному кроці розв'язання. *Сфокусуйтесь на найскладніших частинах задачі*. Таке тривале зосередження на складному матеріалі називається «умисним повторенням». Хоч воно часом утомлює, та все ж це один із найважливіших аспектів продуктивного навчання. Альтернативою або доповненням може бути спроба з легкістю розв'язати іншу схожу вправу.

6

- . Додайте нову задачу. Візьміть іншу важливу вправу й почніть працювати над нею в такий самий спосіб, як і над першою. Розв'язання наступної задачі стане наступним фрагментом у вашій пам'яті. Повторіть кроки від першого до п'ятого із цією новою вправою. Коли все засвоїте, перейдіть до наступної задачі. Ви з приємністю зауважите, що навіть кілька міцних фрагментів у вашій внутрішній бібліотеці можуть значно підвищити рівень засвоєння матеріалу та здатність виконувати нові вправи.

7

- . Попрацюйте «активно». Покроково пригадайте розв'язання під час фізичної активності, наприклад, коли йдете до бібліотеки чи займаєтесь спортом. Можете для цього використовувати хвилини, коли чекаєте на автобус, їдете в машині як пасажир або ж коли чекаєте на викладача, тарабанячи пальцями по столі. Такі «активні» пригадування допомагають розвинути вміння видобувати з пам'яті ключові тези, коли виконуєте домашні завдання чи складаєте іспит.

Ось так. Це і є основні кроки до створення бібліотеки фрагментів пам'яті. Ви будуєте та зміцнюєте дедалі розгалуженішу мережу нейронів, збагачуючи її підсилюючи свої фрагменти¹¹⁸. Тут використовується так званий *ефект генерації*. **Генерування (тобто пригадування)** матеріалу допомагає вивчати його ефективніше, ніж звичайне перечитування.

Хоч ця інформація й справді важлива, та все ж уявляю, що ви скажете: «Щотижня я витрачаю багато годин, щоб розв'язати всі мої домашні завдання тільки раз. І як тепер я маю виконувати кожне по чотири рази?».

З іншого боку я запитаю: а що є вашою справжньою метою? Просто позбутися домашнього завдання? Чи отримати хороші результати під час тестування, показати, що ви добре засвоїли матеріал, і закласти основу для успішного завершення курсу? Пам'ятайте, що розв'язати задачу, коли ви сидите за столом й тримаєте розгорнутим підручник, — це ще не означає впоратися зі схожою вправою на тесті, а також — що важливіше — це зовсім не означає справді глибоко розуміти матеріал.

Якщо ви обмежені в часі, використовуйте цю техніку тільки до окремих найважливіших вправ: «умисне повторення» зробить процес навчання швидшим і ґрунтовнішим, покращить ваші вміння розв'язувати.

Закон інтуїції

Пам'ятайте, що щастя усміхається тим, хто пробує. Не лякайтесь величезної кількості матеріалу, який треба вивчити до нової теми. Зосередьтеся на фіксації в пам'яті невеликої кількості найважливіших думок. Ви переконаєтесь, що така проста структура може бути дуже корисною.

Той спосіб, у який музиканти тренують майстерність гри, можна в певному сенсі застосувати й до вивчення математики: наприклад, досвідчений скрипаль не просто грає музичний твір від початку й до кінця знову і знову. Він зосереджується на найскладніших фрагментах твору — там, де пальці блудять, а думка не встигає за нотами.¹¹⁹ Під час

самостійних занять вам слід робити так само — зосереджуватися на найскладніших кроках розв'язань і намагатися виконати їх швидше¹²⁰.

Пам'ятайте: як показують дослідження, що більше уваги ви приділите поновленню матеріалу, то глибше він засяде у вашій пам'яті¹²¹. Саме пригадування — не звичайне перечитування — є найкращим способом «умисного повторення» в навчанні. Схожу стратегію застосовують висококласні шахісти. Ці майстри мислення запам'ятовують комбінації фігур на дощі як фрагменти пам'яті, які потім асоціюються з можливостями наступних ходів у довготерміновій пам'яті. Ці структури в пам'яті допомагають їм швидко вибрati наступний хід у поточній партії¹²². Різниця між звичайними гравцями та гросмейстерами полягає в тому, що останні значно більше часу присвячують оцінюванню власних слабких місць і роботі із прогалинами¹²³. Це зовсім не те саме, що просто сидіти й грати в шахи для розваги. Але кінцевий результат може бути значно приємніший.

Не забувайте про те, що однією з найефективніших форм навчання є практика пригадування матеріалу. Це значно ефективніше, ніж просто перечитувати¹²⁴. Створення внутрішньої бібліотеки прикладів розв'язань є ефективним саме тому, що ґрунтуються на пригадуванні. Не давайте ілюзіям знання дурити себе. Пам'ятайте: якщо просто дивитися на матеріал у книжці, яка лежить перед вами, це може ввести вас в оману, ніби ви вже опанували, хоча насправді це не так.

Коли ви вперше спробуєте застосувати цей метод, можете стикнутися з відчуттям незgrabності — щось на зразок того, коли берете перший урок гри на фортепіано у 30 років. Але якщо практикуватися, то відчуєте, що процес іде значно легше і швидше. Будьте терплячими до себе: коли досягнете певного рівня легкості в опануванні навчального матеріалу, отримуватимете дедалі більше задоволення. Чи це коштує зусиль? Певна річ, як і майстерно навчитися грати на фортепіано. Але кінцевий результат вартоуватиме цього!

Робочий стіл з ярликами — це чудова ідея!

Я не тільки студент денної форми на інженерному факультеті: також працюю на технічній посаді з повним окладом. Тому для мене

навчального матеріалу занадто багато, щоб тримати його постійно на передньому плані свідомості. Мій спосіб — створювати великі фрагменти пам'яті з різних предметів: термодинаміки, конструювання машин, програмування тощо. Коли мені потрібно пригадати якийсь окремий проект, я відсуваю поточні думки вбік і відшукую відповідний фрагмент (щось на зразок ярлика на робочому столі комп'ютера). Я можу або зосередитися на певній сфері, або в розпорощеному режимі побачити цілий робочий стіл і відшукати концептуальні зв'язки між окремими фрагментами. Коли мій уявний робочий стіл добре організований і впорядкований, мені легше розпізнавати зв'язки. Це підвищує ефективність моєї розумової праці й допомагає швидше сягати глибин якоїсь окремої теми.

Майк Оррел, студент молодших курсів, електротехніка

ГЛУХІ КУТИ: КОЛИ ВАШІ ЗНАННЯ НЕ ТРИМАЮТЬСЯ КУПИ

Навчальний процес не завжди здійснюється логічно — не чекайте, що кожен наступний день акуратно кластиме чергову «пачку знань» на відповідну полицю. Часом ви наштовхуватиметеся на перешкоди в упорядкуванні свого розуміння. Те, що раніше здавалося логічним, раптом утрачає сенс¹²⁵.

Такий колапс може настати, коли мозок перебуває у стані реструктуризації знань і закладення міцнішого фундаменту. Якщо йдеться, наприклад, про вивчення іноземної, у такі періоди може здаватися, що мова раптом стає такою незрозумілою, ніби ви й не докладали стільки зусиль, щоб її опанувати.

Не забувайте, що для засвоєння нових знань потрібен час. У вас будуть періоди, коли здаватиметься, ніби в опануванні науки ви ступили крок назад. Це природний стан, який свідчить про те, що мозок намагається впоратися з вивченим. Ви побачите, що після виходу з таких періодів тимчасового розчарування ваш рівень знань навдивовижу зросте.

ОРГАНІЗАЦІЯ МАТЕРІАЛУ

Під час підготовки до тесту впорядковуйте вправи й методи їх розв'язання у відповідний спосіб, щоб потім можна було легко їх відшукати. Деякі студенти для спрощення пошуку прикріплюють написані від руки аркуші з розв'язаннями до відповідних сторінок у підручнику. (Якщо книжку потім треба повернути, можна використовувати стікери або малярський скотч, що не залишає слідів). Важливо писати від руки, бо саме зафіксована в такий спосіб інформація частіше залишається в пам'яті. Або ж можна робити підшивку з важливих вправ і розв'язань, щоб швидко переглянути її перед тестом.

Мудрі думки про пам'ять від одного з найвизначніших психологів

Цікавою властивістю нашої пам'яті є те, що вона краще засвоює матеріал під час активного, а не пасивного повторення. Я маю на увазі, що, наприклад, коли ви вже майже вивчили якийсь текст, краще трохи почекати та спробувати відновити його в пам'яті, не підглядаючи до книжки. Якщо ми пригадаємо саме в такий спосіб, імовірно, пам'ятатимемо цей текст і згодом. Якщо ж підглядатимемо до книжки, радше за все, вона нам знадобиться і згодом.

Вільям Джеймс, написано у 1890 році¹²⁶

ТЕСТУВАННЯ ЯК ЕФЕКТИВНИЙ МЕТОД НАВЧАННЯ: ПОСТІЙНО ПЕРЕВІРЯЙТЕ СЕБЕ МІНІ-ТЕСТАМИ

Одним із найважливіших аргументів за напрацювання готових методів розв'язання в пам'яті є те, що така стратегія **допомагає уникнути стану заціпеніння на екзамені**. Заціпеніння — тобто паніка аж до ступору — може настати, якщо ваша оперативна пам'ять уже заповнена до максимуму, але вам усе ще бракує місця для даних, дуже потрібних для розв'язання. Фрагментація здійснює певну компресію ваших знань і вивільняє місце в оперативній пам'яті, завдяки чому ви не так легко входите в стан перевантаження. Крім того, маючи більше місця в оперативній пам'яті, ви можете пам'ятати більше деталей про саме завдання¹²⁷.

Така практика — своєрідне міні-тестування. Дослідження показують, що тестування — це не тільки спосіб оцінити стан ваших знань. **Тест уже є важливим процесом навчання. Він «збагачує» ваші знання,**

значно розширюючи можливості щодо утримання матеріалу в пам'яті¹²⁸. Це зростання рівня знань унаслідок складання тесту називають *ефектом тестування*. Імовірно, цей ефект проявляється завдяки тому, що тестування зміцнює й стабілізує відповідні нейронні структури в мозку. Саме про це ми говорили в розділі 4 (у частині «Практика закріплює»), де на малюнку зображалися нейронні структури, що темнішали від кількості повторень¹²⁹.

Ефект тестування дає певне покращення навіть у тих випадках, коли результати тесту погані або зворотний зв'язок відсутній. Проте у випадку самотестування ви, звісно ж, захочете мати зворотний зв'язок і звірите результати з відповідями в кінці книжки чи перевірите їх в інший спосіб. У навчальному процесі допомагає також взаємодія з однокурсниками й викладачами, про що ми ще поговоримо пізніше¹³⁰.

Однією з причин користі від формування міцних фрагментів пам'яті є те, що під час створення цих фрагментів ви проводите для себе своєрідні міні-тести. За результатами досліджень, студенти й навіть викладачі часто не усвідомлюють переваг такого самостійного міні-екзаменування через відновлення матеріалу в пам'яті¹³¹.

Студенти думають, що пригадування матеріалу в межах самотестування є звичайною перевіркою рівня своїх знань. Але сам собою такий тест на пригадування є одним із *найкращих* навчальних методів — значно кращим за пасивне перечитування! Вибудовуючи власну внутрішню бібліотеку фрагментів пам'яті за допомогою великої кількості активної практики й пригадування матеріалу, тестуючи самих себе, ви використовуєте один із найкращих можливих методів глибокого та ґрунтовного навчання.

ВАША СПРОБА!

Створення бібліотеки готових розв'язань

Для підвищення рівня знань і розвитку гнучкості розуму важливо створити внутрішню бібліотеку готових розв'язань. Це ваша база даних з миттєвим доступом, яка завжди з вами. Така стратегія не лише корисна у вивченні математики й природничих наук, а згодиться й у багатьох інших сферах життя. Це приблизно те саме, що зорієнтуватися, як далеко аварійні виходи від вашого місця в літаку або від вашого готельного номера.

Підсумовуємо прочитане

- Створення фрагмента пам'яті — це оформлення якоїсь концепції в добре організовану нейронну структуру.
- Оформлення навчального матеріалу в такі фрагменти допомагає збільшити обсяг вільної оперативної пам'яті вашого мозку.
- Створення внутрішньої бібліотеки концепцій і розв'язань допомагає розвивати інтуїцію в розв'язуванні.
- Під час створення бібліотеки фрагментів пам'яті важливо завжди зосереджуватися на найскладніших аспектах розв'язання.
- Може статися так, що велика кількість зусиль у навченні не дасть високого результату. Пам'ятайте: якщо ви добре готоватиметеся, практикуючись і розширюючи внутрішню бібліотеку фрагментів пам'яті, вам неодмінно щаститиме в навченні — більше й більше. З іншого боку, якщо не робити навіть спроб, провал гарантований. Ті, хто послідовно докладає належних зусиль, значно частіше досягають успіху.

Робимо паузу та пригадуємо

Якими є головні думки цього розділу? Майже всі не можуть пригадати аж дуже багато деталей, і це нормально. Ви будете здивовані, який прогрес у навченні матимете, якщо почнете об'єднувати головне з вивченого у відповідні тематичні фрагменти пам'яті.

Закріплюємо знання

1. Як створення фрагментів пов'язане з оперативною пам'яттю?
2. Чому в межах фрагментації пам'яті дуже важливо самостійно розв'язати завдання? Чому не можна просто подивитися на готовий варіант у кінці книжки, зрозуміти його й рухатися далі? Що можна додатково зробити для закріплення фрагментів пам'яті безпосередньо перед тестом?
3. Що таке ефект тестування?
4. Коли попрактикувалися кілька разів, зупиніться та прислухайтесь, чи маєте відчуття правильного шляху, яке буває, коли ви після кожного кроку розв'язання знаєте наступний?
5. Що таке закон інтуїції? Наведіть власний приклад, який описував би цю ідею.
6. Чим відрізняється стан заціпеніння від «колапсу в знаннях»?

7. Студенти часом дуряТЬ себе думками, що найкращий спосіб учитися — це перечитування, а не самоконтроль через пригадування матеріалу. Як можна вберегтиСЯ від цього оманливого відчуття?

ДОКТОР НІЛ САНДАРЕСЕН, ДИРЕКТОР EBAY RESEARCH LABS, ПРО НАТХНЕННЯ ТА ШЛЯХ ДО УСПІХУ В МАТЕМАТИЦІ Й ПРИРОДНИЧИХ НАУКАХ

© Toby Burditt



Ніл Сандаресен створив програму Inspire!, що допомагає студентам досягти успіху в таких царинах, як природничі й інженерні науки, математика й технології. Деякі учасники програми (вихідці із неблагополучних сімей) недавно зареєстрували свої перші патенти,

що було важливим інтелектуальним здобутком для електронної комерції на eBay. Історія доктора Сандаресена проливає світло на його шлях до успіху.

«У дитинстві я не вчився в елітній школі. Моя школа насправді була нижча від середнього рівня: для багатьох предметів у нас не було відповідних учителів. Але я намагався знаходити щось позитивне в тих учителях, які траплялися на моєму шляху, — чи це феноменальна пам'ять, чи просто приємна усмішка. Таке бачення допомагало мені цінувати вчителів і відповідно сприймати навчання.

Цей самий підхід згодом допоміг мені в кар'єрі. Я постійно й активно шукаю натхнення в людях, із якими й на яких працюю. Коли падаю духом, то усвідомлюю, що так сталося, бо я перестав шукати в людях позитивні риси. Це означає, що час переглянути свій підхід і подивитися на все по-іншому.

Я знаю, це звучить як кліше, але моїм головним натхненником завжди була мама. Вона не пішла далі базової шкільної освіти, бо, щоб учитися у старших класах, мала б залишити своє маленьке містечко. Вона росла в цікаві, але важкі часи боротьби Індії за незалежність. Зачинені перед мамою двері пробудили в мені виразне бажання відчинити ці двері для інших, щоб допомогти їм реалізувати неймовірні можливості, які можуть перебувати на відстані простягненої руки.

Одним із золотих правил мами було “Писання — мати навчання”. На шляху зі школи й аж до здобуття докторського ступеня я постійно переконувався в тому, яку велику вагу має систематичне розуміння й записування кожного кроку з того, що хочеш вивчити. Коли був студентом, я бачив, як інші підкresлюють у підручниках найважливіші фрагменти. Я цього ніколи не розумів. Виділяючи, ми в певному сенсі руйнуємо оригінал без певності, що вирвана частина буде посаджена всередині нас у таке місце, де вона прийметься.

Я на досвіді підтверджив результати досліджень, про які ви читаєте у цій книжці. Варто уникати зазначені у тексті, бо принаймні мій досвід показує, що вони створюють лише ілюзію знання. Значно ефективнішою є техніка пригадування. Перш ніж перегорнути

сторінку, спробуйте зацементувати в мозку основні думки, викладені на ній.

Працювати над складними предметами, як-от математика, мені загалом більше подобалося вранці, “на свіжу голову”. Так само я роблю й досі. Деякі з найкращих ідей з’явилися у ванній чи в душі — саме тоді, коли мій мозок ні на чому не зосереджувався й розпорощений режим мислення творив дива».

115 Важливо додати, що значна частина літератури про експертів описує людей, які вчилися багато років, перш ніж досягли високого рівня. Проте існують різні рівні експертів і експертних знань. Наприклад, якщо вам знайомі абревіатури FBI і IBM, вам легше запам'ятати їх як фрагмент із двох елементів, аніж як ні до чого не прив'язану послідовність із шести літер. *Але просте запам'ятування передбачає те, що ви вже знаєте* не лише значення FBI й IBM, а й латинський алфавіт. Уявіть собі, наскільки складніше було би запам'ятати послідовність тибетських символів, наприклад, таку: བུ་དུ་རྒྱ་ན་.

Вивчаючи математику або природничі науки, ми починаємо з певного рівня знань, і протягом семестру від нас зовсім не очікують шаленого стрибка на зразок розвитку від шахіста-новачка до гросмейстера. Пройшовши якийсь курс, ви не відчуєте неймовірного злету рівня знань. Проте деякі дослідження показують, що певні зміни в способах опрацювання матеріалу можуть стати помітними в межах навіть кількох тижнів (Guida et al. 2012). Гуїда та співавтори зазначають, що експерти здебільшого використовують ділянки мозку, які є ключовими для довготермінової пам'яті (2012, с. 239). Інакше кажучи, якщо ми спрямовуємо студентів не на побудову структур довготермінової пам'яті, то в такий спосіб ускладнюємо їм досягнення рівня експерта. Звісно, проблемою є також просте запам'ятування без креативного застосування. Важливо розуміти, що кожен навчальний метод можна застосувати неправильно. Основною є саме різноманітність (не кажу вже про саму компетентність).

116 Ми говорили про чергування різних навчальних технік під час вивчення певної теми. Але як щодо чергування вивчення зовсім різних предметів? На жаль, у спеціальній літературі на сьогодні немає описів відповідних досліджень (Roediger and Pyc 2012, р. 244), тому мої поради щодо чергування ґрунтуються на загальному досвіді й практиці. Це може бути цікавою темою для майбутніх досліджень.

117 Kalbfleisch 2004.

118 Гуїда і співавтори (2012, с. 236–237) пишуть, що фрагменти в робочій, а згодом і в довготерміновій пам'яті «...збільшуються під час практики та зростання рівня знань... Так відбувається завдяки тому, що з кожним фрагментом пов'язується більше знань із довготермінової пам'яті. Кілька фрагментів довготермінової пам'яті можуть об'єднатися в певний обсяг знань. Якщо людина досягає експертного рівня, такі взаємозв'язки між різними фрагментами можуть утворити ієархію високого рівня... Наприклад, у шахах шаблони можуть слугувати основою для "...планів, ходів, стратегічних і тактичних концепцій, а також для інших шаблонів"... Ми вважаємо, що на експертному рівні може відбуватися функціональна реорганізація мозку, коли наявні ефективні фрагменти довготермінової пам'яті й структури знань».

119 Duke et al. 2009.

120 Вартий уваги огляд про обставини, коли практикування є найефективнішим, див. у Pachman et al. 2013.

121 Roediger and Karpicke 2006, р. 199.

122 Wan et al. 2011. Це дослідження мало на меті визначити нейронні структури, відповідальні за швидке (в межах двох секунд) інтуїтивне генерування найкращого ходу в надзвичайно складній стратегічній настільній грі — сьогі. Частина мозку, пов'язана зі швидкими й несвідомими звичками, імовірно, відігравала центральну роль у швидкій генерації ходів серед професійних гравців. Див. McClain 2011.

123 Charness et al. 2005.

124 Karpicke et al. 2009; McDaniel and Callender 2008.

125 Fischer and Bidell 2006, р. 363–370.

126 Roediger and Karpicke 2006, цитати з книжки «Принципи психології» (Principles of Psychology) Вільяма Джеймса.

127 Beilock 2010, с. 54–57.

128 Karpicke and Blunt, 2011b; Mastascusa et al. 2011, chap. 6; Pyc and Rawson 2010; Roediger and Karpicke 2006; Rohrer and Pashler 2010. Джон Данлоскі та його колеги в ґрунтовному огляді про різні навчальні методики (2013) високо оцінюють пробне тестування як високоефективний і простий метод із широким спектром застосування. Див. також Pennebaker et al 2013.

129 Keresztes et al. 2013 надає підтвердження того, що тестування сприяє довготерміновому запам'ятовуванню завдяки стабілізації процесів активації в різних зонах мозку.

130 Pashler et al. 2005.

131 Dunlosky et al. 2013, ч. 8; Karpicke and Roediger 2008; Roediger and Karpicke 2006.

8. ПОРАДИ, ПРИЙОМИ Й ІНСТРУМЕНТАРІЙ

Знаний спеціаліст з менеджменту Девід Аллен наголошує: «Ми вигадуємо хитрі способи змушувати себе до дій, які маємо виконувати... Найефективнішими з відомих мені людей є здебільшого ті, хто вигадав найхитріші прийоми й утілив їх у життя... Мудріша частина нашої свідомості посилає сигнали, на які менш мудра частина реагує майже автоматично й викликає поведінку, що спричиняє високу ефективність»¹³².

Аллен має на увазі прийоми на зразок одягання спортивного одягу, щоб навіяти відповідний настрій, або залишання важливих документів перед дверима, щоб їх не можна було оминути. Доволі часто я чую від студентів, що зміна оточення — наприклад, прийти в тихий закуток бібліотеки, де небагато відволікальних чинників — творить дива зі скильністю відкладати на потім. Результати досліджень підтвердили, що навіть спеціальне місце, призначене для праці, вже дає хороший ефект¹³³.

Інший прийом передбачає застосування медитації, щоб позбутися відволікальних думок¹³⁴. (Медитація — це не тільки для прихильників містицизму: наука неодноразово підтверджувала її ефективність¹³⁵). Короткий і корисний порадник для початківців у медитації — «Будда в синіх джинсах» (Buddha in Blue Jeans) Тая Шеридана. Ця книжка є у вільному доступі в електронній версії й може бути корисна людям будь-якої віри. Певна річ, існує також багато застосунків для медитації — достатньо просто погуглiti й вибрати щось таке, що вам пасує.

Ще один важливий прийом — змінити свій погляд на речі. Наприклад, одному студентові вдається вставати щоранку в будні дні о 4:30, думаючи не про те, яким невиспаним він буде, а про свій смачний сніданок.

Однією з найнезвичайніших історій про зміну погляду на речі є історія Роджера Банністера — людини, яка першою пробігла милю за менш ніж чотири хвилини. Банністер був студентом-медиком, який не

міг собі дозволити ані послуги тренера, ані спеціальної дієти для бігунів. Він навіть не мав можливості тренуватися довше ніж півгодини на день через завантаженість вивченням медицини. Але Банністер не зациклювався на логічних аргументах, що він не має шансів досягти своєї мети. Натомість зосередився на досягненні мети у власний спосіб. Того дня, коли він увійшов в історію, Банністер прокинувся рано, з'їв звичайний сніданок, відпрацював стандартні години в лікарні й потім сів на автобус до стадіону.

Приємно знати, що існують *позитивні* прийоми мислення, які можна застосувати на свою користь. Вони певною мірою компенсують ті негативні підходи, які або не працюють, або ускладнюють вам життя (наприклад, якщо переконувати себе, що домашні завдання найкраще робити в останній день).

Сідати за роботу з певними негативними відчуттями — це цілком нормальноВажливо те, що ви з ними зробите. Дослідження показали, що різниця між тими, хто швидко входить у ритм праці, та тими, хто має із цим проблеми, полягає в тому, що перші відсувають убік негативне мислення й кажуть собі щось на зразок: «Досить гаяти час, просто візьми і зроби. Якщо почати, у процесі буде легше»¹³⁶.

Позитивний підхід до відкладання на потім

Я кажу студентам, що вони можуть прокрастинувати, якщо дотримуватимуться трьох правил.

1

. У цей час не підходьте до комп’ютера: він дуже затягує.

2

. Перед відкладанням визначте найпростіше із завдань, які вам потрібно виконати (наразі не обов’язково братися за нього).

3

. Запишіть формули, потрібні для розв’язання, на аркуші паперу й носіть його із собою, аж поки не будете готові повернутися до праці.

Досвід підтверджує ефективність цього методу, бо він допомагає перевести роботу над завданням у розорошений режим мислення — студент думає про завдання навіть під час байдикування.

Елізабет Плаумен, викладачка фізики, Коледж Кемоусен, Вікторія, Британська Колумбія

ЕКСПЕРИМЕНТИ НАД САМИМ СОБОЮ — КЛЮЧ ДО САМОВДОСКОНАЛЕННЯ

Доктор Сет Робертс — почесний професор психології Каліфорнійського університету в Берклі. Коли він студентом вчився проводити експерименти, почав експериментувати над самим собою. Перший дослід був пов’язаний із прищами. Дерматолог приписав тетрациклін, а Робертс змінював дозу тетрацикліну і рахував кількість прищів на своєму обличчі. І який результат? Тетрациклін не подіяв!

Робертс зробив відкриття, на яке медицина могла витратити десятки років: нібто ефективний тетрациклін, який має не такі вже й безпечні побічні ефекти, не обов’язково лікує від вугрового висипу. Натомість крем на основі бензоїлпероксиду *подіяв* усупереч початковим припущенням.

Робертс відзначив: «Зі своїх дослідів із прищами я зрозумів, що експерименти над самим собою можуть допомогти неспеціалістам пересвідчитися в тому, чи мають рацію спеціалісти, і дізнатися щось таке, чого раніше не знали. Я не усвідомлював, що це можливо»¹³⁷. Багато років Робертс застосовував експерименти над собою, щоб досліджувати власний настрій, контролювати свою вагу або спостерігати за впливом препарату «Омега-3» на роботу мозку.

Унаслідок цього Робертс дійшов висновку, що експерименти над собою допомагають перевіряти різні твердження або ж формулювати й розвивати нові гіпотези. Він пише: «За своєю природою експерименти над собою передбачають серйозні зміни в житті: спочатку ви кілька тижнів утримуєтесь від чогось, а потім — робите це протягом такого самого часу. Такі експерименти та спостереження за собою дають можливість виявити неочікувані побічні ефекти... Ба більше, щоденні вимірювання — наприклад, кількості прищів, тривалості сну чи чогось ще — дають певну базу, яка допомагає помічати несподівані зміни»¹³⁸.

Експерименти над собою — принаймні для початку — варто проводити над звичкою відкладати на потім. Коли ви не виконуєте того, що планували, можете занотовувати, які були зачіпки та якою була ваша зомбі-реакція на них. Усвідомлюючи власні реакції, ви

можете застосовувати легкий тиск на себе, щоб змінити реакції на зачіпки, що ведуть до прокрастинації, і таким чином поступово змінювати свої звички. У чудовій книжці «*Легкий спосіб припинити відкладати справи на потім*» (*The Now Habit: A Strategic Program for Overcoming Procrastination and Enjoying Guilt-Free Play*) Нейл Фьоре радить детально записувати свої заняття протягом тижня, щоб виявити проблемні місця¹³⁹. Існує багато різних способів спостерігати за власною поведінкою. Основна ідея полягає в тому, що записування своєї історії протягом кількох тижнів допомагає вам змінитися. Також різні люди ефективніше працюють у різних умовах: одним потрібна людна кав'ярня, іншим — тиха бібліотека. Ви самі маєте визначити, що краще для вас.

ІЗОЛЯЦІЯ ЧИ КОЛЕКТИВНА РОБОТА: ЗАМІСТЬ ПРОСТО БОРОТИСЯ З ВІДКЛАДАННЯМ, ПОГЛЯНЬТЕ НА НЬОГО З РІЗНИХ БОКІВ

Моя порада: щоб не уникати роботи, ізоляйте себе від усього, що відволікає, у тому числі від людей. Підіть до порожньої кімнати чи до бібліотеки, де вам нічого не перешкоджає.

Окюрі Коварт, другокурсник, електротехніка

Коли я вивчаю якусь складну тему, мені допомагають спільні заняття з іншими студентами того ж курсу. Я можу щось когось запитати, ми можемо попрацювати разом над тим, чого не розуміємо. Часом я можу знати щось таке, що не зрозуміле для іншого, чи навпаки.

Майкл Парізо, першокурсник, інженерна механіка

ОСТАТОЧНЕ ПРИМИРЕННЯ ІЗ ЗОМБІ: ВАШЕ ОСОБИСТЕ ПЛАНУВАННЯ Й ВЕДЕННЯ КАЛЕНДАРЯ

Найкращий спосіб узяти під контроль свої звички доволі простий: раз на тиждень складайте короткий перелік найважливіших завдань.

Потім щодня пишіть список завдань, над якими сьогодні можете багато попрацювати або які можете завершити. Спробуйте складати такий денний перелік завдань попереднього вечора.

Чому попереднього вечора? Дослідження показують, що це допомагає підсвідомості попрацювати над записаними завданнями й

пошукати способи їх виконання¹⁴⁰. Написання плану перед сном залучає ваших зомбі до допомоги у його виконанні наступного дня.

Більшість людей для фіксації важливих дат використовує телефон або ж електронний чи паперовий календар (імовірно, ви теж так робите). Зі свого календаря випишіть перелік справ на тиждень із двадцяти пунктів чи менше. Можете обмежитися п'ятьма-десятьма. Старайтесь не додавати нові справи до денного списку, якщо тільки вони не містять непередбачених, але важливих деталей (ви ж не хочете писати довжелезні плани). Спробуйте уникати змін у позиціях свого переліку справ.



© 2014 Kevin Mendez

Якщо ви не записуєте заплановані справи, вони ховаються десь на тих чотирьох «поличках» оперативної пам'яті, займаючи там дорогоцінне місце.

Коли ви складаєте план, то звільнляєте частину оперативної пам'яті для обдумування реальних справ. Супер! Але не забувайте, що для цього ви маєте бути цілком впевнені, що справді заглядатимете до свого списку. Якщо підсвідомість вам у цьому не довіряє, вона утримуватиме справи в оперативній пам'яті й далі завантажуватиме її ресурси.

І ще одне. Тренерка з написання текстів Дафні Грей-Грант рекомендує своїм клієнтам «зідати всіх своїх жаб уранці». Це означає робити всі найважливіші й найнеприємніші справи одразу після пробудження. Це надзвичайно ефективний метод.

Наведу приклад денного плану, який я переписала зі свого календаря. (Ви, звісно, складете власний денний чи тижневий план). Зверніть увагу на те, що тут тільки шість пунктів, а деякі з них орієнтовані на процес. Ще я маю, наприклад, план на кілька місяців, тобто майже щодня присвячую йому трохи часу. Деякі пункти плану орієнтовані на результат, але тільки тому, що їх потрібно виконати в обмежений період часу.

30 листопада

- Матеріали для PNAS — журналу Американської академії наук (1 год)
- Прогулянка
- Книжка (1 розділ)
- Технічний курс ISE 150: підготувати презентацію
- Курс інженерної статистики EGR 260: підготувати 1 питання для фінального іспиту
- Завершити доповідь

Не відволікатися й отримувати задоволення від роботи!

Упоратися до 17:00

Зверніть увагу на мої нагадування самій собі: я прагну зосереджено працювати над кожним пунктом плану, а ще хочу отримувати задоволення. Сьогодні я виконала свій план. Кілька разів зловила себе на тому, що відволікається, бо забула вимкнути електронну пошту. Щоб увійти в колію, я встановлюю «помідоровий» таймер на комп’ютері на 22 хвилини. (Чому саме стільки? А чому б і ні? Не обов’язково робити щоразу так само. І ще зауважте, що застосувавши «помідор», я перемкнулася в режим орієнтування на процес). Жоден із пунктів моого плану не є занадто великим, тому що протягом дня є ще інші поточні справи — зустрічі чи лекції, наприклад. Часом я додаю до переліку кілька завдань, які передбачають фізичний рух, — прополоти клумби чи прибрati на кухні. Загалом такі справи не належать до моїх улюблених, але часто я все ж перемикаюся на них, щоб запустити свій розгорощений режим мислення. Якщо чергувати з навчанням якісь інші справи, то складається позитивніше враження від їхнього

виконання, а також ви уникаєте тривалих і нездорових періодів сидіння за столом.

Набравшись досвіду, я навчилася значно краще оцінювати час, потрібний для виконання певних завдань. Якщо ви навчитеся реально оцінювати, що спроможні зробити за певний час, одразу відчуєте покращення. Дехто любить писати навпроти завдань ступінь пріоритетності, тобто за п'ятибальною шкалою одиниця означає найважливіші завдання, а п'ятірка позначає те, що можна відкласти на наступний день. Інші навпроти найважливіших завдань ставлять зірочки. Хтось малює біля завдань квадратики, щоб у них потім зазначати виконання. Особисто я люблю перекреслювати пункт плану жирною чорною лінією, коли його виконаю. Кожному своє, тож створіть систему, яка пасуватиме саме вам.

Свобода плану

Щоб боротися з відкладанням на потім, я складаю перелік усіх справ, які маю зробити. Наприклад, кажу собі: «У п'ятницю треба почати доповідь і закінчити її в суботу. А ще в суботу треба виконати домашнє завдання з математики. У неділю я маю підготуватися до тесту з німецької». Мені це справді допомагає бути організованим і боротися зі стресом. Якщо я не дотримуюся плану, наступного дня доводиться робити вдвічі більше роботи, а це зовсім не те, чого хотілося б.

Ренделл Бродвелл, інженерна механіка

Можливо, ви вже пробували вести календар із планами на день чи тиждень і у вас не вийшло. У такому разі спробуйте якусь іншу техніку, побудовану на кращому способі нагадування: наприклад, можна записувати план на дощці крейдою чи маркером, а дошку причепити біля вхідних дверей. Поза всяким сумнівом, ви відчуватимете глибоке внутрішнє задоволення щоразу, коли зазначатимете щось на дощці як виконане!

Також зверніть увагу на час завершення справ у моєму плані — 17:00. Виглядає не дуже реально, правда? Але це *реально*, і це має бути одним із найважливіших компонентів вашого плану на день. *Планування часу завершення є таким самим важливим, як і планування часу праці.*

Загалом я розраховую завершити о 17-й, але якщо дізнаюся щось нове, можливо, мені буде навіть дуже цікаво повернутися до того після вечірньої перерви, перед сном. Часом це може бути якийсь важливий проект, яким займаюся. Я встановлю собі дедлайн на 17:00, бо в мене є сім'я, із якою люблю проводити час, а ще хочу ввечері мати достатньо часу для читання. Якщо вам усе це здається занадто спрощеним, врахуйте, що я встаю дуже рано й роблю це шість днів на тиждень.

Ви можете подумати: «*Ну звичайно, ви ж викладачка, студентські роки вже давно позаду. Звісно, ви можете собі дозволити рано закінчувати роботу*». Але один із моїх улюблених експертів у справах навчання Кел Ньюпорт установлював 17:00 як час закінчення заняття протягом більшості своїх студентських років¹⁴¹. Унаслідок цього він захистив докторську дисертацію в Массачусетському технологічному інституті.

Тобто цей метод, хоч би яким нереальним він здавався деяким людям, спрацьовує навіть для студентів, що мають дуже строгі навчальні програми. Буває, що люди, які вдало поєднують відпочинок із важкою працею, за результатами перевершують тих, хто заглиблений у роботу безперервно¹⁴².

Завершивши заплановані справи, ви впоралися з роботою на день. Якщо помічаєте, що постійно працюєте більше, ніж розрахували, або ж не завершуєте запланованих справ, ваш календар допоможе це виявити й відповідно скоригувати стратегію планування. Щодня ви маєте важливе завдання — зробити короткі записи щодо планів на наступний день і зазначити виконані за сьогодні завдання (добре, звісно, якщо є що вказати).

Звичайно, у вашому житті може бути небагато можливостей для перерв і відпочинку. Наприклад, ви розриваєтесь між двома роботами й великою кількістю навчальних курсів. Але хоч би яким було ваше життя, старайтесь все ж «утискати» в нього хоча б короткі перерви.

Дуже важливо від абстрактних і віддалених термінів виконання перейти до щоденних. Крок за кроком боріться з віддаленими термінами. Великі плани потрібно розділяти на малі частини, які знайдуть своє місце у ваших планах на день. Адже важка мандрівка на тисячу кілометрів — це насправді багато легких і дрібних кроків.

ВАША СПРОБА!

Планування успіху

Оберіть невелику частину завдання, якого ви уникаєте. Заплануйте, де й коли візьметесь за цю роботу. Підете до бібліотеки після обіду й перемкнете телефон на режим «У літаку»? Чи завтра ввечері зчинитеся в окремій кімнаті без комп'ютера й почнете писати від руки? Хоч би що ви вирішили, планування того, як саме це робитимете, значною мірою наближає вас до успіху в цій справі¹⁴³.

Можливо, ви вже звикли відкладати все на потім, а мотивацією є тільки почуття вини за незроблене. Можливо, вам важко повірити в те, що якась інша система теж спрацює. Можливо, вам складно правильно розподіляти свій час, бо ви ніколи раніше не замислювалися, скільки потрібно на виконання якоїсь справи без поспіху. Виявляється, люди, що хронічно відкладають усе на потім, схильні бачити в кожному такому відкладанні якийсь особливий, унікальний випадок, який нібіто буває «тільки раз» і ніколи більше не повторюється. Хоч це й неправда, але звучить дуже переконливо. Так переконливо, що ви можете вірити в це знову й знову, адже немає календаря із планом на день, що може все спростувати. Як колись сказав Чіко Маркс: «Кому ви повірите? Мені чи власним очам?».

Як уникнути відкладання на потім? Думки студента Джонатана Маккорміка, що вивчає промислову інженерію

1

- . У щоденнику я записую термін виконання завдань на день раніше, ніж є насправді. Так я ніколи не доробляю завдання в останню хвилину й маю ще цілий день на те, щоб обдумати виконане завдання, перш ніж здати його.

2

- . Коли я працюю над домашніми завданнями, то повідомляю це друзям. Тоді коли хтось із них побачить, що я сиджу у фейсбуці, запитає, чому я зараз байдикую.

3

- . Я тримаю на столі аркуш паперу з написаною на ньому початковою зарплатою промислового інженера. Коли мені важко зосередитися

на роботі, я дивлюся на цей аркуш і нагадую собі, що в довгостроковій перспективі ці зусилля дадуть плоди.

Час від часу прокрастинації в невеликих кількостях не можна уникнути. Але щоб досягнути успіху в математиці й природничих науках, вам доведеться тримати ці звички під контролем. Ви маєте прибрати до рук ваших зомбі. Календар чи щоденник із планами відіграє роль ваших очей, які за цим стежать. На початках люди часто ловлять себе на тому, що пишуть не зовсім реальні плани, які неможливо повністю виконати. Проте якщо уважно спостерігатимете за собою, ви швидко навчитеся встановлювати адекватні й реальні цілі.

Ви подумаете: «*Але як щодо систем тайм-менеджменту? І як я маю знати, що є важливішим і до чого варто докласти більше зусиль?*». Саме для цього існує тижневий план. Він дає вам змогу відступити на крок назад, подивитися на загальну картину й визначити пріоритети. Також корисно щовечора складати план для наступного дня — так ви уникнете прийняття рішень в останню хвилину.

Вам часом доводиться вносити зміни до плану через непередбачені обставини? Певна річ! Але пам'ятайте закон інтуїції: щастя усміхається тим, хто пробує. Ефективне планування є частиною цього процесу спроб. Тримайте свою мету під прицілом і не дозволяйте випадковим перешкодам вибити вас із колії.

Складання планів і важливість початку

Протягом тижня я на кожен день складаю перелік справ, які маю зробити, і це допомагає мені організовувати мій час. Я пишу такі плани на аркуші паперу в лінійку й ношу його в кишені. Щодня я по кілька разів витягую план із кишені й перевіряю, що я вже зробив, а що ще залишилося. Мені подобається викреслювати виконані завдання, особливо коли перелік дуже довгий. Удома я маю повну шухляду таких складених папірців.

Для мене простіше почати якусь справу чи навіть декілька одночасно та знати, що коли я знову повернуся до них, вони вже будуть частково готові, тож можна буде менше цим перейматися.

Майл Гашадж, другокурсник, промислова інженерія

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПОРАДИ: НАЙКРАЩІ ЗАСТОСУНКИ ТА ПРОГРАМИ ДЛЯ НАВЧАННЯ

Простий таймер і папір із ручкою часто є першими й головними знаряддями, які допомагають організуватися. Проте можна також скористатися технологічними досягненнями. Наведу тут декілька найкращих технологічних засобів, орієнтованих на студентів.

ВАША СПРОБА!

Найкращі застосунки й програми для занять

(доступні безкоштовні версії, якщо інше не зазначено)

Таймери

- «Метод помідора» (різні ресурси й ціни)
<http://pomodorotechnique.com/>

Планування завдань і картки для вивчення

- 30/30 — комбінація таймерів із плануванням завдань:
<http://3030.binaryhammer.com/>
- StudyBlue — поєднання карток і записів з текстовими повідомленнями, що нагадують про час навчання і дають прямий лінк на матеріал: <http://www.studyblue.com/>
- Evernote — один із моїх улюблених ресурсів; популярний засіб для запису завдань і різної інформації (замінює невеликі блокноти, які раніше носили із собою творчі люди, щоб швидко фіксувати ідеї):
<http://evernote.com/>
- Anki — одна з найкращих систем, побудованих на картках для вивчення, ефективний алгоритм інтервального повторення; багато чудових готових шаблонів для низки навчальних дисциплін:
<http://ankisrs.net/>
- Quizlet.com — система дозволяє створювати власні картки; є можливість працювати разом з однокурсниками і розподіляти завдання: <http://quizlet.com/>
- Google Tasks and Calendar: <http://mail.google.com/mail/help/tasks/>

Обмеження часу на сайтах, що вас відволікають

- Freedom — багато людей майже моляться на цю програму, доступну для MacOS, Windows і Android (10 доларів):
<http://macfreedom.com/>

- StayFocusd — для Google Chrome:
<https://chrome.google.com/webstore/detail/stayfocusd/laankejkbhbdhmipfmgcngdelahlfogi?hl=en>
- LeechBlock — для Firefox: <https://addons.mozilla.org/en-us/firefox/addon/leechblock/>
- Meetimer — для Firefox; відстежує й фіксує, де ви проводите час:
<https://addons.mozilla.org/en-us/firefox/addon/meetimer/>

Мотивація

- 43 Things — постановка цілей: <http://www.43things.com/>
- StickK — постановка цілей: <http://www.stickk.com/>
- Coffitivity — легкий фоновий шум, що нагадує кав'янню:
<http://coffitivity.com/>

Найпростіший метод з усіх можливих

- Вимкніть звукові сигнали на комп'ютері й телефоні!

Підсумовуємо прочитане

- Інтелектуальні прийоми можуть бути дуже дієвим засобом. Ось приклади найефективніших.
 - Щоб боротися з прокрастинацією, виберіться до місця з мінімальною кількістю відволікальних чинників, наприклад до бібліотеки.
 - Навчіться ігнорувати думки, які вас відволікають, пропускаючи їх повз увагу.
 - Якщо ви чимось засмучені, перелаштуйте свій фокус, перемкніть увагу з негативного на позитивне.
 - Пам'ятайте, що мати певні негативні відчуття перед початком роботи — це цілком нормально.
- Планування вільного часу й відпочинку є одним із найважливіших факторів, що дають можливість боротися з відкладанням на потім. Очікування відпочинку допомагає уникати прокрастинації.
- Головним методом боротьби з відкладанням на потім є складання щоденного переліку справ, які потрібно зробити. План на тиждень може бути додатковим засобом, що допоможе поглянути на все із ширшої перспективи.
- Складайте план на день попереднього вечора.
- «З'їдайте всіх своїх жаб уранці».

Робимо паузу та пригадуємо

Закрийте книжку й відведіть від неї погляд. Які були основні ідеї цього розділу? Не забудьте привітати себе із завершенням читання розділу, адже кожне досягнення заслуговує похвали, висловленої хоча б подумки!

Закріплюємо знання

1. Якщо братися за роботу з певними негативними відчуттями — це нормально, що тоді можна зробити, щоб подолати цю перепону?
2. Який найкращий спосіб тримати під контролем звичку відкладати справи на потім?
3. Чому план завдань на день найкраще писати напередодні увечері?
4. Як можна змінити свій погляд на речі, які ви наразі сприймаєте негативно?
5. Поясніть, чому важливим є встановлення часу завершення справ у кінці дня?

ВАША СПРОБА!

Установлення реальних цілей

Мені хотілося б, щоб кінець цього розділу книжки заклав початок нового розділу вашого життя. На наступні два тижні спробуйте складати тижневий план у понеділок. Потім почніть записувати по 5–10 невеликих і реалістичних завдань на кожен день. Після виконання викреслюйте кожен пункт із переліку та святкуйте свою маленьку перемогу над кожним таким викресленим рядком. Якщо є потреба, розбийте завдання на кілька частин: виконання кожної підтримає вашу мотивацію.

Пам'ятайте, що важливо завершувати виконання плану до визначеного вами часу, — ви матимете вільний час для себе без почуття провини. Так ви випрацюєте новий набір звичок, який зробить ваше життя приємнішим.

Можна використовувати папір чи блокнот або ж прикріпити біля вхідних дверей дошку для крейди чи маркерів. Почніть із того, що видається вам найефективнішим.

ІСТОРІЯ МЕРІ ЧА, АБО ДОЛАЄМО НАЙВАЖЧІ БАР'ЄРИ В ЖИТТІ ЗА ДОПОМОГОЮ «МАГІЧНОГО МАТЕМАТИЧНОГО МАРИНУВАННЯ»



© Mary Cha

«Батько залишив нас, коли мені було три тижні, а мати померла, коли мені виповнилося дев'ять років. Як наслідок — у школі я погано вчилася й залишила дім моїх прийомних батьків у юному віці з шістдесятьма доларами в кишенні.

Тепер я старшокурсниця на факультеті біохімії із середнім балом 3,9 і планую вступати до медичного інституту. Пробуватиму наступного року.

Як це все стосується математики? Добре, що ви запитали!

У 25 років я пішла до армії, тому що не могла фінансово себе забезпечити. Служба у війську була найважливішим рішенням моого життя (хоча це зовсім не означає, що життя в той час було легким). Найважчий період був в Афганістані. Мені подобалася моя робота, але я мала небагато спільногого з колегами. Я почувалася самотньою, тому у вільний час вивчала математику, щоб тренувати свій розум. Військовий досвід допоміг мені виробити корисні звички щодо навчання. Я навчилася займатися не просто годинами й сидячи за

столом, а викроювати час на якісь обчислення щоразу, коли випаде вільна хвилинка. Я постійно була чимось зайнята, тому доводилося навчатися протягом коротких часових проміжків.

Саме тоді я відкрила для себе “магічне математичне маринування” — відповідник мислення в розпорощеному режимі. Траплялося, що я довго не могла розв’язати якесь завдання — у прямому сенсі застрягала на ньому без жодних ідей, що робити далі. Тоді мене раптом викликали через якийсь вибух чи ще щось. Коли я була на завданні й керувала загоном або навіть просто десь сиділа й чекала, мій мозок працював над математикою на задньому плані. Увечері я приходила до свого ліжка — і все розв’язувала!

Ще один прийом, якого навчилася, я називаю активним пригадуванням. Миючись в душі чи зачісуючи волосся, я одночасно відтворювала в голові вже розв’язані завдання. Це допомагало мені тримати розв’язання в активній частині мозку й не забувати їх.

Мій навчальний процес виглядає так:

1

. розв’язую всі вправи до розділу (або принаймні достатню кількість кожного типу, щоб добре розуміти);

2

. даю складним завданням час на “маринування”;

3

. роблю короткі конспекти важливих тем і записи кожного типу завдань, які вважаю потрібними для себе;

4

. до іспиту належно впорядковую свої записи: теоретичні теми, типи вправ до відповідних розділів, методики розв’язування.

Вас приємно здивує ефект від самого лише конспектування важливих тем, не кажучи вже про типи задач і техніки розв’язування. Такий словесний спосіб запису допоможе впорядкувати знання в голові й бути впевненішими в собі перед екзаменом.

У молодшому віці я думала, що коли щось не можу зрозуміти одразу, то це означає, що ніколи й не збегну, тобто я недостатньо розумна.

Але це, звісно, неправда. Тепер я розумію, що насправді важливо

почати над чимось працювати заздалегідь, щоб дати собі час на його опанування. Так можна засвоїти матеріал без стресу і зробити навчання значно приємнішим».

132 Allen 2001, p. 85, 86.

133 Steel 2010, p. 182.

134 Beilock 2010, p. 162–165; Chiesa and Serretti 2009; Lutz et al. 2008.

135 Хто цікавиться, див. ресурси, подані на сторінці Association for Contemplative Mind in Higher Education — acmhe.org/.

136 Boice 1996, p. 59.

137 Ferriss 2010, p. 485.

138 Там само, с. 487.

139 Fiore 2007, p. 44.

140 Scullin and McDaniel 2010.

141 Newport 2012; Newport 2006.

142 Fiore 2007, p. 82.

143 Baddeley et al. 2009, p. 378–379.

9. ПРО ЗОМБІ-ПРОКРАСТИНАЦІЇ: РОБИМО ВИСНОВКИ

В останніх розділах ми обговорили проблеми, пов'язані з відкладанням справ на потім. Але є ще кілька ідей, які можуть підсумувати сказане й дати дещо інший погляд на цю звичку.

ПЛЮСИ І МІНУСИ МАКСИМАЛЬНОЇ ВІДДАЧІ В ЕКСТРЕМАЛЬНИХ УМОВАХ

1988 рік, вечір п'ятниці. Двоє спеціалістів компанії Microsoft зустрічаються на вечірці й... несподівано знаходять розв'язання проблеми з великим пакетом програмного забезпечення, над яким Microsoft уже майже припинив роботу. Ті двоє швидко залишили вечірку, увімкнули комп'ютер і пройшлися програмним кодом рядок за рядком. Того вечора їм стало зрозуміло, що вони щось знайшли. Як пише Франс Йоганссон у захопливій книжці «Поворотний момент» (*The Click Moment*), це щось перетворило вже майже закинutий проект в операційну систему Windows 3.0, яка допомогла компанії Microsoft стати глобальним технологічним гігантом¹⁴⁴. Бувають випадки, коли натхнення з'являється фактично нізвідки.

Такі рідкісні творчі прориви — осяння у хвилини релаксу й потім напружена робота на цілу ніч — дуже відрізняються від типового дня, коли ми вивчаємо математику чи природничі науки. Це більше нагадує спорт: раз на певний період настає день змагань, коли ви маєте зробити все, що можете, в умовах виняткового стресу. Але за таких обставин ви, звісно, не мусите тренуватися щодня.

У певні дні надзвичайної продуктивності ви можете працювати до глупої ночі й зробити дуже багато. Проте в наступні дні записи в щоденнику покажуть, що ваша продуктивність значно *нижча*. Люди, які звикли виконувати свою роботу «наскоками», у середньому значно менш продуктивні, ніж ті, хто рухається рівномірними маленькими

кrokами¹⁴⁵. Тривале перебування в екстремальних умовах може спричинити «ефект вигорання»¹⁴⁶.

Наближення дедлайну може різко підвищити рівень стресу й перевести вас у стан, коли гормони стресу можуть стимулювати й допомагати в мисленні. Але покладатися на адреналін небезпечно, адже коли рівень стресу надто зростає, спроможність тверезо мислити може взагалі зникнути. Тим паче, підготовка до екзамену з математики чи природничих наук — це щось зовсім інше, ніж, наприклад, завершення доповіді до встановленої дати. Тому що математика й природничі науки вимагають закладення нейронного «фундаменту», що значною мірою відрізняється від «фундаменту» суспільних, лінгвістичних чи художніх дисциплін. Для багатьох людей математично-природничі «фундаменти» закладаються повільно, за допомогою чергування сфокусованого й розорошеного режимів мислення відповідно до засвоєння матеріалу. Саме у вивчені математики й природничих наук стратегія на зразок «Я працюю найефективніше в останні дні перед екзаменом» просто не працює¹⁴⁷.

Пам'ятаєте чоловіків із розділу 5, що ковтали миш'як? У XIX столітті серед австрійців поширилася тенденція потроху вживати цю отруту: хоч проти миш'яку можна було виробити імунітет, та шкода в довгостроковій перспективі все ж залишалася. Це чимось нагадує ігнорування шкоди від прокрастинації.

Узяти під контроль звичку відкладати на потім означає усвідомити, що певні речі, які в цей момент здаються болісними, можуть насправді бути корисними. Подолання потягів до прокрастинації має багато спільногого із чинниками стресу, які врешті-решт приносять нам користь.

Коли я не працюю, то маю розслабитися, а не працювати над чимось іншим!

Психолог Берес Фредерік Скіннер, роздуми про поворотний момент у його кар'єрі¹⁴⁸

МУДРЕ ОЧІКУВАННЯ

Як ми дізналися, нібито добрі справи можуть мати погані наслідки. Ефект установки в шахах — неможливість бачити кращі ходи через раніше засвоєні упередження — є вдалим прикладом цього.

Сфокусованість, якої загалом прагнуть люди, утримує розум у певних межах, які можуть перешкоджати пошуку кращого розв'язання.

Так само як зосередженість — це *не завжди* добре, нібіто погана звичка прокрастинувати інколи може бути аж ніяк не поганою. Наприклад, виконуючи план справ на день, ви можете відкладати якусь з них, яка не є першою в переліку. Здоровою формою відкладання є вміння зупинитися *й подумати*, перш ніж узятися за справу та зробити її. Варто навчитися мудро очікувати. *Завжди є* справи, які треба зробити. Встановлення пріоритетів допоможе вам поглянути ширше, перш ніж ухвалювати рішення. Часом якщо трохи почекати, ситуація може розв'язатися сама собою.

Зупинитися *й подумати* — важливі вміння не тільки для боротьби з прокрастинацією: у математиці й природничих науках вони потрібні для розв'язування задач. Мабуть, вам цікаво буде дізнатися, чим відрізняються підходи до розв'язування задач, які застосовують викладачі та студенти-старшокурсники, з одного боку, і новачки в математиці — із другого. Насправді підготовлені особи *не так швидко* починають розв'язувати задачу¹⁴⁹. Їм потрібно приблизно 45 секунд на роздуми, щоб визначити, які підходи до розв'язання використати. Новачки, навпаки, одразу беруться за розв'язування, думаючи тільки близько 30 секунд про те, із чого почати.

Не дивно, що висновки, які зробили новачки, часто є помилковими, адже вони ґрунтуються більше на зовнішніх проявах, аніж на базових принципах. Це можна порівняти із ситуацією, коли підготовлені люди роблять висновок, що броколі — це овоч, а лимон — фрукт. Новачки ж тим часом загрузли в хибних припущеннях, що броколі — це невелике дерево, а лимони — це, без сумніву, яйця. Якщо зробити паузу, можна скористатися нашою внутрішньою бібліотекою фрагментів пам'яті й побачити конкретне завдання в узагальненішій перспективі.

Очікування важливе також у ширшому контексті. Якщо у вас виникають труднощі з опануванням якогось матеріалу з математики чи природничих наук, не дайте розчаруванню захопити ваші думки й відкинути ці концепції як занадто складні чи абстрактні. У книжці із влучною назвою «Зупинити час» (*Stalling for Time*) експерт ФБР із ведення перемовин про звільнення заручників Гері Неснер зазначає, що всі ми могли би багато навчитися з успіхів і невдач таких

перемовин¹⁵⁰. На початку таких ситуацій набирають обертів емоції. Спроби прискорити події часто закінчуються катастрофою. Якщо все ж відсунути вбік природне бажання відреагувати агресивно на емоційні провокації, ми матимемо час, щоб емоції поволі розвіялися. Унаслідок цього холодний розум рятує життя.

Емоції, які підштовхують до дій («Ну ж бо, зроби так, здається, це правильний спосіб»), можуть вивести вас на хибний шлях. Наприклад, у виборі професії прагнення йти за своїм покликанням може нагадувати намір одружитися з улюбленою кінозіркою. Усе виглядає прекрасно, але тільки до першого зіткнення з реальністю. Це доводять дані досліджень: **протягом останніх десятиліть студенти, які під час вибору професії сліпо йшли за своїми мріями, не осмислюючи, чи раціональний їхній вибір, були менш щасливі, ніж ті, хто поєднував захоплення з раціональним мисленням¹⁵¹.**

Усе це підтверджується моїм життям. Колись давно я не мала ані захоплення математикою, ані хисту, ані знань. Але після раціональних роздумів я захотіла досягти в ній успіху. Для цього мені довелося тяжко працювати. Також я знала, що важкої праці недостатньо: потрібно ще припинити себе дурити.

Я досягла успіху в математиці. Це відкрило мені шлях до природничих наук. І крок за кроком я опанувала їх. З успішними результатами прийшло й захоплення.

Ми розвиваємо власну пристрасть до того, що нам вдається. Але не варто думати, що ми не можемо мати або розвинути захоплення тим, чого не вміємо.

ПИТАННЯ Й ВІДПОВІДІ ЩОДО ВІДКЛАДАННЯ НА ПОТІМ

Мене так переповнює відчуття, як багато ще треба зробити, що я уникаю думок про ті справи, хоч це тільки погіршує становище. Що робити, коли тебе паралізує сама лише думка про величезну кількість незробленого?

Запишіть три «мікрозавдання», які можна виконати за лічені хвилини. Пам'ятайте про щастя, яке усміхається тим, хто пробує: докладіть максимум зусиль, щоб зосередитися на чомусь важливому.

У цей момент спробуйте заплющити очі й сказати собі, що наразі вам ні про що турбуватися, немає жодних проблем, крім вашого першого мікрозавдання. (Про заплющення очей я аж ніяк не жартую — не забувайте, що це може звільнити вас від шаблонів попередніх думок¹⁵²). Можливо, варто пограти із самим собою в «гру з помідором». У межах 25 хвилин можна принаймні почати читати розділ.

Виконувати багато складних завдань — це так само, як «докластися» до сирної тарілки й поїдати шматочок за шматочком, крок за кроком. Розглядайте кожне завдання як перемогу, навіть якщо це щось незначне. Адже ви просуваєтесь вперед!

Скільки часу потрібно, щоб змінити звичку відкладати?

Хоч певні результати ви помітите майже одразу, та все ж вироблення звичок, які справді працюють і з якими вам комфортно, може тривати близько трьох місяців. Будьте терплячими й керуйтесь здоровим глуздом: не намагайтесь досягнути надзвичайних результатів одразу, бо такий швидкий ефект може бути нетривалим і тільки ще більше вас розчарує.

Моя увага дуже непостійна, перестрибує з одного на інше, тому мені важко зосередитися на завданні. Чи я приречений бути прокрастинатором?

Звичайно, ні! Багато дуже креативних і успішних студентів побороли синдром порушення активності й уваги за допомогою методів, які я описала в цій книжці. І ви теж можете.

Якщо вам важко втримати увагу, то особливо корисними будуть методи, які допомагають зосереджуватися на певному завданні на короткий час. Це може бути планувальник, дошка із записами біля вхідних дверей, таймер або програми з тайм-менеджменту на телефоні чи комп’ютері. Усі ці засоби допоможуть вам перетворити свої зомбозвички на відповідальний підхід до використання часу.

Думки студента із синдромом порушення активності й уваги

Як людина із синдромом порушення активності й уваги я змушений боротися зі звичкою прокрастинувати чи не щодня. Побороти її

можна тільки за допомогою організованості. Для мене це означає записувати все в календарі або блокноті — наприклад, домашні завдання й дати виконання, розклад занять, години відпочинку. Це також означає вчитися щодня в тому самому місці й усувати всі відволікальні чинники — приміром, вимикати телефон.

Тепер я щотижня виконую ті самі справи в той самий час: моя свідомість потребує структури й упорядкованості. Саме тому на початку було дуже важко зламати старі звички відкладати на потім, хоча після місяця праці над новими звичками та закріплення дотримуватися їх стало зовсім легко.

Вестон Джешурун, другокурсник

Ви радили застосовувати якнайменше сили в боротьбі з прокрастинацією. Але хіба не варто навпаки частіше вдаватися до сили волі, щоб змінити її?

Сила волі схожа на м'язи. Щоб зміцнювати м'язи, їх потрібно регулярно застосовувати. Вироблення й застосування сили волі є певним балансуванням¹⁵³. Якщо хочете досягнути змін і ваше завдання потребує високої самодисципліни, варто брати на себе не більше однієї складної справи одночасно.

Сісти й узятися за домашні завдання не так важко. Але варто мені почати — як ловлю себе на тому, що позиркую то на фейсбуک, то на електронну пошту. Незчуся, як робота на три години забрала в мене вісім.

«Метод помідора» є універсальним засобом для відволікання ваших зомбі. Ніхто не сказав, що ви маєте досягти ідеалу в боротьбі з прокрастинацією. Усе, що вам потрібно, — постійно працювати над удосконаленням робочого процесу.

Що ви порадите студентові, який постійно уникає праці, але відмовляється це визнати, замість цього звинувачуючи всіх і все, окрім себе? Або студентові, який провалює кожен тест, однак переконаний, що знає матеріал краще, ніж про це свідчать його оцінки?

Якщо ви постійно потрапляєте в ситуації, у яких думаете «Я не винен», — тут щось не так. Насправді ковалъ свого щастя саме ви.

Якщо отримуєте оцінки, які вам не подобаються, потрібно щось змінити у своєму житті замість звинувачувати в цьому інших.

Чимало студентів протягом багатьох років казали мені, що «справді знають матеріал». Деякі протестували після провалених тестів, виправдовувалися, що просто недобре почуваються на тестах і екзаменах. Водночас їхні однокурсники часто розповідали мені, що за цим стоїть: той студент займається дуже мало або ж не робить цього взагалі. Сумно констатувати, що надмірна впевненість у власних можливостях може часом набувати майже патологічних форм. Я переконана, що саме це є причиною того, що роботодавці склонні брати на роботу людей, успішних у математиці й природничих науках. Високі оцінки із цих предметів часто є об'єктивним свідченням про спроможність людини давати собі раду зі складними завданнями.

Варто ще раз наголосити: провідні експерти з багатьох дисциплін зізнаються, що їхній шлях до висот не був легким. Вони пройшли через важкі й невеселі часи, перш ніж досягнули рівня експертів, хоча зовні все виглядає зовсім не складним¹⁵⁴.

ВАША СПРОБА!

Практикуємося в боротьбі із зомбі

Подумайте про одне зі своїх важких завдань. Які думки допомогли вам з ним упоратися? Наприклад, можна поміркувати так: «Але це насправді не так уже й складно: щойно я розпочну, стане легше. Інколи корисно робити те, що не приносить задоволення, — майбутня винагорода того вартує»¹⁵⁵.

Підсумовуємо прочитане

Відкладання справ на потім є настільки важливою проблемою, що це підсумування містить певні ключові тези з усіх розділів цієї книжки й виходить за межі теми.

- Ведіть планувальник: він допоможе легко простежити, чи досягаєте ви поставлених цілей, які методи ефективні, а які — ні.
- Щодня присвячуйте час виконанню певних завдань і справ.
- Складайте денний план попереднього вечора, щоб мозок міг попрацювати над поставленими цілями, — це допоможе вам їх досягнути.

- Розділяйте роботу на багато невеликих завдань. Завжди дбайте про те, щоб ви (і ваші зомбі!) отримували багато винагород. Не шкодуйте кількох хвилин на відчуття перемоги й задоволення.
 - Послідовно відтягуйте отримання винагороди аж до самого завершення справи.
 - Знаходьте зачіпки, які ведуть до відкладання справ на потім.
 - Свідомо переміщуйтесь в нове оточення, де небагато відволікальних сигналів (наприклад, тихий закуток бібліотеки).
 - На вашому шляху виникатимуть перешкоди, але не звинувачуйте в усіх своїх проблемах зовнішні чинники. Коли починає здаватися, що в усьому винен хтось інший, саме час подивитися в дзеркало.
 - Повірте в новий розпорядок, який ви створили. Інтенсивно працюйте в періоди, присвячені сфокусованій роботі, але також майте достатньо віри у свою систему, щоб у виділений для відпочинку час справді розслаблятися без почуття провини.
 - Підготуйте запасний план на випадок, якщо взятися за роботу ніяк не вдається. Зрештою, ніхто не досконалий.
 - «З'їдайте всіх своїх жаб уранці».
- Успіху в експериментах!

Робимо паузу та пригадуємо

Закрийте книжку й відведіть від неї погляд. Які були основні ідеї цього розділу? Коли збиратиметеся до сну сьогодні ввечері, спробуйте знову пригадати ці головні думки — саме перед сном вони найкраще закарбовуються в пам'яті.

Закріплюємо знання

1. Якщо ви склонні часто відвілюватися, які методи можуть допомогти вам цього уникати?
2. Як розрізнати, коли прокрастинація є корисною, а коли — шкідливою?
3. Чи пам'ятаєте ви випадки зі свого життя, коли пауза й обдумування справи перед початком дій виявилися доречними?
4. Коли ви сіли працювати, але ловите себе на гаянні часу, що можна зробити, щоб швидко повернутися до роботи?
5. Подумайте над тим, як ви реагуєте на невдачі. Чи берете ви на себе відповідальність за вашу частину провини? Чи навпаки — входите в

роль жертви обставин? Який спосіб реакції все ж є оптимальним?
Чому?

6. Чому люди, які у виборі професії йшли тільки за своїми мріями й захопленнями, не ухвалюючи раціональних і виважених рішень, мають менше шансів у майбутньому бути задоволеними своєю кар'єрою?

144 Johansson 2012, chap.7.

145 Boice 1996, p. 120; Fiore 2007 chap. 6.

146 Там само, с. 125.

147 Amabile et al. 2002; Baer and Oldham 2006; Boice 1996, p. 66.

148 Rohrer et al. (у пресі).

149 Chi et al. 1981.

150 Noesner 2010.

151 Newport 2012, зокрема chap. 1 (“Rule#1”).

152 Nakano et al. 2012.

153 Duhigg 2012, p. 137.

154 Newport 2012.

155 Див. багато схожих ідей у Edelman 2012.

10. РОЗВИТОК ПАМ'ЯТІ

Джошуа Фоер був геть звичайним хлопцем. Але цілком звичайні люди часом можуть робити щось незвичайне.

Закінчивши коледж, Фоер жив разом із батьками й намагався щось зробити, щоб стати журналістом. Він мав погану пам'ять: постійно забував такі важливі дати як день народження своєї дівчини, не міг пригадати, де залишив ключі від машини, забував їжу в мікрохвильовці. Ніяк не міг себе відучити від писання в текстах *its* замість *it's*.

Але Фоера захоплювало те, що в певних людях він помічав цілком протилежне. Ці люди, наприклад, могли лише за 30 секунд запам'ятати послідовність перетасованої колоди карт, або ж у разі потреби тримати в голові десятки телефонних номерів, імен, облич, подій чи дат. Достатньо було такій людині дати якийсь вірш — і за кілька хвилин вона могла переказати його напам'ять.

Фоера це дивувало. Він думав: напевно, мозок у цих майстрів запам'ятування мусить бути якось особливо влаштований, саме тому їм вдається легко тримати в голові величезні обсяги інформації.

Але всі генії запам'ятування, із якими Джошуа розмовляв, стверджували, що до систематичних тренувань мали цілком посередню пам'ять. Хоч би яким сумнівним це виглядало, але, за словами цих людей, саме давні техніки візуалізації допомогли їм навчитися так легко і швидко запам'ятувати. «Це може кожен, — постійно чув від них Фоер, — *навіть ти*»¹⁵⁶.

Ці поради привели до чи не найбільш неймовірного варіанта розвитку подій, який Фоер тільки міг собі уявити: він опинився у фіналі чемпіонату.

Ми, викладачі, у своєму пориві спонукати студентів формувати в пам'яті фрагменти інформації замість запам'ятування неорганізованого набору фактів, часом можемо справляти враження, що запам'ятування взагалі не важливе («Навіщо мені

запам'ятувати формулу, якщо її можна підгляднути в підручнику?»). Та все ж запам'ятування головних фактів потрібне, адже саме ці дані слугують основою утворення фрагментів пам'яті! Під час творення фрагментів потрібно подумки жонглювати відкладеними в пам'яті фактами, перебирати їх.

Форрест Ньюман, викладач астрономії та фізики, Коледж Сакраменто

ПАМ'ЯТАЄТЕ, ДЕ СТОЇТЬ ВАШ СТІЛ? ВАША НАДЗВИЧАЙНА ЗОРОВА ТА ПРОСТОРОВА ПАМ'ЯТЬ

Може, вас це здивує, але ми всі маємо дуже ефективну зорову та просторову пам'ять. Застосовуючи техніки, що ґрунтуються на цих системах, ви записуєте інформацію в мозку не просто за допомогою повторення. Замість цього ви використовуєте жартівліві асоціації, креативні підходи, які допомагають бачити, чути або відчувати те, що ви намагаєтесь запам'ятати. До того ж ці техніки вивільняють вашу оперативну пам'ять.

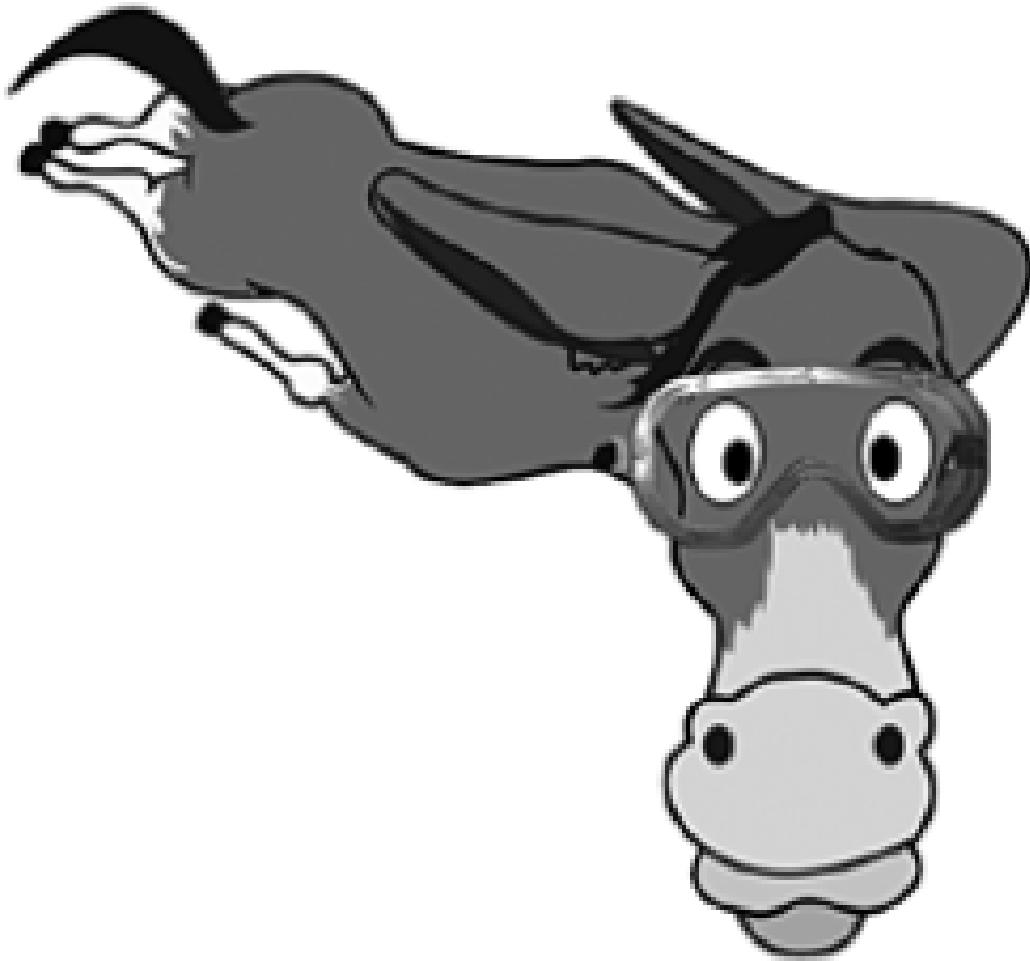
Групуючи інформацію в, можливо, трохи дивацький, але логічно відтворювальний спосіб, ви розширяєте можливості своєї довготермінової пам'яті. Усе це також допомагає зняти стрес на екзамені.

Що я маю на увазі під хорошою зоровою та просторовою пам'яттю? Якщо вас попросять пройтися будинком, у якому ніколи раніше не були, ви невдовзі матимете уявлення про загальний вигляд і розташування меблів, планування кімнат, кольорову гаму, різні засоби в шафі у ванній кімнаті (ого!). Протягом кількох хвилин ваш мозок збере й зафіксує тисячі нових елементів інформації. Навіть кількома тижнями пізніше у вашій пам'яті залишиться значно більше, ніж якби витратили стільки ж часу на розглядання білої стіни. Ваш мозок улаштований так, щоб збирати та зберігати таку загальну інформацію про місце.

Давні й сучасні майстри запам'ятування використовували прийоми, побудовані на цих природних можливостях зорової та просторової пам'яті. Нашим предкам не доводилося запам'ятувати багато чисел чи імен. Але їм потрібно було добре пам'ятати, як повернутися додому після триденного полювання на оленів або де

саме ростуть ягоди на схилах. Ці потреби дали розвиток пріоритетним здібностям пам'яті на зразок «що де розміщується і як що виглядає».

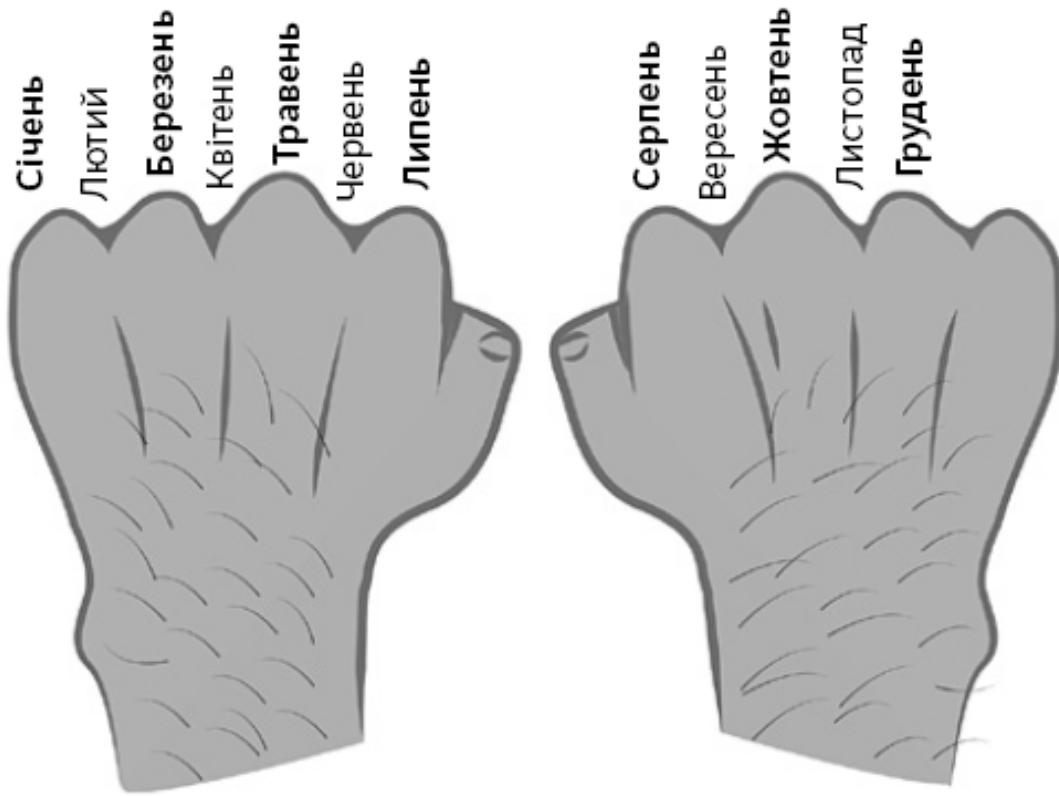
СИЛА ВІЗУАЛІЗАЦІЇ



© 2014 Kevin Mendez

Щоб почати експерименти із зоровою пам'яттю, спробуйте вигадати *максимально асоціативний візуальний образ*, що зображає один із ключових елементів того, що ви хочете запам'ятати¹⁵⁷. Наприклад, ось малюнок, який допоможе запам'ятати другий закон Ньютона: $f = ma$ (сила, яка діє на тіло, дорівнює добутку маси тіла на прискорення; для відкриття цього закону людству знадобилося багато тисячоліть). Літери *f i m* у формулі можна запам'ятати як *flying mule* (політ мула), а літера *a* — ну то вже дофантазуйте самі.

© 2014 Kevin Mendez



Креативний спосіб запам'ятовування: місяці, які «припадають» на кісточки пальців рук, мають 31 день. Один студент математичного аналізу зауважив: «Тішуся, що я ніколи не забуду, які місяці мають 31 день, завдяки цьому простому прийомові. Десять секунд у мене зайнляло вивчення того, що я не хотів вивчити 20 років, бо просто думав, що запам'ятовувати ці місяці надто нудно».

Однією із причин, чому образи такі важливі для пам'яті, є те, що вони безпосередньо пов'язані із зорово-просторовими центрами нашого мозку¹⁵⁸. Образ допомагає зафіксувати, здавалося б, щось хаотичне й важке для запам'ятовування, входячи у відповідні ділянки мозку з ефективною зоровою пам'яттю.

Що більше нейронних зв'язків вам вдасться вибудувати із залученням різних органів чуттів, то легше потім буде видобути цю інформацію з пам'яті. Можна не тільки бачити мула, а й відчувати запах мула, відчувати шкірою вітер, як його відчуває мул. Можна навіть почути свист вітру. Що смішніші й асоціативніші образи ви вигадаєте, то краще.

ТЕХНІКА «ПАЛАЦ ПАМ'ЯТІ»

Ця техніка передбачає відтворення в пам'яті знайомого місця — наприклад плану вашого будинку — і використання його як своєрідного віртуального блокнота для фіксування інформації, яку ви хочете запам'ятати. Потрібно тільки уявити місце, яке ви знаєте, — дім, дорогу до школи, улюблений ресторан. І раптом — мов на помах руки — це місце стає вашим «палацом пам'яті», який використовуватиметься як віртуальний блокнот.



© 2014 Kevin Mendez

Пройдіться своїм «палацом пам'яті» й залиште там асоціативні образи. Це непоганий спосіб запам'ятувати переліки на зразок п'яти етапів розвитку сюжету або семи кроків наукового методу.

Ця техніка ефективна для запам'ятування елементів, асоціативно не пов'язаних між собою, — наприклад, переліку продуктів (молоко, яйця, масло). Застосовуючи прийом, ви можете уявити величезну

пляшку молока просто у вхідних дверях вашого будинку, розкидані по дивану шматки хліба, розбите яйце, яке стікає з краю столика. Інакше кажучи, ви уявляєте, як ходите по знайомому приміщенню й бачите там приголомшливи образи з речами, які хочете запам'ятати.

Скажімо, ви намагаєтесь вивчити мінералогічну шкалу твердості від 1 до 10 (тальк — 1, гіпс — 2, кальцит — 3, флюорит — 4, апатит — 5, польовий шпат — 6, кварц — 7, топаз — 8, корунд — 9, алмаз — 10).

Можете вигадати собі мнемонічний вислів: «Терористичні Групи Карають Французьких Алігаторів за Перетин Кордону в Тісних Картонних Автобусах». Такий вислів, можливо, усе ще важко запам'ятати. Але буде простіше, якщо ви додасте «палац пам'яті».

Перед вхідними дверима уявляємо собі терористичну групу, заходимо всередину й бачимо алігатора з французьким прапором... і все пригадуємо. Той самий підхід можна використовувати у вивченні фінансів, економіки, хімії й інших дисциплін.

Перший раз ви робитимете це повільно. Вигадування великої асоціативної картини вимагає часу. Але що більше цей спосіб практикувати, то швидше виходитиме. Одне з досліджень показало, що з використанням техніки «Палац пам'яті» людина може запам'ятати понад 95 % переліку із 40–50 позицій після однієї чи двох уявних прогулянок, коли ці елементи «розташували» на території університету¹⁵⁹. Якщо тренувати мозок у такий спосіб, запам'ятування може перетворитися в дуже творчу роботу, яка вибудовує нейронні структури навіть для подальшого збільшення креативності. Хіба не чудово? (Щоправда, може бути один негативний нюанс: оскільки цей метод втручається у вашу зорово-просторову систему, небажано застосовувати його під час інших видів просторової діяльності — наприклад, коли ви за кермом¹⁶⁰. Адже відволікатися на дорозі небезпечно).

ВАША СПРОБА!

Використовуйте «палац пам'яті»

Викладачка біології Трейсі Магранн застосовує техніку «Палац пам'яті» для вивчення п'яти шарів епідермісу.

«Епідерміс має п'ять шарів. Знизу вгору: stratum basale, stratum spinosum, stratum granulosum, stratum lucidum і stratum corneum.

Щоб запам'ятати, який із них найглибший, уявіть підвал вашого будинку, тобто його "базу". Це *stratum basale*. Щоб пройти від найглибшого шару (підвалу) до найвищого (дах), підіймайтесь сходами з підвалу... але будьте обережні! Не зачепіть спинку стільця (*stratum spinosum*). Далі ви заходите до кухні, де хтось розсипав по підлозі гранульований цукор (*stratum granulosum*). Потім ви підіймаєтесь сходами й зупиняєтесь, щоб нанести на шкіру сонцевахисний лосьйон. *Stratum lucidum* схожий на шар лосьйону, бо захищає нас від ультрафіолетового випромінювання, але він є тільки на долонях і підошвах, тому уявний лосьйон ви наносите саме туди. Тепер ви можете піднятися на дах і насолоджуватися там смачним попкорном (*stratum corneum*)».

А ви маєте якісь ідеї щодо застосування «палацу пам'яті» під час навчання?

Пісні, які допомагають закріплювати думки в пам'яті, пов'язані з технікою «Палац пам'яті», тому що залучають здебільшого праву півкулю мозку. Існують мотиви, які полегшують запам'ятування формул коренів квадратного рівняння, формул об'єму різних геометричних фігур та багатьох інших. Можете пошукати такі пісеньки в інтернеті або придумати власні. Багато дитячих пісеньок додатково використовують рухи, які допомагають запам'ятати слова. Якщо використовувати стрибки чи розгойдування, які мають певне значення, утворюватиметься більше нейронних зв'язків для утримання певних елементів у пам'яті.

Схожі техніки можуть бути корисними для багатьох різних ситуацій (не тільки для запам'ятування формул, концепцій чи списків покупок). Навіть промови та презентації — такі зазвичай нелегкі події в стилі «зроби або помри» — готуватимуться значно швидше, коли ви усвідомите, що асоціативні образи допомагають утримати в пам'яті найважливіше, про що ви хочете сказати. Усе, що потрібно, — це прив'язати основні ідеї вашої промови до асоціативних образів.

Подивіться майстерну промову Джошуа Фоера на конференції TED про застосування «палацу пам'яті» для запам'ятування промов¹⁶¹. Якщо хочете побачити зразки використання цього методу для запам'ятування формул, на сторінці SkillsToolbox.com можна знайти

перелік асоціативних образів до математичних символів (наприклад, знак ділення «/» — це дитяча гірка)¹⁶².

Засоби полегшення запам'ятовування — асоціативні образи, пісеньки чи уявні «палаці» — корисні саме тому, що допомагають нам зосередитися тоді, коли мозок уже готовий відволіктися на щось інше. Вони нагадують нам, що для запам'ятовування важливу роль відіграє значення, навіть якщо воно подається в дивацькій формі. Словом, техніки запам'ятовування допомагають нам зробити вивчений матеріал змістовним, легким для запам'ятовування й цікавим.

ПІСЕНЬКИ ДЛЯ «МОЗКОВОЇ ГІМНАСТИКИ»

У десятому класі на уроках хімії ми вивчали число Авогадро — $6,02214 \times 10^{23}$, але ніхто з нас не міг його запам'ятати. Один мій друг склав про нього пісеньку, запозичивши мотив із реклами пластівців Golden Graham (який, як виявилося, був узятий зі значно давнішої пісні). Тепер, через тридцять років, я все ще пам'ятаю число Авогадро завдяки цій пісеньці.

Малcolm Вайтгауз, старшокурсник, комп'ютерна техніка

ПОРАДИ ТРЕЙСІ

Під час навчання корисно періодично вставати й ходити туди-сюди. Важливо також вчасно перекусити, адже для розумової діяльності мозок потребує багато енергії. Під час навчання варто використовувати різні зони мозку. Завдяки зоровій корі ми пам'ятаємо, що бачимо, відповідні ділянки відповідають за слухову й дотикову пам'ять, а моторна ділянка — за запам'ятовування предметів, які ми підіймаємо й переміщуємо. Що більшу кількість різних ділянок мозку ми використовуємо під час навчання, то міцніші структури будуємо, а стійкі нейронні структури не так швидко забиваються, навіть у стресовій ситуації (на екзамені). Приклад з анатомії: студенти беруть до рук анатомічні моделі, заплющують очі, намацуєть руками кожну деталь й озвучують назви окремих елементів. Наразі оминаємо органи чуттів, відповідальні за смак і запах: треба ж десь зупинитися!

Трейсі Магранн, викладачка біології, Коледж Седдлбек

Підсумовуємо прочитане

- Техніка «Палац пам'яті» — уявне розміщення асоціативних образів у відомому вам місці — допомагає скористатися багатьма можливостями нашої зорової пам'яті.
- Якщо навчитися використовувати пам'ять у більш організований, але креативний спосіб, можна покращити вміння зосереджуватися й навчитися вибудовувати навіть доволі нестандартні й трохи дивакуваті логічні зв'язки за умови, що вони допомагають краще запам'ятувати.
- Якщо ви справді *розумієте* матеріал, можете засвоїти його ще ґрунтовніше. Крім того, ви поповните й поглибите свою мисленневу «бібліотеку», потрібну для опанування матеріалу.

Робимо паузу та пригадуємо

Закрийте книжку й відведіть від неї погляд. Які були основні ідеї цього розділу? Завтра вранці, підймаючись з ліжка й виконуючи щоденні ранкові процедури, спробуйте відновити в пам'яті ці найголовніші думки.

Закріплюємо знання

1. Опишіть який-небудь асоціативний образ, який ви могли б використати для запам'ятування важливої формули.
2. Складіть перелік із чотирьох чи більше головних думок якоїсь з останніх лекцій. Опишіть, як ви закодували б ці думки в асоціативні образи і як розташували б їх у своєму «палаці пам'яті». (Якщо розповідатимете це вчителеві, можливо, доведеться трохи підрядувати асоціативні образи. Як колись сказала одна дотепна акторка: «Мені все одно, чим вони займаються. Головне, щоб не робили це на вулиці й не лякали коней».)
3. Поясніть принципи техніки «Палац пам'яті» так, щоб це могла зrozуміти ваша бабуся.

ШЕРИЛ СОРБІ, ВИКЛАДАЧКА ОПТИЧНО-ГРАФІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ: «ПРОСТОРОВІ НАВИЧКИ — СПРАВА ПРАКТИКИ»



© Brocket, Inc., supplied courtesy Sherry! Sorry

Шерил Сорбі — інженерка з багатьма нагородами, її дослідницькі зацікавлення охоплюють комп’ютерну тривимірну графіку для візуалізації комплексної поведінки. Ось її історія¹⁶³.

«Багато людей помилково вважає, що просторова уява є сталою характеристикою — або вона є, або її нема. Хочу цілком свідомо заявити, що це неправда. Я є живим доказом того, що просторової уяви можна навчитися. Я ледве не відмовилася від обраної професії інженера через брак просторової уяви, але все ж працювала над цими вміннями, розвинула їх та успішно завершила навчання.

Маючи такий досвід, я присвятила свою кар’єру тому, щоб допомогти в цьому іншим студентам. Майже всі студенти, із якими я працювала, зуміли завдяки навчанню покращити свої просторові навички.

Людський розум проявляється в багатьох формах: від словесності й музики аж до математики й далеко за її межі. Однією з важливих його форм є просторове мислення. Люди з високорозвиненим просторовим мисленням спроможні уявляти, як певний об’єкт виглядатиме з різних ракурсів або ж коли його повернути чи розрізати навпіл. У певних випадках просторова уява може проявлятися у вмінні прокласти шлях від одного місця до іншого, якщо у вас є тільки карта.

Здатність мислити просторовими категоріями — дуже важливий складник успіху в таких галузях, як-от інженерія, архітектура, комп’ютерна техніка й багато інших. Подумайте, наприклад, про роботу авіадиспетчерів, які мають уявляти траєкторії кількох літаків у заданий момент часу й подбати про те, щоб вони ніколи не перетнулися. Згадайте про автомеханіків, які мусять правильно змонтувати частини двигуна. Останні дослідження пов’язують просторове мислення з креативністю й інноваціями. Інакше кажучи, що кращу ви маєте просторову уяву, то креативнішою й інноваційнішою людиною ви є!

Як ми з’ясували, причиною слабкої просторової уяви деяких студентів є те, що в дитинстві в них було замало можливостей розвивати ці навички. Діти, які проводять багато часу за розбиранням і складанням чогось, як правило, мають чудову

просторову уяву. Так само діти, які займалися певними видами спорту. Подумайте, наприклад, про баскетбол. Гравець має уявляти траєкторію польоту м'яча до кошика з будь-якого місця поля. Але навіть для тих, хто не виробив просторових навичок у дитинстві, ще не все втрачено. Просторове мислення можна випрацювати й у дорослому віці — потрібні лише праця й терпіння. Що можна зробити? Спробуйте намалювати максимально точні ескізи якогось предмета, потім зобразіть його ще раз, змінивши перспективу. Грайте у тривимірні комп'ютерні ігри. Складайте тривимірні пазли (можна почати зі звичайних двовимірних). Відкладіть GPS-навігатор і спробуйте орієнтуватися за допомогою карти. Головне — не здавайтесь, продовжуйте тренуватися!»

156 Елеанор Магуайр і колеги (2003) проводили дослідження з людьми, відзначеними за феноменальну пам'ять на заходах на зразок Чемпіонату світу із запам'ятування. «Застосування нейрофізіологічних методів, а також структурного і функціонального сканування мозку показало, що в основі феноменальної пам'яті не лежать видатні інтелектуальні здібності або структурні відмінності мозку. Було встановлено, що відповідні особи використовували радше стратегії, побудовані на просторовому мисленні, активуючи такі зони мозку як гіпокамп, що є ключовими для пам'яті взагалі й просторової зокрема». Тоні Б'юзен багато зробив для популяризації методик запам'ятування. У його книжці «Користуйтесь своєю бездоганною пам'яттю» (Use Your Perfect Memory, Buzan, 1991) подано докладнішу інформацію про деякі популярні техніки.

157 Елеанор Магуайр і колеги (2003) зазначають, що техніки запам'ятування часто сприймаються як надто складні в користуванні, проте деякі — наприклад, «Палац пам'яті» — справді можуть у природний і ефективний спосіб допомогти нам запам'ятати важливу інформацію.

158 Cai et al. 2013; Foer 2011. Дослідження Деніс Кай і співавторів показують, що спеціалізація однієї півкулі мозку (часто лівої) на мові пов'язана зі схожою спеціалізацією іншої півкулі на зорово-просторовій діяльності. Тобто виглядає на те, що спеціалізація однієї півкулі на певній функції спричиняє спеціалізацію другої півкулі на іншій функції.

159 Ross and Lawrence 1968.

160 Baddeley et al. 2009, p. 363–365.

161 ted.com/talks/joshua_foer_feats_of_memory_anyone_can_do.html.

162 skillstoolbox.com/career-and-education-skills/learning-skills/memory-skills/mnemonics/applications-of-mnemonic-systems/how-to-memorize-formulas/.

163 Про важливість просторової уяви див. у Kell et al. 2013.

11. ЩЕ ТРОХИ ПРО ПАМ'ЯТЬ

ВИКОРИСТОВУЄМО ЯСКРАВІ ВІЗУАЛЬНІ МЕТАФОРИ Й АНАЛОГІЇ

Найкращий спосіб не тільки запам'ятувати, а й *розуміти* певні явища з математики чи природничих наук — це **вигадувати до них якомога яскравіші метафори й аналогії**¹⁶⁴. Метафора — один зі способів показати схожість чогось одного на інше. У пам'яті студентів на довгі десятиліття можуть закарбуватися прості пояснення одного вчителя географії, що форма Сирії на карті нагадує миску із зерном, а форма Йорданії — спортивне взуття Nike Air Jordan (а ще згадайте традиційну метафору із «чобітком» Італії. — Прим. ред.).

Щоб зrozуміти явище електричного струму, можна уявляти його як воду. Тоді електричну напругу можна буде розуміти як «тиск». Напруга дає можливість перекачувати електричний струм туди, де нам хочеться, так само як механічний насос за допомогою тиску перекачує справжню воду. Переходячи на вищий рівень розуміння електрики (або якої завгодно іншої теми чи дисципліни), ви можете переглядати ваші метафори, або ж цілком їх відкидати і створювати влучніші.

Якщо ви намагаєтесь зрозуміти поняття границі функції в математичному аналізі, можете уявляти бігуна, що наближається до фінішної лінії. Що близче він до фінішу, то повільніше рухається. Камера сповільненої зйомки показує нам, як бігун ніколи не досягає фінішної лінії, так само як математична функція не досягає границі. Між іншим, невелика книжка Сильвануса Томпсона «*Математичний аналіз у простих словах*» (*Calculus Made Easy*) допомогла багатьом поколінням студентів опанувати цей предмет. Інколи підручники так зосереджуються на деталях, що читач втрачає дуже важливe відчуття загальної картини. Схожі невеликі книжки сприяють загальному розумінню, тому що просто подають найважливіше.

Часто для пояснення різних явищ корисно вигадувати образи із *собою самим*. Уявіть себе електроном у теплих капцях, який ховається

у шматку міді, або ж уявно прошмигніть на місце змінної x в алгебраїчному рівнянні, відчуйте, як це — виглядати з кролячої нірки (тільки не дайте їй вибухнути від необачного ділення на нуль).

Місячне сяйво та студентські сни

Я завжди вчуся перед сном. Як правило, засвоєний матеріал мені потім сниться. Ці «студентські сни» часто доволі дивні, але корисні. Наприклад, коли я відвідував курс із дослідження операцій, мені снилося, що літаю туди-сюди між вузлами, фізично виконуючи алгоритм найкоротшого шляху. Інколи кажуть, що в мене не всі вдома, але мені це подобається. Виходить, що я не мушу так багато займатися, як інші. Мені здається, що в цих снах моя підсвідомість опрацьовує матеріал за допомогою метафор.

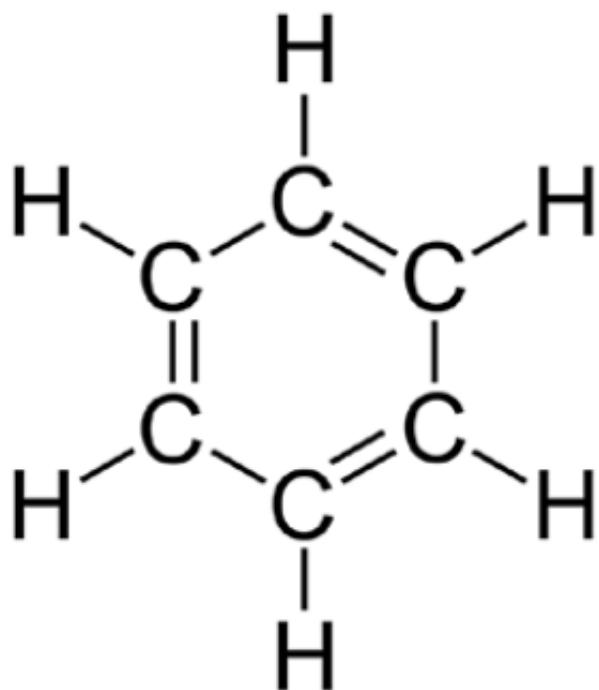
Ентоні Шіуто, старшокурсник, інженерія промислових систем

У хімії можна порівняти катіон із котом, який повзає й тому «позитивний», а негативний аніон — із плаксивою дівчинкою Анею.

Метафори ніколи не є досконалими. Але загалом можна сказати, що *всі* наукові моделі — це лише метафори, які в певний момент можуть не витримати критики¹⁶⁵. Однак очевидно те, що метафори (і моделі!) є життєво важливими в розумінні основної думки, яка стоїть за математичними чи природничими концепціями та процесами. Цікаво також, що метафори й аналогії допомагають витягнути людину зі стану, викликаного *ефектом установки*, тобто зациклення на хибному баченні суті завдання. Наприклад, проста історія про війська, що атакують фортецю з різних боків одночасно, може наштовхнути студентів на думку, скільки променів низької інтенсивності можна ефективно використати для знищення ракової пухлини¹⁶⁶.

Метафори допомагають закріплювати думки у свідомості, тому що зв'язуються з нейронними структурами, які вже існували там раніше. Вони діють за принципом копіюваного паперу, тобто несуть загальний сенс того, про що мова. Якщо в певний момент ви не можете думати метафорами, просто візьміть у руки олівець і покладіть перед собою аркуш паперу. Неважливо, будуть це слова чи малюнки — ви здивуєтесь, що може видати ваша фантазія лише за декілька хвилин байдикування.

МЕТАФОРИ Й ВІЗУАЛІЗАЦІЯ У ПРИРОДНИЧИХ НАУКАХ



en.wikipedia.org/wiki/File:Benzene-2D-full.svg

Метафори й візуалізація — здатність бачити щось своїм «внутрішнім оком» — дуже допомогли розвитку науки й техніки¹⁶⁷. Наприклад, у XIX столітті, коли хіміки почали уявляти й візуалізовувати мініатюрний світ молекул, відбувся швидкий прогрес у науці. Тут наведена чудова ілюстрація з мавпочками, надрукована в пародійному номері німецького журналу 1886 року, яка зображає бензолове кільце¹⁶⁸. Зверніть увагу на одинарні зв'язки за допомогою лап мавпочок і подвійні зв'язки, «створені» лапами та хвостами.

ЯК «РОЗТЯГНУТЕ ПОВТОРЕННЯ» ДОПОМАГАЄ РОЗСТАВЛЯТИ ДУМКИ ПО ПОЛИЧКАХ

Фокусування уваги заповнює чимось нашу оперативну пам'ять. Щоб це «щось» з оперативної пам'яті перенеслося в довготермінову, потрібні дві умови: думка має **легко запам'ятовуватися**, а ще її потрібно **повторювати**. Інакше природні метаболічні процеси, ніби маленькі вампіри, присмокчуться та знищать слабкі, щойно сформовані структури. Це вампіричне висмоктування слабких

структур загалом є корисним явищем. Більшість із того, що відбувається навколо нас, за своєю суттю тривіальне: якби ми це все запам'ятували, то врешті-решт потонули б у своїй переповненій непотрібними спогадами пам'яті.

© 2014 Kevin Mendez



Якщо ви не повторюватимете те, що хочете запам'ятати, «метаболічні вампіри» можуть висмоктати створені нейронні структури, перш ніж вони встигнуть визріти та зміцніти.

Повторення дуже важливе: навіть якщо ви запам'ятали щось, повторення допоможе по-справжньому закарбувати це. Але скільки ж разів потрібно пригадувати? Якою має бути тривалість пауз між повтореннями?¹⁶⁹ Як зробити цей процес ефективнішим?

Багато світла на це пролили дані досліджень. Візьмімо практичний приклад. Скажімо, ви хочете запам'ятати суть поняття *густини*, яка позначається смішним символом ρ («ро») і вимірюється в кілограмах на метр кубічний.

Як можна зручно й ефективно закарбувати цю інформацію в пам'яті? (Ви вже знаєте, що закладання в довготермінову пам'ять невеликих фрагментів інформації, як цей із густиною, допоможе поступово вибудувати в голові концепцію ширшого розуміння теми).

Можна взяти картку й написати з одного боку символ ρ , а із другого — коротку інформацію про густину. **Записування допомагає глибше закарбувати в пам'яті (тобто перетворити в нейронні структури)** те, що ми намагаємося вивчити. Пишучи слова «кілограм на метр кубічний», ви можете уявляти туманний кілограм (відчуйте цю масу!), що міститься у великій кубічній коробці зі стороною один метр. Що більше матеріалу вам вдасться перетворити в асоціативні образи, то простіше буде його потім пригадувати. Можна промовити якесь слово та його значення вголос, щоб утворити слухові зачіпки до матеріалу.

Ще подивіться на той бік картки, де написана літера ρ , і спробуйте пригадати те, що зафіксовано на протилежному боці. Якщо не можете — переверніть картку, перечитайте та пригадайте написане. Якщо зможете пригадати — відкладіть картку.

Після цього спробуйте підготувати ще одну картку та з її допомогою протестуйте себе. Зробивши кілька карток, перегляньте їх і перевірте, чи пам'ятаєте їхній зміст. (Так ви чергуєте різні завдання). Не дивуйтесь, якщо доведеться трохи напружитися. Після засвоєння інформації з карток відкладайте їх убік. Трохи зачекайте й витягніть їх ще раз перед сном. Пам'ятайте, що під час сну ваш мозок повторює вивчене й опрацьовує розв'язання.

Коротко переказуйте протягом кількох днів той матеріал, який хочете запам'ятати: може, кілька хвилин щоранку або щовечора. Часом змінюйте порядок карток. Поступово збільшуйте перерви між повтореннями, якщо ваш матеріал поволі засвоюється. Довші перерви в міру опанування матеріалу теж допомагають закріплювати його в пам'яті¹⁷⁰. (Хороші системи запам'ятування на основі карток — як-от Anki — побудовані на алгоритмах повторення з різною періодичністю, від днів до місяців).

Цікаво, що один із найефективніших способів запам'ятовувати імена людей — це періодичне пригадування імен після знайомства зі збільшенням часових інтервалів між пригадуваннями¹⁷¹. Матеріал, який ви не повторюєте, значно швидше розмивається й забувається. Ваші метаболічні вампіри висмоктують логічні зв'язки між елементами. Саме тому **варто бути обережним у рішеннях пропустити певний матеріал під час підготовки до іспиту. Пам'ять на те, що не поновлювалося за допомогою повторення, може ослабнути**¹⁷².

ІНТЕРВАЛЬНЕ ПОВТОРЕННЯ КОРИСНЕ ЯК ДЛЯ СТУДЕНТІВ, ТАК І ДЛЯ ВИКЛАДАЧІВ!

Я рекомендую студентам застосовувати «розтягнуте повторення» протягом днів і тижнів не тільки для моїх аналітичних курсів, а й для вивчення історії інженерії. Коли запам'ятуєте складні імена й поняття, найкраще практикувати їх протягом кількох днів. Саме так я роблю під час підготовки — голосно повторюю певні слова протягом кількох днів, щоб в аудиторії вимовляти їх справді легко й невимушено.

Фабіан Гадіпріоно Тан, викладач технології будівництва, Університет Огайо

ВАША СПРОБА!

Метафори допомагають навчатися

Подумайте про якусь тему, яку зараз досліджуєте. Чи пригадуєте ви який-небудь процес чи поняття із зовсім іншої сфери, які нагадували б ті, що вивчаєте? Пошукайте порівняння й метафори, які пасували б. (Бонус отримає той, чиї метафори матимуть трохи дурощів).

УТВОРЮЙТЕ АСОЦІАТИВНІ ГРУПИ

Ще один спосіб полегшити запам'ятовування — утворювати асоціативні спрощені комбінації. Скажімо, ви хочете запам'ятати чотири рослини, що відлякують вампірів: часник, троянда, глід і гірчиця. Перші літери назв рослин — ЧТГГ. Можете запам'ятати який-небудь ключ, наприклад, «ЧорТ на ГолоГрамі». У разі потреби достатньо тільки витягнути ключ із закутків пам'яті, здмухнути з нього пил — і ви все пригадаєте.

Запам'ятовувати числа значно легше, якщо асоціювати їх із важливими подіями. Наприклад, 1965 може бути роком народження когось з ваших родичів. Можна також асоціювати числа з якимись відомими вам системами вимірів. Наприклад, 11 секунд — це хороший результат для бігу на 100 метрів. А 75 можна пов'язати з кількістю петель, які треба набрати на спицях для в'язання вашої улюбленої лижної шапочки. Я, приміром, люблю асоціювати числа з відчуттями, якою я була або буду в певному віці. Число 18 для мене дуже просте: саме в цьому віці я пішла в дорослий світ. А в 104 я буду старою та щасливою супербабцею!

У багатьох дисциплінах існують **асоціативні фрази**, які допомагають студентам запам'ятовувати матеріал, — перші літери кожного слова фрази є першими буквами слів того переліку, який потрібно запам'ятати. «Класичний» приклад — речення для запам'ятування кольорів веселки. Приміром: «Чарівниця осінь жар-птаху закликає бабин сад фарбувати» або «Чепурний пузатий жук з'їв барвистий свіжий фрукт». (Цей і наступні приклади адаптовано для українського читача. — *Прим. ред.*)

До тих, хто плутається з назвами планет Сонячної системи, на допомогу приходять Василько і Юрко: «Маленький Василько з маленьким Юрком сховищем удвох нишпорили».

Багато улюблених мнемонічних фраз мають філологи. «Де ти з'їси ці лини?» — це нагадування, що після приголосних *đ, t, z, c, i, l, n* можна писати м'який знак. Щоб запам'ятати правило «дев'ятки» — після приголосних *đ, t, z, c, i, u, ü, ſ, ſh* — пишемо голосну *u* — використовують питання «Де ти з'їси цю чашу жиру?». Фраза «Ми винили рій» допомагає не забути сонорні звуки. Утримувати в пам'яті приголосні, після яких використовується апостроф, допоможе «мавпа Буф». Щоб запам'ятати приголосні, перед якими префікс *з-* перетворюється на *c-*, використовують словосполучення «кафе “Птах”». А яскравий образ гедзя в джазі — «Буде гоже гедзю в джазі» — допоможе не забути дзвінкі приголосні.

Інколи такі фрази бувають дуже ефективними. Якщо вам потрібно запам'ятати щось, чим багато людей користується, — пошукайте в інтернеті, чи не вигадав хтось вдалої асоціативної фрази. Або ж спробуйте вигадати власну.

Не плутайте асоціативні фрази зі справжнім знанням

У хімії є фраза *skit ti vicer man feconi kuzin*, яка має схожий до репу ритм. Ці слова допомагають запам'ятати перший ряд перехідних металів у періодичній системі хімічних елементів — Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn. Для решти перехідних металів теж існують свої прийоми. Наприклад, студенти запам'ятають, що в одній вертикальній групі з міддю (Cu) також є Ag (срібло) і Au (золото) — усі ці метали використовуються для карбування монет.

На жаль, у деяких студентів з'являється хибне переконання, що саме карбування монет і є причиною того, чому ці хімічні елементи належать до тієї самої групи.Хоча справжня причина — схожість у хімічних властивостях і валентності.

Цей приклад показує, як студенти часом плутають асоціативні прийоми запам'ятування зі справжнім знанням. Тому використовуючи якісь *метафори*, які полегшують запам'ятування, завжди звертайте увагу на те, якою є їхня *справжня суть*.

Вільям П'єтро, викладач хімії, Йоркський університет, Торонто

ВИГАДУЙТЕ ІСТОРІЇ

Зверніть увагу на те, що згадані вище асоціативні фрази часто створюють значення через сюжет (навіть якщо історія дуже коротка). Складання історій віддавна є життєво важливим способом розуміння й запам'ятування інформації. Викладачка Вера Паврі, яка читає історію науки й технології в Йоркському університеті, пропонує своїм студентам розглядати лекції не як лекції, а як історії, у яких є сюжет, персонажі й загальна ідея. Найкращі лекції з математики чи природничих наук часто побудовані як трилери, які починаються з інтригувальної задачі, яку *потрібно* розв'язати. Якщо ваш викладач або підручник не презентує матеріал за допомогою питання, яке вас зацікавлює та спонукає до пошуку відповіді, спробуйте самостійно поставити таке питання, а потім шукати на нього відповідь¹⁷³. І не забувайте, що у створенні асоціативних висловів важливим є елемент сюжетності.

Записуйте!

Перше, на чому я наголошу кожному новому студентові, — це прямий зв'язок між рукою та мозком, а отже, записування й організація конспектів є вкрай важливими засобами для розподілу великих обсягів інформації на невеликі осяжні фрагменти. Чимало моїх студентів віддають перевагу конспектуванню на комп'ютері. Коли в таких студентів виникають труднощі, перше, що я їм рекомендую, — почати конспектувати від руки. Хто так робить, завжди згодом показує кращі результати.

*Джейсон Дічент, доктор наук, керівник курсу з популяризації здорового способу життя,
Школа медсестер Пітсбурзького університету*

М'ЯЗОВА ПАМ'ЯТЬ

Ми вже згадували, що записування інформації від руки на картках допомагає закріплювати її в пам'яті. Хоча досліджень із цього питання не так багато¹⁷⁴, за спостереженнями багатьох викладачів записування від руки, імовірно, активує м'язову пам'ять. Наприклад, коли ви вперше дивитеся на якесь рівняння, воно може видаватися вам беззмістовним. Але якщо уважно записати це рівняння кілька разів на папері, воно у якийсь дивовижний спосіб починає оживати й набувати для вас значення. Так само деякі студенти чи учні стверджують, що читання умов задач чи формул уголос допомагає краще їх розуміти. Але не впадайте в інші крайності — наприклад, записувати рівняння сто разів. Перші кілька разів можуть дати результат, але з подальшими повтореннями це перетвориться на звичайне гаяння часу, який можна використати доцільніше.

Розмовляйте самі із собою

Я часто рекомендую своїм студентам розмовляти самим із собою замість просто перечитувати текст і зазначати найголовніше. Вони спочатку дивляться на мене як на дивачку (що, може, скидається на правду). Але не один студент згодом приходить до мене зі словами, що цей метод справді діє й тепер він узяв його собі на озброєння.

Діна Мійоши, викладачка психології, Коледж Меса в Сан-Дієго

СПРАВЖНЯ М'ЯЗОВА ПАМ'ЯТЬ

Якщо ви *справді* хочете покращити пам'ять і загальну здатність до навчання, то один із найкращих методів — це фізичні вправи. Останні експерименти на людях і тваринах показали, що регулярні тренування можуть суттєво поліпшити пам'ять і загальні здібності. Фізичні вправи, імовірно, допомагають створювати нові нейрони у відповідних ділянках пам'яті, а також створюють нові сигнальні алгоритми¹⁷⁵. Різні типи вправ — наприклад, біг чи ходьба й силові тренування — напевно, на молекулярному рівні дають різні ефекти. Але результати поєднання вправ різного типу можуть бути дуже позитивними.

ПРИЙОМИ ПОКРАЩЕННЯ ПАМ'ЯТІ, ЯКІ ПРИСКОРЯТЬ ВАШ РОЗВИТОК

Підбиймо підсумки. Використовуючи для запам'ятовування замість слів асоціативні образи, ви можете швидше досягнути високого рівня у своїй справі. Інакше кажучи, *навчитися осмислювати математично-природничі знання у візуальній формі* — ефективний метод освоєння матеріалу¹⁷⁶. Застосування інших прийомів може значно покращити вашу пам'ять, здатність навчатися й засвоювати матеріал.

Пуристи можуть скептично зауважити, що використання дивакуватих забав для запам'ятовування *насправді не є навчанням*. Але дослідження показали, що результати студентів, котрі застосовують такі методи запам'ятовування, перевищують досягнення тих, які ними не користуються¹⁷⁷.

Дослідження з людьми, що досягнули високого професіоналізму, показали, що описані вище методи запам'ятовування пришвидшують *перетворення інформації у фрагменти пам'яті* й *вибудовують масштабніше бачення предмета*, допомагають *перевести новачків на вищий рівень, наблизений до експертного*, значно швидше — навіть за лічені тижні¹⁷⁸. Прийоми покращення пам'яті дозволяють розширити можливості оперативної пам'яті й спростити доступ до довготермінової.

Ба більше: сам процес запам'ятовування набуває ознак творчого процесу. Що більше ви запам'ятуєте з використанням інноваційних методів, то більше набуваєте креативних навичок. Це все тому, що ви створюєте цілком нові й несподівані можливості побудови логічних

зв'язків ще на ранніх етапах, навіть під час ознайомлення з матеріалом. Що більше ви тренуєте ці «м'язи пам'яті», то легше буде запам'ятувати в майбутньому. Якщо спочатку на створення асоціативного образу якої-небудь формули й уявне переміщення її, скажімо, на кухонний стіл власного «палацу пам'яті» вам потрібно буде 15 хвилин, то згодом на схоже завдання вам може вистачати кількох хвилин або навіть секунд.

Ви також помітите, що коли засвоюєте основи матеріалу й присвячуєте час тому, щоб як належить зафіксувати ключові моменти в пам'яті, розуміння буде значно глибшим. Формули означатимуть для вас значно більше, ніж якщо ви просто переглянете їх у підручнику. Потім ви зможете значно легше пригадувати ці формули під час тестів або ж застосовувати їх у реальному житті.

Одне дослідження, що вивчало способи, якими актори запам'ятовують текст, показало: артисти уникають дослівного заучування. Замість того вони зосереджуються на розумінні потреб і мотивацій свого персонажа, накладаючи на них текст¹⁷⁹. Так само у вашому випадку найважливішою частиною процесу запам'ятування є розуміння того, що насправді означають формули чи кроки розв'язання. Розуміння дуже допомагає запам'ятувати.

Ви можете заперечити: вам забракне креативності, адже рівняння чи наукова теорія навряд чи мають свої грандізні мотивації чи тонкі емоційні потреби, які допоможуть зрозуміти й запам'ятати. У такому разі пригадайте себе у дворічному віці. Ваша дитяча уява не зникла — потрібно лише видобути її на поверхню.

ПРИЙОМИ ЗАПАМ'ЯТОВУВАННЯ СПРАВДІ ПРАЦЮЮТЬ

На самому піку інженерної освіти я одночасно готувався до отримання ліцензії на медичну практику (залишилося тільки два місяці!) і мав запам'ятати назви низки різних препаратів і дозування для дорослих пацієнтів і дітей. Спочатку це видавалося не дуже реальним, особливо якщо враховувати, що на карту поставлені людські життя. Але я швидко знайшов легкі прийоми, які спростили мені навчання. Візьмімо, наприклад, препарат фуросемід, який ще називають лазикс, — цей препарат виводить рідину з організму.

Доза, яку мені потрібно запам'ятати, — 40 міліграмів. Для мене ця комбінація є дуже вдалою, адже цифри 4 і 0 бачу в самій назві препарату: 4-0 (four-o) semide = furosemide». Схожі прийоми справді можуть закріпити інформацію у вашому мозку. Вигадавши цю комбінацію, я надалі навіть не замислювався над цим. Дуже рекомендую.

Вільям Кьолер, другокурсник, інженерна механіка

ВАША СПРОБА!

Пісеньки, що допомагають навчатися

Складіть пісеньку, яка допомагає запам'ятати яке-небудь поняття чи формулу, потрібні вам для занять. Запам'ятування важливої інформації за допомогою різних прийомів зробить складні поняття простішими, а розв'язання — швидшими.

Підсумовуємо прочитане

- Метафори допомагають швидше засвоювати складну інформацію.
- Повторення є надзвичайно важливим: воно закріплює в пам'яті потрібну інформацію, перш ніж вона буде забута.
- Скорочення та словесні комбінації з певним значенням допомагають спрощувати та фрагментувати інформацію, тобто ефективніше нагромаджувати її в пам'яті.
- Сюжетні історії, складені як асоціативні фрази, можна використовувати для спрощення фрагментації й фіксації того, що ви намагаетесь закарбувати в пам'яті.
- Записування та озвучення матеріалу, який ви вивчаєте, імовірно, покращує його запам'ятування.
- Фізичні вправи дуже важливі для росту вашої нейронної мережі й утворення нових логічних зв'язків.

Робимо паузу та пригадуємо

Дуже корисно часом подумати про те, що ми опановуємо, десь в іншому місці, а не там, де ми це вивчили. Спробуйте застосувати цю техніку, пригадуючи основні думки цього розділу. Для формування відповідних зачіпок у пам'яті дехто використовує *відчуття* того місця, де навчається, — навіть такі як м'яке крісло, музика чи картина на стіні кав'янрі, де ви в той момент сиділи.

Закріплюємо знання

1. Візьміть аркуш паперу та спробуйте створити візуальну чи вербальну метафору до матеріалу, який ви саме зараз вивчаєте.
 2. Перегляньте розділ із підручника, який тепер читаєте. Вигадайте таке питання до матеріалу, щоб воно заохочувало вас більше про це дізнатися.
 3. Перед сном «прокрутіть» у голові матеріал, який хочете запам'ятати. Щоб пришвидшити процес, пригадайте його одразу після пробудження.
-

164 Інформацію про метафори у фізиці кінця XIX століття можна знайти у двох джерелах: Cat 2001 і Lützen 2005. Щодо метафор у хімії й більш широко у природничих науках див. Rocke 2010, зокрема розділ 11. Див. також Gentner and Jeziorski 1993. Образність і візуалізація — тема, що виходить за межі можливостей однієї книжки; див., наприклад, *Journal of Mental Imagery*.

165 Емануель Дерман, відомий спеціаліст із математичного моделювання, зазначає: «Теорії описують світ у своїх термінах і тому мають стояти на власних ногах. Моделі ж стоять на чужих ногах. Вони є метафорами, які порівнюють предмет їхньої уваги із чимось іншим, що він нагадує. Схожість завжди лише часткова, тобто моделі неминуче все спрощують та обмежують розміри світу... Коротко кажучи, теорія може сказати вам, чим певна річ є, а модель натомість скаже вам тільки те, на що ця річ схожа» (Derman 2011, p. 6).

166 Solomon 1994.

167 Rocke 2010, p. xvi.

168 Там само, с. 287, цитата з *Berichte der Durstigen Chemischen Gesellschaft* (1886), p. 35–36. Це було пародійне видання вигаданого *durstigen* (тобто «спраглого») хімічного товариства. Випуск було розіслано передплатникам «Записок Німецького хімічного товариства» і на сьогодні знайти його майже неможливо, оскільки номер був підробним.

169 Rawson and Dunlosky 2011.

170 Dunlosky et al. 2013; Roediger and Pyc 2012. В огляді щодо використання карток для навчання серед студентів Кетрін Віссман і колеги (2012, с. 568) подають власні спостереження: «Студенти розуміють переваги практикування в кількісному вимірі, але переважно не застосовують або не розуміють переваг практичних занять із довшими часовими проміжками між ними».

171 Morris et al. 2005.

172 Baddeley et al. 2009, pp. 207–209.

173 Вам може здатися, що в цій книжці я описую всі компоненти навчальної стратегії SQ3R (інколи її називають SQ4R — Survey, Question, Read, Recite, Review and wRite, тобто дослідити, запитати, прочитати, переказати вголос, переглянути й записати). У вас, імовірно, виникне питання, чому далі в тексті я не досліджую цю методику. SQ3R розробив психолог Френсіс Плезент Робінсон як загальний навчальний інструмент. Проте для вивчення математики та природничих наук центральним є розв'язування завдань, а SQ3R цього просто не передбачає. І це помітила не тільки я. Викладач фізики Рональд Аарон і його син Робін Аарон у книжці «Покращуйте свої оцінки з фізики» (*Improve Your Physics Grade*) пишуть: «Одна книжка з психології рекомендує навчатися за методом SQ3R... Ви справді вірите, що це вам допоможе? Ви вірите в Санта-Клауса? У великородного кролика?» (Aaron and Aaron 1984, p. 2).

174 Примітно, що в цій царині було проведено зовсім не багато досліджень. Та невелика кількість доступної інформації загалом тільки підтверджує, що завдяки записуванню від руки знання засвоюються краще, ніж завдяки друкуванню. Див. Rivard and Straw 2000; Smoker et al. 2009; Velay and Longcamp 2012.

175 Cassilhas et al. 2012; Nagamatsu et al. 2013; van Praag et al. 1999.

176 Guida et al. 2012, p. 230; Leutner et al. 2009.

177 У Levin et al. 1992 описано, як студенти, що використовують мнемоніку, показують кращі результати, ніж ті, хто застосовує контекстуальні й вільні методи запам'ятовування.

178 У Guida et al. 2012 підкреслюється, що тренування технік запам'ятовування може пришвидшити процес утворення фрагментів пам'яті й структури знань, що допомагає швидше досягти рівня експерта, адже людина може використовувати частину довготермінової пам'яті як робочу пам'ять.

179 Baddeley et al. 2009, p. 376–377, цитата з дослідження Гельги й Тоні Нойсів (2007).

12. УЧИМОСЯ ЦІНУВАТИ СВОЇ ТАЛАНТИ

РОЗВИВАЄМО ІНТУЇТИВНЕ РОЗУМІННЯ

Для вивчення математики та природничих наук багато ідей можна взяти зі спорту. Наприклад, у бейсболі техніку удару не можна опанувати за день. Ваше тіло удосконалює свої рухи завдяки великій кількості тренувань протягом років. Повторення випрацьовує м'язову пам'ять, завдяки чому ваше тіло знає, що має робити, від однієї лише думки — одного фрагмента пам'яті, тож не доводиться пригадувати всю послідовність рухів, потрібних для удару по м'ячу¹⁸⁰.

Так само розуміння того, чому ми виконуємо певні дії в математиці чи природничих науках, дає можливість не пояснювати самому собі знову і знову, як ці дії виконувати. Немає потреби щоразу пригадувати історію про 100 зерняток у кишені, які ми розкладаємо в 10 рядів по 10, щоб зрозуміти, що $10 \times 10 = 100$. На певному етапі ми вже знаємо це просто з пам'яті. Наприклад, ви запам'ятовуєте принцип множення степенів з рівними основами: добуток дорівнює степеневі з тією самою основою й показником, що становить суму показників множників ($10^4 \times 10^5 = 10^9$). Якщо ви часто застосовуватимете цю процедуру в розв'язуванні задач різного типу, то згодом побачите, що значно краще розумієте, як це робити і чому саме так, ніж одразу після пояснення вчителя чи прочитання відповідного розділу підручника. Вищий рівень розуміння є наслідком того, що *ваш мозок уже створив власні логічні схеми, а не тільки прийняв те, що хтось йому сказав.*

Пам'ятайте: людина навчається, наповнюючи сенсом інформацію, отриману зовні. Рідко щось складне ви зможете вивчити тільки слухаючи чиєсь пояснення. (Як кажуть викладачі математики: «Математика — це не видовищний спорт».)

Шахісти, лікарі «швидкої допомоги», пілоти винищувачів і представники багатьох інших професій часто змушені швидко приймати складні рішення. Тоді вони вимикають свою свідомість і замість неї покладаються на свою натреновану інтуїцію, що

ґрунтуються на добре засвоєному наборі фрагментів пам'яті¹⁸¹. У певні моменти свідоме розуміння того, що й чому ми робимо, сповільнює й перериває наші дії, а наші рішення від того можуть бути менш вдалими.

Викладачі можуть неумисно впадати в певні крайнощі щодо дотримання правил. У цікавому дослідженні, яке це ілюструє, шістьох людей знімали на відео, коли вони виконували серцево-легеневу реанімацію, але серед них був тільки один професійний медик¹⁸². Потім опитуваним медпрацівникам пропонували визначити, хто на відео саме цей професійний медик. І 90 % професіоналів правильно визначили цю особу, узяючи, що «вона виглядала як людина, котра знає, що треба робити»¹⁸³. Проте інструктори із серцево-легеневої реанімації змогли визначити справжнього медпрацівника на відео лише в 30 % випадків. Ці вимогливі теоретики критикували медика в експерименті за певні хиби, наприклад, що не зупинилися й не «прикинули», куди точно класти руки. Виглядало на те, що для інструкторів точне дотримання правил було важливішим за практичність.



© 2014 Kevin Mendez

Коли ви зрозумієте, чому виконуються певні дії в математиці чи природничих науках, вам не потрібно буде щоразу знову пригадувати, як це робити. Схоже осмислення допомагає

утворювати фрагменти пам'яті.

НЕ ЗАЗДРІТЬ ГЕНІЯМ

Як і олімпійські атлети, які свою спортивну форму виробляють не лише за допомогою коротких пробіжок у вихідні чи підіймання гантелей у вільний час, шахові гросмейстери не вибудовують свої нейронні структури завдяки кільком партіям в останні хвилини. Їхня база знань формується поступово, протягом років тренувань, які зрештою розвивають здатність бачити широкі контексти. Така практика створює відповідні структури в довготерміновій пам'яті, які потім можна швидко й легко звідти добути¹⁸⁴.

Повернімося до гросмейстера Магнуса Карлсена — визнаного генія як швидких, так і звичайних шахів. Карлсен мав дивовижну пам'ять на послідовності ходів тисяч шахових партій, зіграних у минулому. Він міг поглянути на шахову дошку із завершеною партією й одразу сказати, яку саме з понад десяти тисяч партій минулих століть вона нагадує. Інакше кажучи, Карлсен створив у своїй голові велетенську бібліотеку з потенційних варіантів партій. Він може швидко «погортати» свою бібліотеку й перевірити, що інші шахісти робили в таких самих ситуаціях¹⁸⁵.

У своєму підході Карлсен не унікальний, щоправда, він робить це краще, ніж більшість шахістів минулого й сьогодення. Не дивна, що гросмейстери присвячують щонайменше десять років тренуванню й фіксуванню в пам'яті тисяч варіантів партій¹⁸⁶. Ці готові схеми дають їм можливість розпізнати головні елементи кожної розстановки фігур значно швидше, ніж це можуть аматори. Гросмейстери розвивають у собі професійне чуття, яке підказує найкращий варіант у кожній ситуації¹⁸⁷.

Але зажекайте. Хіба майстри шахів чи люди, які множать у голові шестизначні числа, — це не просто великі таланти? Не обов'язково. Скажу вам прямо: звісно, розумові здібності мають значення. Бути розумним часто означає мати більший обсяг оперативної пам'яті.

Оперативна пам'ять таких людей спроможна одночасно утримувати, наприклад, дев'ять елементів замість чотирьох, і ці дев'ять елементів вони тримають міцно, як бульдог зубами. Це вміння полегшує вивчення математики і природничих наук.

Але знаєте що? Це вміння одночасно обмежує ваші можливості в креативності.

Чому?

Це наш давній друг і ворог — *установки*. Думки, що вже присутні у вашій свідомості, блокують нові ідеї. Оперативна пам'ять, яка добре працює, може так міцно тримати думки, що нові просто не можуть туди пробитися. Для такої сконцентрованої уваги потрібен «ковтак свіжого повітря» — уміння перемикати увагу навіть тоді, коли ви не хочете цього. Здатність розв'язувати складні завдання може спричиняти такий стан, коли ви обдумуєте легкі завдання як важкі, вдаючись до складних способів розв'язання й не помічаючи простих і очевидних. Дослідження показують, що розумні люди схильніші губитися в лабіринтах складних рішень. На відміну від них, люди з нижчим рівнем інтелекту можуть швидше дійти простого розв'язання¹⁸⁸.

Важливо не те, що ви знаєте, а як думаєте

Мій досвід показує, що між високими оцінками й кар'єрним успіхом існує майже обернений зв'язок. І справді: багато студентів із низькими балами досягають успіху, натомість навдивовижу багато «геніїв» із певних причин опиняються за бортом¹⁸⁹.

Білл Зеттлер, доктор наук, викладач біології, науковий консультант, лауреат нагороди «Вчитель року», Університет Флориди

Якщо ви належите до тих людей, які не можуть тримати в оперативній пам'яті багато інформації одночасно, утрачаете концентрацію, дрімаєте на лекціях, а щоб використати свою оперативну пам'ять на повну потужність, потребуєте тиші, — ласкаво просимо до клану креативних. Дещо менший обсяг оперативної пам'яті дає можливість спрямувати хід думки в нові, креативніші комбінації. Якщо ваша оперативна пам'ять, побудована на потужності префронтальної кори головного мозку, не може міцно утримувати інформацію, вам легше задіяти нові схеми з інших ділянок мозку. Ці інші зони, а серед них і сенсорна, не тільки тісніше пов'язані з реальністю навколо вас, а також є джерелом мрій і креативних ідей¹⁹⁰. Часом або майже завжди вам доводитиметься докладати більших зусиль для опанування навчального матеріалу. Але якщо ви вже

заклали щось у довготермінову пам'ять, можете застосовувати цей фрагмент найрізноманітнішими способами, формувати з ним такі творчі комбінації, про які раніше навіть не здогадувалися!

Ще інформація для роздумів: у шахах, своєрідному бастіоні інтелектуалів, є деякі *елітні гравці із середнім рівнем IQ*. Ці, здавалося б, розумово цілком звичайні люди спроможні на більше, ніж деякі шахісти з потужнішим інтелектом, тому що вони більше тренуються¹⁹¹. І саме це є головною ідеєю. Кожен шахіст — посередній чи елітний — розвиває майстерність через тренування. **Саме тренування — умисне практикування найскладніших аспектів матеріалу — може підняти посередній інтелект на рівень обдарованих від природи.** Силові навантаження протягом довгого часу допомагають нарощувати м'язи. Так само можна практикувати певні логічні структури, поглиблювати й нарощувати їх у своєму мозку. Цікаво, що практика дозволяє навіть збільшити обсяг оперативної пам'яті. Дослідники встановили, що тренування за допомогою запам'ятовування щораз довших послідовностей чисел розвиває оперативну пам'ять¹⁹².

Високоінтелекуали мають свої проблеми. Інколи над обдарованими дітьми насміхаються однолітки, тому розумники навчаються приховувати свої дані. Потім із такого стану важко вибратися¹⁹³. Розумні люди інколи страждають від того, що спроможні зрозуміти всю складність ситуації — як хорошої, так і поганої. Люди з особливо високим інтелектом схильніше до уникання й відкладання на потім, ніж люди із середніми здібностями, тому що в дитинстві вони давали собі раду й так, тому в ранньому віці отримали від життя менше важливих уроків.

Чи ви є людиною, обдарованою від природи, чи для здобуття базових знань мусите докладати значних зусиль — ви не єдиний чи єдина, хто має відчуття, буцімто всіх навколо ошукує, що добрий результат останнього тесту — то просто пощастило, а після наступного тесту всі (сім'я, друзі тощо) напевно зрозуміють, наскільки ви насправді некомпетентний або некомпетентна. Це відчуття настільки поширене, що має навіть назву — «синдром самозванця»¹⁹⁴. Якщо страждаєте від такого відчуття невідповідності загальній думці про вас, пам'ятайте, що багато людей навколо приховують схожий стан.

Кожен має різні таланти. Як говорить давнє прислів'я, коли одні двері зачиняються, відчиняються інші. Будьте пильні й не прогавте відчиняння дверей.

Сягаючи нескінченності

Деякі люди відчувають, що «розпорошені», інтуїтивні способи мислення більше відповідають їхній духовній суті. Креативність, яку стимулює розсіяний спосіб мислення, часом виходить за межі людського розуміння.

Як зауважив Альберт Ейнштейн: «Є тільки два способи прожити життя. Перший — вважати, що чудес не буває. Другий — думати, що навколо самі дива».

Не варто себе недооцінювати

Я готую учнів нашої школи до участі в олімпіаді з природничих наук. За останні дев'ять років наші учасники вісім разів перемагали на рівні штату. Нам не вистачило одного пункту, щоб перемогти на рівні штату ще й цього року, а на національному рівні ми часто фінішуємо в першій десятці. Ми виявили, що багато учнів із високими оцінками з усіх предметів, коли стикаються зі стресом, не досягають таких результатів, як ті, що вміють достатньою мірою оперувати наявними знаннями. Цікаво зауважити, що школярі цього другого типу часто вважають себе менш розумними, ніж учні з високими оцінками. Тому на олімпіаду я краще взяв би тих, які нібито мають нижчі показники, але вміють творчо мислити (як і вимагає змагання), ніж учнів із найкращими результатами, які вибиваються з колії, якщо поставлені їм запитання не відповідають вивченим шаблонам.

Марк Порттер, учитель біології, Школа Mira Loma, Сакраменто, Каліфорнія

Підсумовуємо прочитане

- У певний момент, після ґрунтовного закріплення матеріалу в пам'яті, ми починаємо приділяти менше свідомої уваги дрібним деталям і виконувати певні дії автоматично.
- Робота зі студентами, які краще від вас схоплюють матеріал, може пробуджувати певний страх. Але нібито посередні студенти інколи

можуть мати перевагу в ситуаціях, де вимагається ініціативність, спроможність доводити справу до кінця, креативний підхід.

- Ключовою умовою креативності є здатність перемикатися з повної сфокусованої концентрації на розслаблений, розпорошений режим.
- Надто інтенсивна концентрація може *затримати* вас у пошуку розв'язання — це так само, як забивати шуруп молотком і думати, що це цвях. Якщо ви зайдете в глухий кут, часом оптимальний вихід із ситуації — на мить відволіктися від завдання й перемкнутися на щось інше (або навіть просто заснути над тим завданням).

Робимо паузу та пригадуємо

Закрийте книжку й відведіть від неї погляд. Які були основні ідеї цього розділу?

Спробуйте під час паузи пригадати також найважливіші думки цілої книжки.

Закріплюємо знання

1. Пригадайте випадки, коли життя винагороджувало вас за наполегливість. Чи плануєте ви настирливо попрацювати ще в якійсь сфері? Чи маєте план дій для важких моментів, коли почуваєтесь невпевнено?
2. Люди часто намагаються боротися зі станом замріяності, адже він відволікає від справ, які вимагають зосередженості (наприклад, важлива лекція). Який спосіб краще діє на вас — змушувати себе до постійної концентрації чи просто повернати увагу на місце тоді, коли ловите себе на відволіканні?

Історія Ніка Епл'ярда, або Від посередності до суперзірки



© Nick Appleyard

Нік Епл'ярд — віце-президент американського відділення високотехнологічної компанії, що розробляє й обслуговує обладнання для фізичної симуляції, яке використовується в аерокосмічній, автомобільній, енергетичній, біомедичній і багатьох інших галузях. Він здобув диплом з інженерної механіки в Шеффілдському університеті в Англії.

«У дитинстві я був посереднім учнем і проблемною дитиною. Ці ярлики дуже вплинули на мою психіку. Із боку вчителів я відчував таке ставлення, ніби вони вже не мають жодної надії, що з мене щось вийде. Ситуацію погіршувало те, що батьки теж були

розчаровані в мені й моїх успіхах у навченні. Особливо сильну зневіру я відчував від свого батька — лікаря, керівника відділення в університетській лікарні. (Пізніше я дізнався, що в дитинстві він мав схожі проблеми). Це було зачароване коло, яке підважувало мою впевненість у собі в усіх сферах життя.

У чому ж була проблема? У математиці й усьому, що з нею пов'язане, — дроби, таблиця множення, ділення у стовпчик, алгебра тощо. Усе це було нудним і не мало жодного сенсу.

Одного дня все почало змінюватися, хоча я цього ще не усвідомив. Мій батько приніс додому комп'ютер. На той час я чув про те, що деякі діти створювали вдома комп'ютерні ігри, які потім ставали популярними та швидко приносили своїм творцям гроші. Мені захотілося стати одним із них. Я читав, учився й писав щораз складніші програми, кожна з яких містила елементи математики. Унаслідок цього популярний британський комп'ютерний журнал погодився опублікувати одну з моїх програм, і для мене це було справжньою винагородою за працю.

Тепер я щодня бачу, як математика використовується в конструюванні новітніх автомобілів, допомагає запускати ракети в космос і аналізувати функціонування людського тіла. Математика для мене вже не є беззмістовою. Навіть більше: вона стала справжнім джерелом чудес... і близької кар'єри!»

180 Jin et al. 2014.

181 Partnoy 2012, p. 73. Автор зазначає: «Інколи розуміння того, що ми робимо несвідомо, може вбити природну спонтанність. Занадто високий рівень самосвідомості загальмовує наші інстинкти в ті моменти, коли вони нам потрібні. Але, із другого боку, занизький рівень самосвідомості перешкоджає удосконаленню інстинктивного підходу. Справжнім викликом для людини є спроможність у межах кількох секунд усвідомити чинники, важливі для прийняття рішення... але водночас усвідомити їх не аж настільки, щоб це почало перешкоджати прийняттю рішення» (Partnoy 2012, p. 111).

182 Partnoy 2012, p. 72, цитата з Klein 1999.

183 Klein 1999, p. 150, цитата з Klein and Klein 1981.

184 Мауро Пезенті і співавтори (2001, с. 103) зазначають: «Ми показали, що високий математичний рівень не випливає тільки з покращення тих процесів, які притаманні також неекспертам. Справа радше в тому, що експерти й неексперти використовують для математичних операцій різні зони мозку. Ми з'ясували, що експерти можуть перемикатися між короткотерміновими стратегіями запам'ятовування, що вимагають значних зусиль, і високоефективним епізодичним кодуванням і декодуванням — процесом, що забезпечується правою префронтальною та середньою скроневою зонами мозку».

Ще 1899 року видатний психолог Вільям Джеймс писав у класичній праці «Розмови з вчителями про психологію» (Talks to Teachers on Psychology): «Тепер ви бачите, чому “зубріння” є поганим методом навчання. Зубріння спрямоване на інтенсивне запихання інформації до пам'яті безпосередньо перед днем екзамену. Вивчений у такий спосіб матеріал не може утворити багато асоціацій. Із другого боку, ті самі знання, засвоєні в різні дні й у різних контекстах, через читання й переказування, повторення знову і знову, пов'язування їх з іншими знаннями, значно краще закріплюються в мозкових структурах. Саме тому варто розвивати в учнях звичку до постійної практики» (William 2008, [1899], p. 73).

185 У своїй класичній праці Вільям Чейз і Герберт Саймон (1973) встановили, що інтуїтивна генерація наступних ходів у шахових майстрів базується на розвиненому сприйнятті шаблонів, досягнутому завдяки великій кількості практики. Фернан Гобе і колеги (2001, с. 236) визначають фрагмент пам'яті як «набір елементів, що пов'язані один з одним міцними асоціаціями, але мають слабкі асоціативні зв'язки з іншими фрагментами».

186 Amidzic et al. 2001; Elo 1978; Simon 1974. Про 300 тисяч фрагментів було згадано у Gobet and Simon 2000.

187 Gobet 2005. Гобе додає, що експертний рівень знань в одній сфері не переноситься автоматично на інші. Це справді так, адже якщо ви вивчали іспанську, це не допоможе вам у Німеччині замовити Sauerkraut (квашену капусту). Але важливими є метанавички. Якщо ви навчитеся, як вивчати іноземні мови, опанувати другу мову вам буде значно легше.

Саме тому розвиток майстерності в чомусь на зразок шахів може бути дуже корисним, адже це допомагає вибудувати певний набір нейронних структур, схожих на ті, які ви застосовуєте у вивченні математики та природничих наук. Навіть якщо ці нейронні структури зовсім прості (наприклад, «потрібно зрозуміти правила гри»), вони теж дають важливі навички.

188 Beilock 2010, p. 77–78; White and Shah 2006.

189 У дослідницькій літературі небагато інформації про такі відкриття. Див. Simonton 2009.

190 Carson et al. 2003; Ellenbogen et al. 2007; White and Shah 2011.

191 Мерім Білаліч і співавтори (2007) наголошують, що окрім гравці з IQ між 108 і 116 потрапили до елітної групи завдяки великій кількості тренувань. Середній рівень IQ елітної групи — 130. Див. також Duckworth and Seligman 2005.

Лауреат Нобелівської премії Річард Фейнман любив згадувати про свій відносно низький рівень IQ 125 як підтвердження того, що можна далеко піти незалежно від того, як результати тестів оцінюють ваш інтелект. Фейнман мав очевидні природні таланти, але ще замолоду він завзято — аж до одержимості — займався, щоб розвивати фізико-математичні знання й інтуїцію (Gleick 1992).

192 Klingberg 2008.

193 Silverman 2012.

194 Felder 1988. Див. також Justin Kruger and David Dunning (1999), де зазначено: «Неадекватна оцінка з боку некомпетентних людей випливає з хибної оцінки самих себе, натомість неадекватна оцінка з боку компетентних є результатом хибної думки про інших».

13. ЯК САМОМУ «ВИЛІПИТИ» СВІЙ МОЗОК

Черговою витівкою одинадцятирічного Сантьяго Рамона-і-Кахаля був задум зробити невелику гармату й рознести на друзки нову велику сусідову браму. Провінційна Іспанія 1860-х була не надто толерантною до малолітніх ексцентричних бешкетників. Саме тому Кахаль опинився у в'язниці, що аж кишіла блохами.

Сантьяго мав бунтарську й безкомпромісну вдачу. Його єдиною й непоборною пристрастю був живопис. Але ким він міг стати із самим лише малюванням? Кахаль ігнорував решту предметів — зокрема математику та природничі науки, які йому здавалися непотрібними.

Батько Кахаля, дон Хусто, був рішучим чоловіком, який вибився в люди майже із самих низів. Їхня сім'я не належала до заможних аристократів. Щоб виховати в синові дисциплінованість і стійкість, дон Хусто віддав його в науку до перукаря. Це обернулося катастрофою, бо після цього Кахаль почав негативно ставитися до будь-якого навчання. Намагаючись перелаштuvати хлопця, учителі лупцювали його й морили голодом, але Сантьяго не піддавався й залишався їхнім найгіршим кошмаром.

Хто міг би тоді подумати, що згодом Сантьяго Рамон-і-Кахаль не тільки здобуде Нобелівську премію, а ще й увійде в історію як батько нейробіології.



Santiago Ramón y Cajal, by kind permission of Santiago Ramón y Cajal's heirs, with the gracious assistance of María Angeles Ramón y Cajal

Сантья́го Рамон-і-Кахаль здобув Нобелівську премію за свої численні відкриття, які значно розширили наші знання про структуру й функціонування нервової системи¹⁹⁵. На цій фотографії Кахаль більше схожий на митця, ніж на науковця. В його очах помітні вогники бешкетництва, яке принесло йому стільки проблем у дитинстві.

Протягом свого життя Кахаль зустрічався та працював з багатьма видатними науковцями — людьми, які часто інтелектуально значно перевершували його. У відвертій автобіографії Кахаль наголошує, що високоінтелектуали хоча й спроможні на видатні досягнення, але можуть також бути недбалими й розсіяними, як і всі інші. Кахаль відчував, що запорукою його успіху була наполегливість («чеснота недостатньо геніальних»¹⁹⁶), поєднана з гнучкістю — здатністю змінювати свою думку й визнавати помилки. Його успіх також ґрунтувався на підтримці коханої дружини — доньї Сильверії Фаньянас Гарсія (вони мали семеро дітей). Кахальуважав, що кожен, навіть людина з посереднім інтелектом, може сам «виліпити» свій мозок. Навіть не дуже обдаровані люди здатні на видатні досягнення¹⁹⁷.

ЗМІНЮЮЧИ ДУМКИ, МИ ЗМІНЮЄМО ЖИТТЯ

Сантьяго Рамону-і-Кахалю було вже за двадцять, коли він почав вибиратися з ями проблемної юності. Сам Кахаль припускає, що його мозок просто «змучився від хаосу й легковажної поведінки й почав утихомирюватися»¹⁹⁸.

Доведено, що мієлінова оболонка — багата на ліпіди речовина, що допомагає сигналам швидше проходити через нейрон, — часто не формується остаточно аж до 20 років чи більше. Це може пояснити, чому тінейджерам часто важко контролювати свою імпульсивну поведінку, — зв'язки між зоною намірів і зоною дій ще не сформувалися¹⁹⁹.

Брак вроджених здібностей можна компенсувати наполегливою тяжкою працею та концентрацією. Можна сказати, що праця замінює собою талант, ба навіть більше — праця *формує талант*²⁰⁰.

Сантьяго Рамон-і-Кахаль

Коли ви *використовуєте* нейронні мережі, то, імовірно, сприяєте нарощуванню навколо нейронів мієлінових оболонок (якщо не згадувати інших змін на мікроскопічному рівні²⁰¹). Уважається, що мозкова діяльність зміцнює зв'язки між різними зонами мозку, створює оптимальні шляхи між мозковими центрами керування нашими діями й централізованою зберіганням знань. У випадку Кахаля виглядає на те, що природні процеси дозрівання, поєднані з його свідомими зусиллями для розвитку мислення, допомогли йому взяти під контроль свою поведінку²⁰².

Імовірно, людина може *прискорювати* розвиток нейронних мереж, практикуючи мозкову діяльність, яка *використовує* ці нейрони²⁰³. Ми все ще дуже мало знаємо про розвиток нейронів, але один факт стає дедалі очевиднішим: **якщо змінити спосіб мислення, можна досягнути значних змін у нашему мозку.**

У випадку Кахаля цікаво те, що він досягнув особливих успіхів, хоч і *не був* генієм принаймні в загальноприйнятому розумінні цього поняття. Він дуже шкодував, що ніколи не мав «швидкості, певності й чіткості у вживанні слів»²⁰⁴. Ба більше — в емоційно збудженному стані дослідник майже повністю втрачав контроль над своїм мовленням. Він не міг запам'ятовувати інформацію просто завчаючи, тому школа, де

захочувалося слухняне повторення слів учителя, стала для нього справжнім пеклом. На що Кахаль ще був спроможний — це схопити й запам'ятати основні думки. Обмежені можливості в розумінні часто доводили його до відчаю²⁰⁵. Проте деякі з найцікавіших нинішніх напрямків нейробіологічних досліджень беруть початок із відкриттів Кахаля²⁰⁶.

Як лікар згадував у дорослому віці, його вчителі виявили повну неспроможність адекватно оцінити здібності учня. Вони приймали швидкість за кмітливість, пам'ять за інтелект, а покірність за порядність²⁰⁷. Успіх Кахаля, незважаючи на всі його хиби, навіть сьогодні свідчить про те, що вчителі часто можуть недооцінювати учнів — а учні можуть недооцінювати самих себе.

ГЛИБИННА ФРАГМЕНТАЦІЯ

Кахаль доклав зусиль і здобув медичну освіту. Після пригод на Кубі, де він служив військовим лікарем, і кількох невдалих спроб влаштуватися на роботу Кахаль нарешті здобув посаду викладача гістології й зайнявся вивченням під мікроскопом анатомії біологічних клітин.

Щоранку він старанно брався до своєї роботи, готував слайди для мікроскопа. Потім годинами уважно розглядав клітини. Після обіду Кахаль видобував із пам'яті свої абстрактні враження — те, що пригадував з ранкових дослідів, — і малював клітини. Завершивши малюнок, порівнював його із побаченим у мікроскопі. Потім повертається до малювання і зображав на ново, перевіряв і знову перемальовував. Тільки коли малюнки починали детально зображувати досліджуваний матеріал (і не тільки якийсь один фрагмент, а всі до певного типу клітин), він заспокоювався²⁰⁸.

Кахаль був майстерним фотографом — навіть написав першу іспаномовну книжку про кольорову фотографію. Проте він відчував, що світлина не може передати справжню *суть* того, що він бачить. Кахаль міг це зробити тільки за допомогою малювання, яке допомагало йому створювати абстракції — трансформовувати реальність у фрагменти в такий спосіб, який дозволяв іншим бачити суть цього фрагмента.

Синтез — абстракція, фрагмент пам'яті, головна ідея — творить нейронну схему. **Добре збудовані фрагменти формують нейронні структури, здатні резонувати не лише в межах окресленої теми, а й в інших темах і сферах нашого життя. Абстракція допомагає нам переносити ідеї з однієї сфери до іншої**²⁰⁹. Саме тому справжнє мистецтво, поезія, музика й література можуть так сильно впливати на нас. Коли ми формуємо фрагмент пам'яті, він здобуває в нашій свідомості нове життя: ми створюємо ідеї, які зміцнюють і розширяють уже наявні в нас нейронні структури, а це допомагає нам уявляти й будувати нові схожі структури.

Сформувавши фрагмент у вигляді нейронної структури, ми можемо ефективніше передавати його іншим, як це робив Кахаль, а також чимало великих художників, письменників, музикантів й науковців протягом тисячоліть. Коли фрагмент засвоюється інші люди, вони зможуть не тільки ним користуватися, а й простіше створювати схожі фрагменти в різних сферах їхнього життя — і це є важливою частиною творчого процесу.

© Barbara Oakley



На цьому малюнку видно, що фрагменти пам'яті — звивисті нейронні стрічки ліворуч і праворуч — дуже схожі між собою. Малюнок символізує те, що коли людина засвоїть один фрагмент у певній сфері, їй буде значно легше засвоїти або створити подібний фрагмент в

іншій сфері. Наприклад, базова математика «відлунює» нам у вивченні фізики, хімії й інженерних наук, а ще ми часом відчуваємо її під час опанування таких предметів, як економіка, бізнес чи моделювання людської поведінки. Саме тому здобути МВА легше буде людям з інженерною чи фізичною освітою, ніж історикам чи філологам²¹⁰.

Метафори й аналогії теж формують фрагменти пам'яті, завдяки яким ідеї навіть із зовсім інших сфер можуть впливати одна на одну²¹¹. Тому людям, які люблять математику, природничі науки й технології, часто дивним чином допомагають їхні знання й уміння зі спорту, музики, іноземних мов, мистецтва чи літератури. Власні знання про те, як слід вивчати мови, допомогли мені впоратися з математикою та природничими науками.

Один із головних принципів успішного засвоєння математики й природничих наук, — усвідомити, що майже все, що ми вивчаємо, може мати аналогію, тобто порівняння із чимось, що ми вже знаємо²¹². Інколи аналогії й метафори дуже віддалені: наприклад, про те, що кровоносні судини схожі на автостради, або ж про ядерну реакцію як про падання кісточок доміно. Утім ці прості аналогії й метафори дуже допомагають, коли ми використовуємо наявні нейронні структури як опори для швидкої побудови нових і складніших. Коли ви почнете застосовувати ці нові структури, то відкриєте для себе, що вони ефективніші, ніж були ті первинні. Ці нові структури, своєю чергою, можуть стати джерелом метафор і аналогій для нових ідей у найрізноманітніших сферах життя. Саме тому світ фінансів охоче приймає людей, що в минулому були фізиками чи інженерами. Наприклад, фізик Емануель Дерман, автор близькучих досліджень із фізики елементарних частинок, пішов працювати до компанії Goldman Sachs і долучився до розробки моделі Блека—Дермана—Тоя для відсоткових ставок. Дерман також працював у спеціальній групі у справах стратегій кількісного аналізу ризиків.

Підсумовуємо прочитане

- Мозок розвивається в різних людей із різною швидкістю. Багато осіб ще не досягає інтелектуальної зрілості навіть після двадцяти.
- Деякі зі свіtil науки в дитинстві всім навколо здавалися безнадійно зіпсованими шибайголовами.
- Успішні професіонали в математиці, природничих науках чи технологіях уміють формувати фрагменти пам'яті — абстракції до своїх ідей.
- Метафори й аналогії створюють фрагменти пам'яті, які дають можливість ідеям із дуже різних сфер впливати одна на одну.

- Незалежно від вашої кар'єрної стежки чи планів на майбутнє зробіть так, щоб математика й природничі науки обов'язково були у вашій навчальній програмі. Це сформує запас фрагментів пам'яті, які допоможуть розвинути ефективніші підходи до найрізноманітніших професійних і життєвих викликів.

Робимо паузу та пригадуємо

Закрийте книжку й відведіть від неї погляд. Які були основні ідеї цього розділу?

Пригадати буде простіше, якщо ви якось пов'яжете ці ідеї із власними життєвими чи професійними цілями.

Закріплюємо знання

1. Сантьяго Рамон-і-Кахаль у своїй кар'єрі зумів поєднати пристрасть до малювання із захопленням наукою. Чи знаєте ви інших людей (відомі публічні особи або ж ваші друзі чи знайомі), які зробили щось схоже? Чи таке поєднання можливе у вашому житті?
2. Як уникнути спокуси переконувати себе в тому, що швидкі люди автоматично є розумними?
3. Якщо робити те, що вам кажуть, це має як свої плюси, так і мінуси. Порівняйте життя Кахаля зі своїм. У яких випадках прислухатися до порад інших було корисно? Коли це навпаки створювало проблеми?
4. Якщо порівнювати з перешкодами, які долав Кахаль, як виглядали ваші перепони? Чи вдається вам перетворювати перешкоди на переваги?

195 DeFelipe 2002.

196 Ramón y Cajal 1937, p. 309.

197 Ramón y Cajal 1999 [1897], p. xv–xvi; Ramón y Cajal 1937, p. 278.

198 Ramón y Cajal 1937, p. 154.

199 Fields 2008; Giedd 2004; Spear 2013.

200 Ramón y Cajal 1999 [1897].

201 Bengtsson et al. 2005; Spear 2013.

202 Кахаль добре вмів планувати, про що свідчить його конструювання гармати. Проте, як виглядає, не вмів побачити свої дії в широкому контексті. Наприклад, захопившись ідеєю розвалити браму сусіда, він не був спроможний передбачити очевидне — це накличе великі проблеми. Див. Shannon et al. 2011, де описане цікаве відкриття: у проблемному підлітковому віці функціональні зв'язки поєднують дорсолатеральну премоторну зону мозку з нейронною мережею «за замовчуванням» («сукупність зон мозку, пов'язана зі спонтанною, нічим не обмеженою і самодостатньою свідомістю», с. 112–141). Коли підлітки дозрівають і їхня поведінка покращується, дорсолатеральна премоторна зона, навпаки, починає зв'язуватися з мережами уваги й контролю.

203 Bengtsson et al. 2005; Spear 2013; Thomas and Baker 2013. Сайбу Томас і співавтори (с. 226) зазначають: «Дослідження тварин показують, що широкомасштабна організація аксонів і дендритів є дуже стабільною, а залежна від досвіду структурна пластичність у дорослому мозку виникає локально і не є тривалою». Інакше кажучи, ми можемо зробити певні зміни в нашему мозку, але кардинальна перебудова неможлива. Це логічно. Популярна книжка про пластичність мозку — Doidge 2007. Технічно найкращий підхід до цієї теми можна знайти в Shaw and McEachern 2001. Власні роботи Кахаля на сьогодні здобули визнання як фундаментальні для розуміння пластичності мозку (DeFelipe 2006).

204 Ramón y Cajal 1937, p. 58.

205 Там само, с. 58, 131. Здатність схоплювати ключові думки (суть проблеми) важливіша, ніж здатність запам'ятовувати словесні вирази. Імовірно, «суть» і «слова» кодуються в різний спосіб. Див. Geary et al. 2008, p. 4–9.

206 DeFelipe 2002.

207 Ramón y Cajal 1937, p. 59.

208 Root-Bernstein and Root-Bernstein 1999, p. 88–89.

209 Bransford et al. 2000, розділ 3; Mastascusa et al. 2011, chaps. 9–10.

210 Fauconnier and Turner 2002.

211 Mastascusa et al. 2011, p. 165.

212 Gentner and Jeziorski 1993.

14. ЯК РОЗВИВАТИ «ВНУТРІШНЕ ОКО» ЗА ДОПОМОГОЮ ПОЕЗІЇ ФОРМУЛ

УЧИМОСЯ ПИСАТИ ПОЕЗІЮ ФОРМУЛ І БАЧИТИ ПРИХОВАНІ СЕНСИ

Поетеса Сильвія Плат колись написала: «Той день, коли я увійшла до кабінету фізики, був схожий на день смерті»²¹³. І продовжила:

Невисокий темноволосий чоловік із тонким шепелявим голосом — його звали пан Мензі — стояв перед класом у тісному синьому костюмі та тримав у руках невелику дерев'яну кулю. Він поклав кулю на похилу поверхню, і куля скотилася донизу. Потім він почав говорити щось про те, що a — це прискорення, а t — це час, а далі — шкрябати на дощці якісь літери, числа й знаки рівності, а моя свідомість тим часом повільно вмирала.

Пан Мензі, принаймні у цій напівавтобіографічній історії Сильвії Плат, написав книжку на чотириста сторінок, у якій не було жодного малюнка чи фотографії, — самі лише схеми й формули. У підсумку це все можна порівняти із ситуацією, у якій хтось би оцінював поезію Сильвії Плат із *роздовідей* про неї, не маючи можливості прочитати вірші самостійно. У книжці Плат вона була єдиною ученицею, яка завершила цей курс із найвищою оцінкою, але він пробудив у ній панічний страх перед фізикою.

Чим зрештою є математика, якщо не поезію розуму? І чим є поезія, якщо не математикою серця?

Девід Юджин Сміт, американський математик і освітянин

Вступні заняття із фізики Річарда Фейнмана виглядали зовсім по-іншому. Цей майбутній лауреат Нобелівської премії для розваги грав на барабанах бонго й розмовляв радше як грубуватий таксист, аніж як високоінтелектуал²¹⁴.

Коли Фейнману було одинадцять років, одна спонтанна фраза справила значний вплив на його свідомість. Якось він у розмові з

другом сказав, що мислити — це не що інше, як розмовляти із самим собою всередині себе.

— О, справді? — запитав його друг. — А ти пам'ятаєш, яку чудернацьку форму має колінвал автомобільного двигуна?

— Так, і що?

— Ну то розкажи мені, як ти його описав би, якби розмовляв сам із собою?

Саме тоді Фейнман усвідомив, що форма думок може бути як візуальною, так і вербальною²¹⁵.

Згодом він писав про те, як у студентські роки намагався візуалізувати певні фізичні явища, — електромагнітні хвилі, невидимі потоки енергії, які несуть усе — від сонячного світла до сигналів мобільного телефона. Йому було складно описати те, що він бачив своїм «внутрішнім оком»²¹⁶. Якщо навіть один із найвидатніших фізиків мав труднощі з баченням певних фізичних явищ (які, ймовірно, складно уявити), що вже тоді казати про звичайних людей?

Трохи оптимізму й натхнення можна почерпнути з поезії²¹⁷. Візьмімо кілька рядків із пісні «Множина Мандельброта»²¹⁸ про славетного математика Бенуа Мандельброта (автор і виконавець Джонатан Колтон).

Мандельброт на небесах.

Він перетворив хаос у порядок, дав нам надію, якої не було.

Його геометрія працює там, де не впоралися інші.

Тому коли ви зіб'єтесь зі шляху, метелик махне крилом

На іншому боці земної кулі, і маленьке диво приведе вас додому.

Суть незвичайної математики Мандельброта Колтон передав в емоційних фразах своєї пісні, які формують видимі для нашого внутрішнього ока образи — легкий порух крила метелика, що має вплив на події аж на протилежному боці земної кулі.

Праці Мандельброта, спрямовані на створення новітньої геометрії, допомогли нам зрозуміти, що дещо часом виглядає хаотичним, але насправді має певний ступінь упорядкованості. Візуальної складності можна досягнути за допомогою простих принципів, як це продемонструвала сучасна індустрія анімаційних фільмів. Поезія Колтона теж містить у собі ідею, закладену в працях Мандельброта:

невеликі й непомітні зміни в одній частині Всесвіту насправді мають вплив на всю його решту.

Якщо глибше й глибше занурюватися в рядки Колтона, можна знаходити щораз більше способів пов'язати їх із різними аспектами нашого життя. Ці слова набуватимуть дедалі більшого значення в міру того, наскільки глибоко ми розумітимо доробок Мандельброта.

У формулах існують приховані значення — так само вони є в поезії. Якщо ви новачок, якщо вас не навчили, як помічати життя за символами фізичних формул, тоді ці формули здаватимуться вам мертвими. Вони почнуть набувати значення тільки тоді, коли ви вчитиметеся витягувати з-поміж символів приховані сенси.

Фізик Джефрі Прентіс описав, як на фізичні формули дивляться студент-початківець і спеціаліст²¹⁹. Для новачка це лише одна з низки не пов'язаних між собою формул, яку теж треба запам'ятати. Більш підготовлені студенти або ж професійні фізики своїм «внутрішнім оком» бачать у формулі *сенс*, що виходить за межі самих символів формули; вони вбачають у цьому частину загального великого пазла, можуть навіть відчувати частини формули *на дотик*.

Математик, у якому немає певних рис поета, ніколи не буде справжнім математиком.

Карл Ваєрштрасс, німецький математик

Коли ви бачите літеру *a*, яка означає прискорення (acceleration), можете уявляти, що тиснете на газ автомобіля, який ще називають акселератором. Спробуйте *відчути* прискорення автомобіля, що притискає вас до спинки сидіння.

Чи потрібно викликати в собі ці відчуття щоразу, коли бачите літеру *a*? Звичайно, ні: не варто постійно пригадувати кожну дрібну деталь аж до запаморочення в голові. Але це відчуття натискання педалі газу може зависнути десь у глибинах вашого мозку як фрагмент, готовий у разі потреби швидко виринути в оперативній пам'яті, коли вам доведеться зрозуміти значення символу *a* в якій-небудь формулі.

Так само літера *m*, що означає *масу* (mass), може викликати у вас згадку про великий 20-кілограмовий камінь, який не так легко зрушити з місця. У літері *f* — *силі* (force) — ваше «внутрішнє око» може

бачити те, що за нею стоїть, тобто залежність від *маси і прискорення* — $m \times a$ (як у формулі $f=m \times a$).

Ходімо далі. Фізичний термін *робота* (*work*) означає енергію. Ми виконуємо *роботу* (тобто постачаємо енергію), переміщуючи якийсь предмет (*сила*) на певну *відстань* (*distance*). Закодуємо це все з поетичною простотою: $w=f \times d$. Якщо за символом *w* ми бачимо роботу, то внутрішньо можемо уявити цю роботу й навіть тілесні відчуття від неї. Унаслідок цього можна вивести для себе рядки поезії формул, наприклад:

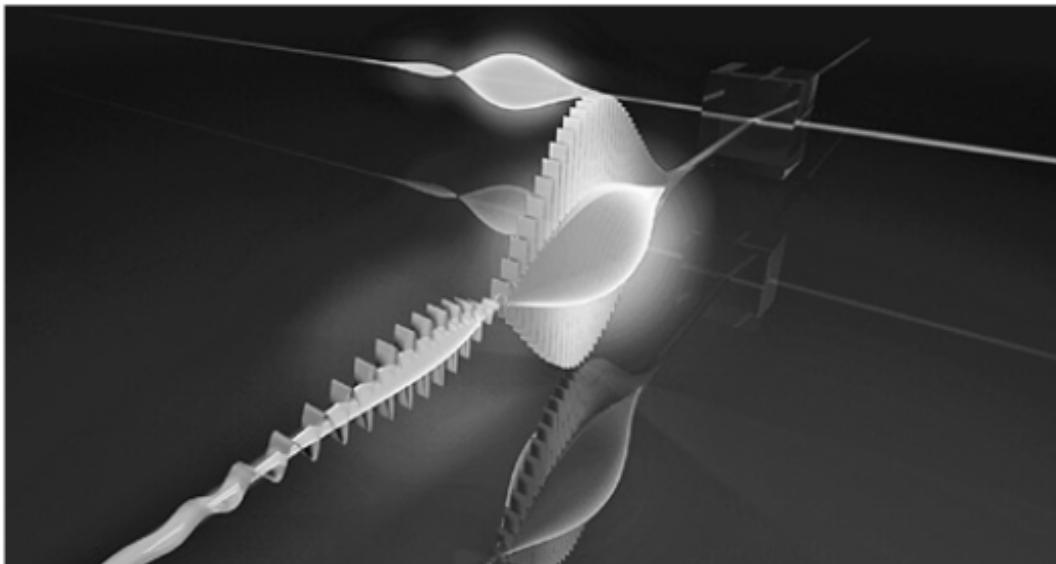
$$\begin{aligned} w \\ w=f \times d \\ w=(ma) \times d \end{aligned}$$

Інакше кажучи, символи й формули містять прихований текст — значення, яке стає зрозумілим, коли ви глибше опановуєте матеріал. Хоч то так і не виглядає, науковці часто у формулах вбачають одну з форм поезії — спосіб вираження того, що ми бачимо чи розуміємо, за допомогою коротких символів. Спостережливі люди усвідомлюють усю глибину поетичних рядків, які можуть мати багато різних значень. У такий самий спосіб студенти поступово вчаться бачити приховані значення формул своїм «внутрішнім оком» і навіть інтуїтивно відчувати можливості їх інтерпретації. Також немає нічого дивного в тому, що графіки, таблиці й інші візуальні форми інформації так само містять приховані значення, які «внутрішнє око» може інтерпретувати навіть ширше, ніж текст.

СПРОЩУЙТЕ Й ПЕРСОНАЛІЗУЙТЕ ВСЕ, ЩО ВИВЧАЄТЕ

Ми вже підводили до цього раніше, але варто повернутися ще раз після нашого розгляду інтерпретації прихованого значення формул. **Одним із найважливіших методів вивчення математики та природничих наук є побудова в нашій свідомості абстрактних ідей.** Наприклад, Сантьяго Рамон-і-Кахаль уявляв собі побачене під мікроскопом як сцени, що розігруються живими істотами із власними мріями і сподіваннями (як у людей)²²⁰. Колега та друг Кахала Чарльз Шеррінгтон (увів поняття «синапс») розповідав друзям, що ніколи не зустрічав іншого науковця з такою неймовірною спроможністю

вдихати життя у свою роботу. На думку Шеррінгтона, це могло бути одним із головних чинників, що допомогли Кахалю досягнути такого рівня.



© Marco Bellini, Istituto Nazionale di Ottica – CNR, Florence, Italy

Ейнштейн умів уявляти себе фотоном²²¹. Зрозуміти, що бачив Ейнштейн, можна, якщо поглянути на це чудове зображення інтенсивного лазерного імпульсу, зроблене італійським фізиком Марко Белліні: лазерний імпульс (на передньому плані) використовується для вимірювання форми фотона (на задньому плані).

Теорія відносності Ейнштейна постала не завдяки його математичним навичкам (йому часто доводилося співпрацювати з математиками, щоб рухатися вперед у дослідженнях), а завдяки його багатій уяві. Він «бачив» себе фотоном, який рухається зі швидкістю світла, потім уявляв, як його може сприймати інший фотон. Що може бачити й відчувати цей другий фотон?

Барбара Макклінток здобула Нобелівську премію за відкриття генетичної транспозиції (гени, які можуть змінювати своє положення в ДНК), писала про те, як вона уявляла зерна досліджуваних рослин: «Я навіть бачила внутрішню частину хромосом і все, що там було. Мене це дуже дивувало, адже я справді мала таке відчуття, ніби перебуваю там, усередині, а навколо мене мої друзі»²²².



© Smithsonian Institution Archives, image #SIA2008-5609

Видатний генетик Барбара Макклінток бачила в уяві досліджувані нею молекулярні елементи в гігантському масштабі. Як і інші лауреати Нобелівської премії, вона персоналізувала ці елементи й навіть дружила з ними.

Комусь можуть видатися дивакуватими такі забави зі спробами уявити досліджувані елементи чи механізми як живі істоти зі своїми думками й відчуттями. Але цей метод діє: він вдихає життя в ці елементи й допомагає розуміти явища, які не можна інтуїтивно відчути, дивлячись тільки на сухі числа і формули.

Також важливим є спрошення. Річард Фейнман — фізик, який грав на барабанах і про якого ми згадували в цьому розділі, — просив науковців пояснити свої ідеї настільки просто, щоб він міг це зрозуміти. Як не дивно, прості пояснення можливі для майже будь-якого явища незалежно від складності. Якщо ви схиляєтиметесь до простих пояснень, розбиваючи складний матеріал на головні елементи, ваше розуміння буде глибшим²²³. Експерт із питань на-

вчання Скотт Янг розвинув цю ідею в так звану *техніку Фейнмана*, за якою для зрозуміння суті якогось явища потрібно шукати метафори й аналогії²²⁴.

Легендарний Чарльз Дарвін робив щось дуже схоже. Перш ніж описувати якусь концепцію, він уявляв собі людину, яка щойно починає ознайомлення з його дослідженнями. Він відкладав перо й намагався пояснити все простими словами. Це допомагало йому краще викладати пояснення на папері. На сторінці www.reddit.com є спеціальний розділ Explain like I'm five («Поясніть як п'ятирічній дитині»), де можна опублікувати запитання на складну тему із проханням подати відповідь просто²²⁵.

Вам може здаватися, що пояснити щось може тільки той, хто це добре розуміє. Але поспостерігайте за тим, що відбувається, коли ви просто розмовляєте з іншими людьми про предмет вашого вивчення. Дивовижно: розуміння часто з'являється після спроб пояснити щось іншим або собі, тобто пояснення не залежить суто від попереднього розуміння. Саме тому викладачі часто кажуть, що вперше справді зрозуміли матеріал аж тоді, коли почали читати лекції.

Приємно з вами познайомитися!

Вивчення органічної хімії нічим не складніше за пізнання характерів. Кожна речовина має свій унікальний характер. Що глибше ви розумієте цих особистостей, то краще зможете змоделювати різні ситуації й передбачити їхню поведінку — результат реакції.

Кетлін Нолта, доктор наук, старший викладач хімії, лауреат премії за педагогічні досягнення *Golden Apple Award*, Мічиганський університет

ВАША СПРОБА!

Розігруйте уявні сценки

Уявіть себе всередині того середовища, яке вивчаєте: подивіться на світ із перспективи клітини, електрона або навіть математичного явища. Спробуйте розіграти уявну сценку за участю ваших нових друзів, уявляючи в деталях, що вони думають і відчувають.

ТРАНСФЕР — ПЕРЕВЕДЕННЯ ВИВЧЕНОГО В ІНШИЙ КОНТЕКСТ

Трансфером називають здатність переводити предмет вивчення в інший контекст, застосування його в інший спосіб. Наприклад, ви вивчаєте одну іноземну мову й помічаєте, що друга іноземна дається вам легше, ніж перша. Так склалося тому, що вивчаючи першу мову, ви засвоїли загальні принципи або навіть схожі слова та граматичні структури, — це був *трансфер* ваших знань у вивчення другої мови²²⁶.

Вивчати математику, застосовуючи її тільки в межах якоїсь певної дисципліни (бухгалтерського обліку, інженерії чи економіки), — це приблизно те саме, що взагалі не вивчати іноземних мов, а тільки трохи розширити словниковий запас рідної. Багато математиків уважають, що вивчення цієї науки з вузьким підходом застосування її у певній сфері ускладнює використання математики в гнучкий і креативний спосіб.

Математики думають: якщо ви вивчаєте цю науку так, як вони її викладають (з акцентом на абстрактних сутностях без звуження математики до певних застосувань), то здобуваєте навички, які легко можна перевести в багато інших сфер. Інакше кажучи, ви отримуєте щось схоже на загальні вміння з вивчення іноземних мов. Наприклад, ви можете бути студентом-фізиком, але легко використаєте свої знання з абстрактної математики, щоб зрозуміти її застосування в багатьох зовсім інших процесах — біологічних, фінансових чи навіть психологічних.

Певною мірою саме тому математики викладають цю дисципліну в абстрактний спосіб, без зведення її до конкретних застосувань. Вони хочуть показати вам сутність ідей, уважаючи, що так буде простіше пристосувати ці думки до різних сфер²²⁷. Як аналогію можна навести приклад: вас не вчать якоїсь певної фрази (скажімо, «Я біжу») албанською, литовською й ісландською мовами, а доносять до вас суть — що в мовах є певна категорія слів, які називаються *діесловами* і які відмінюються.

Певну перешкоду тут становить те, що математичні явища часто простіше опанувати, якщо застосовувати їх до конкретних завдань, а такий спосіб вивчення може згодом ускладнити перенесення

математичних навичок на інші сфери. Не дивно, що існує своєрідний конфлікт між прикладним і абстрактним підходами до вивчення математики. Викладачі математики намагаються триматися високих матерій, ставлячи абстрактний підхід на перше місце в навчальному процесі. На відміну від них сфери інженерії, бізнесу тощо природно схиляються до математики, сфокусованої на їхніх специфічних завданнях, щоб підвищувати зацікавлення студентів і уникати скарг на зразок «Але ж це мені ніколи в житті не знадобиться!». Прикладний підхід у математиці має таку особливість: багато з нібито практично орієнтованих завдань насправді є легко замаскованими звичайними математичними задачами. Загалом обидва підходи — прикладний і абстрактний — мають свої переваги й недоліки.

Трансфер знань корисний тим, що часто спрошує навчання для студентів, що виходять навищий рівень опанування певної дисципліни. Професор Пітсбурзького університету Джейсон Дічент пише: «Я завжди кажу студентам, що в міру засвоєння навчальної програми їм доведеться присвячувати навчанню дедалі менше часу, але вони мені не вірять. Бо насправді кожного нового семестру їм доводиться вчитися щоразу більше; вони ще тільки намагаються об'єднувати свої знання в цілісну систему». Одним із найпроблематичніших аспектів відволікання (коли сконцентровану працю постійно переривають загляданням у телефон, електронну пошту чи інші повідомлення) є те, що воно шкодить трансферу знань. Студенти, які часто переривають навчання, не тільки слабше засвоюють матеріал, а й гірше переносять вивчене на інші сфери²²⁸. Вам може здаватися, що в проміжках між загляданнями в телефон ви навчаєтесь, але насправді мозок концентрується недостатньо довго, щоб сформувати надійні нейронні мережі, а саме такі фрагменти є основою для трансферу знань з однієї галузі до іншої.

ТРАНСФЕР ЗНАНЬ ПРАЦЮЄ!

Торік я спробував застосувати техніку риболовлі з Великих озер на островах Флорида-Кіс. Зовсім інша риба, інші наживки, техніка, яка не застосовувалася в цих умовах раніше, — але все вдалося. Люди

дивилися на мене як на дивака, але було дуже кумедно показати їм, що я справді наловив риби.

Патрик Скогін, старшокурсник, історія

Підсумовуємо прочитане

- Формули — це лише засіб абстракції та спрощення певних концепцій. Це означає, що формули містять глибше значення, схоже на глибинні сенси, які знаходять у поезії.
- Наше «внутрішнє око» є дуже важливим, адже воно допомагає персоналізовувати явища, які ми вивчаємо, і надавати ознак сюжетності.
- Трансфер — це здатність переносити вивчений матеріал з одного контексту в інший.
- Математичні явища важливо запам'ятовувати як сформовані фрагменти пам'яті, тому що тоді їх простіше переносити на інші сфери й застосовувати в різні способи.
- Якщо ви під час навчання відволікаєтесь на додаткові справи, то засвоюєте матеріал лише поверхово. Згодом це може перешкодити перенесенню вивченого на різні сфери життя.

Робимо паузу та пригадуємо

Закрийте книжку й відведіть від неї погляд. Які були основні ідеї цього розділу? Чи можете ви відобразити деякі з них за допомогою відповідних символів, які сприймає ваше «внутрішнє око»?

Закріплюємо знання

1. Напишіть «вірш із формул» — кілька рядків, які відкривають її сенс, прихований за стандартним виглядом.
2. Опишіть, як певні явища, які ви вивчаєте, можна візуалізувати за допомогою уявних сюжетних сценок. Як ви уявляєте поведінку власних персонажів, їхні відчуття й реакції?
3. Візьміть якесь вивчене математичне явище й наведіть приклад його практичного застосування. Потім уявно зробіть крок назад і подумайте, чи відчуваєте абстрактну ідею, яка стоїть за цим використанням. Чи спадає вам на думку якийсь зовсім інший спосіб застосування цього математичного явища?

214 Більше про життя Фейнмана ви можете довідатися з його книжки «Та ви жартуєте, містере Фейнман!», що 2018 року з'явилася в «Нашому форматі».

215 Feynman 2001, p. 54.

216 Feynman 1965, 2010.

217 Цей розділ ґрунтуються на матеріалах Prentis 1996.

218 Уривки з пісні Mandelbrot Set надав її автор Джон Колтон. Повний текст поданий на jonathancoulton.com/wiki/Mandelbrot_Set/Lyrics.

219 Prentis 1996.

220 Cannon 1949, p. xiii; Ramón y Cajal 1937, p. 363. Див. також «Метелики душі» (Butterflies of the Soul) Хав’єра Дефеліпе з багатьма чудовими ілюстраціями з ранніх етапів нейробіологічних досліджень (DeFelipe 2010).

221 Mastascusa et al. 2011, p. 165.

222 Keller 1984, p. 117.

223 Див. дискусії щодо опитувань і пояснень у Dunlosky et al. 2013.

224 [youtube.com/watch?v=FrNqSLPaZLc](https://www.youtube.com/watch?v=FrNqSLPaZLc).

225 [reddit.com/r/explainlikeimfive](https://www.reddit.com/r/explainlikeimfive).

226 Див. також примітку 187 із розділу 12.

227 Mastascusa et al. 2011, chaps. 9–10.

228 Foerde et al. 2006; Paul 2013.

15. ВІДРОДЖЕННЯ НАВЧАННЯ

ЦІННІСТЬ НАВЧАННЯ ЗАРАДИ НАВЧАННЯ

Таких людей, як Чарльз Дарвін, котрий завдяки теорії еволюції став однією з найвидатніших постатей в історії людства, часто вважають геніями від природи. Ви здивуєтесь, але Дарвін, як і Кахаль, не був успішним студентом. На певному етапі вивчення медицини він залишив навчання й вирушив у навколо світу подорож на кораблі як науковець-натуралист — на превеликий смуток його батька. Залишившись на самоті, Дарвін міг свіжим оком поглянути на наукові дані, які збирал.

Наполегливість часто важливіша за інтелект²²⁹. Якщо культувати підхід «навчання заради навчання», можна прокласти унікальний шлях до успіху. Хоч би якими чудовими були ваші підручники й викладачі, поглянувши в інші навчальні матеріали, ви усвідомлюєте: вивчене вами є лише частиною обраної теми й це все можна пов'язати з *іншими* цікавими темами на *ваши* розсуд.

У математиці, природничих науках і технології багатьом доводиться шукати індивідуальний шлях у навчанні, відмовляючись від звичайних схем (часом просто немає вибору, але причини можуть бути різними). Дослідження показали, що студенти краще навчаються тоді, коли активно опрацьовують тему, а не просто слухають, як хтось розповідає²³⁰. Ключовою для навчання є здатність студента самостійно працювати з матеріалом, принагідно обговорюючи його з іншими.

Сантьяго Рамон-і-Кахаль жахнувся, коли йому в дорослому віці довелося вивчати математичний аналіз під час навчання на лікаря. У дитинстві та юності він ніколи не приділяв уваги математиці, тому йому бракувало навіть елементарного розуміння матеріалу. Довелося длубатися в старих підручниках, чухаючи потилицю, щоб осягнути основи. Проте Кахаль старанно все опановував, бо його підштовхувала вперед поставлена мета.

Який потужний стимул для початківців міг би дати викладач, котрий не просто захоплено описував би велич наукових відкриттів минулого, а докопувався б до самих початків кожного відкриття, розповідав про безліч помилок і невдач, які йому передували. Якщо дивитися поглядом звичайної людини, то такі відомості вкрай важливі для ґрунтовного пояснення наукових відкриттів²³¹.

Сантьяго Рамон-і-Кахаль



© Johns Hopkins Medicine

Нейрохіуррг Бен Карсон, який здобув Президентську медаль миру за новаторства в хіургії, у студентські роки провалював екзамени. Йому навіть радили залишити медицину. Карсон знов, що засвоювати матеріал йому краще через читання підручників, а не за допомогою слухання лекцій. І він зробив нібіто нелогічний крок — *перестав* ходити на лекції, щоб мати більше часу на опрацювання підручників. Його оцінки швидко покращилися, а решта — то вже історія. (Пам'ятайте, що цей метод не допоможе кожному: якщо ви скористаєтесь цією історією просто для виправдання себе за пропуски, то ризикуєте накликати біду).

Винахідник і письменник Вільям Камквамба, що народився 1987 року в Африці, не мав можливості відвідувати школу. Він почав навчатися сам: ходив до сільської бібліотеки, де наштовхнувся на книжку «*Використання енергії*». Камквамба не просто її прочитав. У свої 15 років він використав цю книжку як путівник самоосвітою та збудував власну вітрову електростанцію. Сусіди називали його «*місала*» (божевільний), але завдяки творінням Камквамби в селі з'явилися електрика й вода. Винаходи хлопця започаткували технологічний розвиток Африки на рівні найменших громад²³².

Американська лікарка Кендіс Перт, нейробіолог і фармаколог, здобула близьку освіту, докторський ступінь із фармакології в Університеті Джона Гопкінса. Але частково джерелом її натхнення й подальшого успіху було щось зовсім інше. Перед самим початком вивчення медицини Кендіс Перт їхала верхи та пошкодила хребет, тож їй довелося провести ціле літо під впливом сильних знеболювальних²³³. Власний досвід переживання болю й дії знеболювальних засобів дав поштовх її науковим дослідженням. Проігнорувавши спроби куратора зупинити її, вона зробила кілька перших важливих відкриттів, пов'язаних з опіоїдними рецепторами, і це стало важливим кроком до розуміння наркотичної залежності.

Відвідувати навчальний заклад — не єдиний спосіб учитися. Дехто з найвпливовіших людей сучасності — Білл Гейтс, Ларрі Еллісон, Майкл Делл, Марк Цукерберг, Джеймс Кемерон, Стів Джобс і Стів Возняк — не завершив своєї освіти. Захопливі інновації створювали й створюватимуть люди, спроможні поєднати найкраще з традиційних і нетрадиційних методів навчання із власними способами самоосвіти. Взяти відповідальність за своє навчання — одна з найважливіших справ у вашому житті. Підходи до навчання, за яких центральною фігурою є вчитель, який нібіто має відповіді на всі питання, часом можуть виховувати в студентах відчуття безпорадності²³⁴. Як не дивно,

системи оцінювання викладачів можуть стимулювати таку саму безпомічність, адже дозволяють покласти всю відповіальність за провал студента на викладача, звинуватити його в неспроможності навчити чи мотивувати²³⁵. Надзвичайно ефективними є підходи, орієнтовані на студентів, коли їх заохочують учитися одне від одного, коли студент сам для себе має бути джерелом мотивації.

ЦІННІСТЬ ОСОБЛИВИХ ВИКЛАДАЧІВ

Інколи вам випадатиме нагода попрацювати з особливими викладачами. Якщо матимете такий шанс — не прогавте. Навчіться в прямому сенсі *ковтати* все важливе, змушуйте себе не ховатися на задніх рядах, а ставити питання — звісно, питання суттєві й доречні, а не такі, що демонструють вашу обізнаність. Що частіше ви так робите, то легше це вам даватиметься й то більше отримуватимете користі там, де навіть не сподівалися. Одна лише фраза, що ґрунтуються на величезному досвіді такого викладача, може змінити ваше майбутнє. Не забувайте також при нагоді висловлювати вдячність людям, які скеровують вас у правильному напрямку, адже для них дуже важливо знати, що їхня допомога має значення.

Але не впадайте в так званий «синдром набридливого студента». Особливо добросердні викладачі часто стають справжнім магнітом для студентів, яких насправді більше цікавить підживлення власного его, а не відповіді на питання. Викладач, який старається допомогти, може виснажитися, задовольняючи бажання студентів, які задоволити неможливо.

Уникайте також спокуси *надмірної впевненості* в тому, що ваша відповідь правильна, не схиляйте викладача йти за вашою логікою, якщо її хибність стає очевидною. Навіть якщо якийсь раз ви все ж доведете свою рацію, пам'ятайте, що для багатьох викладачів (особливо на вищих рівнях математики й природничих наук) іти за хибною заплутаною логікою — це все одно що слухати фальшиве звучання звуків у музиці, тобто важка й невдячна справа. Найкраще почати все спочатку та прислухатися до порад викладача. Коли зрештою знайдете правильну відповідь, можете повернутися й виправити свою попередню помилку. (Часто в таких випадках раптово приходить

усвідомлення того, що ваш попередній підхід був аж до абсурду хибним). Хороші викладачі часто є людьми дуже зайнятими, тому використовуйте їхній час розважливо.

Талановитий викладач спроможний зробити матеріал простішим і ґрунтовнішим, запустити механізми, які спонукають студентів навчатися одне в одного, стимулюють до самоосвіти. Наприклад, Селсо Баталя, знаний викладач фізики з Коледжу Евергрін Веллі, створив популярний серед студентів блог про те, як ефективно навчатися. Багато викладачів застосовують в аудиторії техніки «активного» й «колаборативного» навчання, які дають студентам можливість активно працювати з матеріалом і одне з одним²³⁶.

Один факт не раз дивував мене протягом років. Деякі з найкращих викладачів, яких я зустрічала, розповідали, що в молоді роки були надто сором'язливими, надто скутими перед аудиторією, вони думали, що не мають здібностей для такої професії. Але згодом ті риси, які вони вважали своїми мінусами, дивовижним чином допомогли їм перетворитися на глибоких, вдумливих і креативних викладачів, якими вони стали. Інроверсія допомогла їм розуміти й відчувати інших, а усвідомлення своїх недоліків у минулому зробило їх терплячими й не дало впасти в ілюзію всезнайства.

ЩЕ ОДНА ПРИЧИНА НАВЧАТИСЯ ЗАРАДИ НАВЧАННЯ — КАВЕРЗНІ ПИТАННЯ НА ТЕСТАХ

Повернімося до традиційного навчального процесу в старших класах школи й коледжах, де певний обсяг додаткових знань може допомогти вам досягти успіху. Відкрию вам одну з таємниць викладачів математики та природничих наук: вони часто беруть завдання для тестів й екзаменів із підручників, яких *немає* в переліку обов'язкової літератури. Зрештою, не так просто щосеместру знаходити нові завдання до того самого курсу. Тому питання на тестах часто мають невеликі відмінності в термінології й підходах, які можуть зруйнувати всю вашу логіку, якщо ви обмежуєтесь лише підручником і лекціями викладача. Усе це може привести до «впевненості», що ви не маєте здібностей до математики і природничих наук, хоча насправді

потрібно було протягом семестру розглядати цей матеріал із різних перспектив.

БЕРЕЖІТЬСЯ «ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СНАЙПЕРІВ»

Сантьяго Рамон-і-Кахаль відрізнявся глибоким розумінням не тільки того, як слід здобувати знання, а й способів взаємодії людей між собою. Колег по навчанню він попереджав, що завжди *траплятимуться люди, які критикуватимуть або піддаватимуть сумніву всі ваші зусилля чи досягнення*. Так буває в усіх, не тільки в нобелівських лауреатів. Коли досягаєте успіху в навченні, певні люди з вашого оточення можуть вбачати в цьому загрозу для себе. Що більшим є ваше досягнення, то активніше такі люди можуть його критикувати та знецінювати.

З іншого боку, якщо ви провалите тест, так само можуть знайтися критики, які закидатимуть, що вам бракує здібностей. Сама собою невдача не є чимось жахливим. Це нагода проаналізувати, що ви зробили неправильно, і скоригувати свій шлях у майбутньому. Невдачі є кращими вчителями, ніж успіхи, адже вони стимулюють до переосмислення своїх підходів.

Деяким «повільнішим» студентам важче даються математика та природничі науки, бо їм не так легко зrozуміти певні поняття, які для інших є очевидними. На жаль, такі студенти часто вважають себе не дуже розумними, але насправді їхній повільніший спосіб мислення може допомогти побачити приховані деталі, яких інші не помічають. Різниця така сама, як між пішим туристом, який відчуває запах хвої й помічає стежки тварин у лісі, та мотоциклістом, який просто промчав на великій швидкості. На жаль, деякі викладачі відчувають певну загрозу від тих нібито простих питань, які ставлять їм «повільніші» студенти. Замість усвідомити проникливість певних питань, педагог може реагувати різко, даючи відповіді на зразок: «Просто дій, як тобі кажуть, як роблять усі інші». Від такої відповіді студент почувается дурником, це ще більше знижує його самооцінку. (Пам'ятайте, що викладачі часом не можуть розрізнати, чи ви вдумуєтесь в глибини матеріалу, чи, навпаки, не спроможні зrozуміти елементарне. Із чимось схожим була пов'язана моя агресивна поведінка в школі).

У будь-якому разі, якщо ловите себе на «нерозумінні очевидного», не варто зневірюватися. Пошукайте допомоги серед друзів чи в інтернеті. Можна знайти іншого викладача, про якого поширюють хороші відгуки, що веде такий самий курс. Досвідчені педагоги часто розуміють такий психологічний стан студента й готові йому допомогти (якщо ви, звісно, не зловживатимете їхньою добротою). Нагадуйте собі, що така ситуація є тимчасовою, а ці обставини зовсім не такі катастрофічні, як можуть здаватися на перший погляд.

Увійшовши до світу професійної діяльності, ви дізнаєтесь, що люди, дбаючи про вас, насправді часто більше зацікавлені в утвердженні власних ідей і створенні хорошого іміджу, ніж у самій допомозі. У таких ситуаціях найкраще тримати лінію відкритості до конструктивних пояснень і критичних зауважень і відмежовуватися від коментарів чи критики, які подаються як нібито конструктивні, але насправді є злосливими. Хоч би якою була критика, якщо ви маєте сильне й емоційне відчуття впевненості («Але ж я маю рацію!»), це може свідчити про те, що правда таки на вашому боці. Або ж навпаки: якщо ваші емоції аж надто хаотичні, краще повернутися трохи назад й об'єктивніше подивитися на речі.

Нам часто кажуть, що співчуття й допомога — це завжди добре, але насправді не завжди²³⁷. Важливо навчитися у відповідних ситуаціях переходити до стану холодної безсторонності, яка допоможе вам не тільки зосередитися на предметі вивчення, а й дистанціюватися від певних людей (якщо, за спостереженнями, вони зацікавлені нашкодити вам). Така поведінка є дуже пошиrenoю, адже люди часто не менше конкурують між собою, ніж співпрацюють. Якщо ви молода людина, навчитися холодної безсторонності може бути нелегко. Ми цілком природно захоплюємося тим, що робимо, і нам хочеться вірити, буцімто інші теж, що майже всі навколо позитивно до нас налаштовані.

Як і Кахаль, ви можете з гідністю йти до успіху *попри* твердження певних людей, що вам це не вдасться. **Умійте цінувати себе такими, яким ви є, особливо за ті риси, які роблять вас «іншими», і використовуйте ці особливості як таємний талісман на шляху до успіху.** Скористайтеся своєю природною впертістю, щоб боротися із

завжди наявними упередженнями інших людей щодо ваших можливостей.

ВАША СПРОБА!

Цінність того, що вважається «поганим»

Візьміть якусь зі своїх нібито поганих рис і подумайте, як її можна обернути собі на користь у креативному й незалежному мисленні чи навченні. Чи бачите ви спосіб обмежити негативні аспекти цієї риси й підсилити позитивні?

Підсумовуємо прочитане

Навчання заради навчання є одним із найглибших і найефективніших підходів до освітнього процесу, який підвищує здатність незалежно мислити й допомагає впоратися з нестандартними завданнями, які часом трапляються на тестах.

- У навчанні наполегливість часто важливіша, ніж інтелект.
- Привчайте себе до того, щоб при нагоді йти на контакт з людьми, якими захоплюєтесь. Так ви зможете почерпнути знань від тих, хто часом однією лише фразою може змінити напрямок вашого руху в майбутнє. Але не зловживайте увагою і часом своїх викладачів.
- Якщо ви не надто швидко схоплюєте навчальний матеріал, не падайте духом. На диво, часто «повільніші» студенти звертають увагу на питання фундаментальної важливості, у той час як «швидші» цього не помічають. Коли ви нарешті в усьому розберетеся, імовірно, розумітимете матеріал на глибшому рівні.
- Люди не менше конкурують між собою, ніж співпрацюють. Завжди траплятимуться ті, хто критикуватиме або применшуватиме всі ваші досягнення. Навчіться підходити до таких ситуацій із холодною безсторонністю.

Робимо паузу та пригадуємо

Закрийте книжку й відведіть від неї погляд. Які були основні ідеї цього розділу? Яка є найважливішою? Чи, може, кілька думок видаються вам однаково вагомими?

Закріплюємо знання

1. Які переваги й недоліки в навчанні власними силами, без стандартної навчальної програми?
2. Перегляньте у Вікіпедії перелік самоуків. Із кого вам хотілося б узяти приклад? Чому?

3. Оберіть зі своїх знайомих (тобто не зі знаменитостей) людину, якою ви захоплюєтесь, але з якою ніколи по-справжньому не розмовляли. Придумайте план, як із цією особою привітатися й познайомитися, а потім цей план реалізуйте.

Науковий оглядач New York Times Ніколас Вейд про незалежне мислення

© Nicholas Wade



Ніколас Вейд, який завжди відрізнявся незалежним способом мислення, вважає, що успадкував незалежне мислення від діда — одного з небагатьох, кому вдалося врятуватися із затонулого «Титаніка». Тимчасом як більшість чоловіків прислухалася до чуток і рухалася до лівого борту, дід Ніколаса Вейда покладався на свою інтуїцію та йшов у протилежному напрямку — до правого борту. Ніколас описує, які книжки про науковців є, на його думку, найцікавішими.

«“Людина, яка пізнала нескінченність” (The Man Who Knew Infinity: A Life of the Genius Ramanujan) Роберта Канігеля. Ця книжка розповідає неймовірну й інтелектуально багату історію індійського математичного генія Срініваса Рамануджана та його друга — британського математика Годфрі Гарольда Гарді. Ось мій улюблений епізод:

“Одного разу Гарді їхав у лондонському таксі й звернув увагу на його номер 1729. Математик, мабуть, якийсь час думав про це, бо коли увійшов до кімнати, у якій лежав Рамануджан, то, ледве привітавшись, зауважив, що “число доволі нецікаве” й він сподівається, що це не був поганий знак.

“Ні, Гарді, — сказав Рамануджан, — число навпаки дуже цікаве. Це найменше число, яке можна виразити як суму двох кубів у різні способи”.

“Шляхетні дикини” (Noble Savages) Наполеона Шаньйона. Ця чудово написана пригодницька історія розповідає, як це — навчитися виживати й досягти успіху в геть чужій культурі. Первинною освітою Шаньйона була інженерна. Його наукові дослідження змінили уявлення людства про те, як розвиваються культури.

“Математики” (Men of Mathematics) Еріка Темпла Белла. Ця книжка є класикою для читачів, які цікавляться людьми, що мають унікальний спосіб мислення. Як можна забути близкучого Евариста Галуа, який в останню ніч — знаючи, що помре, — “гарячково записував свою останню волю й заповіт у змаганні із часом, щоб позбирати хоч щось із безлічі цікавих ідей у власній голові, перш ніж його забере смерть, яку він передбачив”. Час від часу він переривав працю, щоб нерозбірливим почерком написати на берегах: “У мене мало часу, у

мене мало часу" — і перейти до наступного хаотичного запису".
Чесно кажучи, це одна з тих небагатьох чудових історій, де професор Белл, можливо, перебільшив (хоча Галуа і справді провів останній вечір за остаточним шліфуванням праці свого життя). Але, хоч би як там було, ця фантастична книжка надихала згодом цілі ПОКОЛІННЯ».

229 Colvin 2008; Coyle 2009; Gladwell 2008.

230 Deslauriers et al. 2011; Felder et al. 1998; Hake 1998; Mitra et al. 2005; President's Council of Advisors on Science and Technology, 2012.

231 Ramón y Cajal 1999 [1897].

232 Kamkwamba and Mealer 2009.

233 Pert 1997, p. 33.

234 McCord 1978. Див. у Armstrong 2012 широку дискусію щодо цього дослідження і схожих. Ману Капур і Кетрін Белячиц (2012) указують: якщо викладачі не так інтенсивно опікатимуть студентів, ефективність навчання зросте, що, на перший погляд, суперечить інтуїції.

235 Oakley et al. 2003.

236 Див. Armstrong 2012 і відповідні посилання.

237 Oakley 2013.

16. ЯК УНИКАТИ НАДМІРНОЇ САМОВПЕВНЕНОСТІ

Важливість командної роботи

Фреда спіткала біда. Він не міг поворушили лівою рукою. У цьому не було нічого дивного, бо місяць тому, співаючи під душем, чоловік пережив ішемічний інсульт правої півкулі мозку, який ледве не призвів до смерті. Права півкуля мозку керує лівою частиною тіла, тому ліва рука Фреда була як нежива.

Але справжня проблема чоловіка була ще складнішою. Неспроможний поворушили лівою рукою, він наполягав на тому, що це не так (*i справді в це вірив*). Інколи брак руху Фред пояснював тим, що надто втомлений, навіть щоб поворухнути пальцем. Або ж стверджував, що його ліва рука справді рухалася. Просто ніхто цього не помітив. Фред міг навіть потай пересунути ліву руку правою та голосно всім повідомити, що ліва рука рухалася сама.

На щастя, із часом ліва рука чоловіка поступово відновлювалася. Фред весело розмовляв із лікарем про те, як певний час після інсульту дурив самого себе, ніби не може поворухнути рукою. Він уже невдовзі збирався повернутися до своєї роботи бухгалтера.

Та насправді Фред навряд чи зможе так просто повернутися до власних обов'язків. Раніше він був турботливим і розважливим, але новий Фред став категоричним і самовпевненим.

Були й інші зміни. Раніше чоловік умів дотепно жартувати, але тепер він просто кивав, не розуміючи сенсу анекдотів інших людей. Також десь поділися інвестиційні навички Фреда, а його обережність перетворилася на найвний оптимізм і сліпу віру.

Навіть більше — чоловік ставав беземоційним. Він спробував продати машину своєї дружини, не спітавши у неї дозволу, а потім дивувався, чому вона засмутилася. Коли помер їхній старий пес, якого вони всі любили, Фред преспокійно сидів і жував попкорн, дивлячись на плач дружини й дітей, ніби в кіно.

Ці зміни було особливо складно зрозуміти, тому що Фред, здавалося, зберіг інтелект — і навіть свої сильні навички роботи із числами. Він

міг так само швидко скласти звіт про прибутки й видатки, умів робити складні математичні обчислення. Але була одна цікава аномалія: коли Фред припускався помилки в розрахунках із цілком абсурдним результатом (наприклад, кіоск для продажу хот-догів спричинив збитки на рівні мільярда доларів), йому такий показник не здавався дивним. Чоловікові бракувало повного охоплення реальності, відчуття, яке підказало б: «Слухай, але ж це повна нісенітниця».

Виявилося, що Фред став типовою жертвою порушення широкоперспективного сприйняття, пов'язаного з правою півкулею мозку²³⁸. Інсульт ушкодив значну частину правої півкулі. Вона все ще функціонувала, але тільки частково.



en.wikipedia.org/wikis/File:MCA_Territory_Infarct.svg

На цьому знімку комп'ютерної томографії стрілка вказує на темніший колір зони, пошкодженої ішемічним інсультом правої півкулі мозку.

Звісно, із припущеннями щодо функціональності й ушкоджень лівої чи правої півкулі треба бути обережними. Але ми не відкидатимемо зерно істини й не ігноруватимемо варті уваги дослідження, які дають

важливі знання про відмінності між двома півкулями²³⁹. Приклад Фреда нагадує про небезпечність ситуацій, коли не використовуються всі когнітивні можливості мозку, пов'язані з його різними зонами. Якщо людина не застосовує деякі свої здібності, наслідки будуть менш страшними, ніж у Фреда. Але брак навіть невеликої кількості потенційних здібностей може мати негативний вплив на нашу працю.

УНИКАЙТЕ НАДМІРНОЇ ВПЕВНЕНОСТІ В СОБІ

Результати багатьох досліджень підтверджують те, що права півкуля мозку допомагає нам зробити крок назад і поглянути на свою роботу із широкої перспективи²⁴⁰. Люди з ушкодженою правою півкулею часто нездатні до «осяянь». Саме тому Фред не міг уловити сенс жартів. Права півкуля дуже важлива, бо допомагає людині бути адекватною і не відриватися від реальності²⁴¹.

У певному сенсі можна сказати, що **коли ви швидко виконуєте домашнє або тестове завдання й не повертаєтесь, щоб перевірити свою роботу, то нагадуєте людину, яка самостійно відмовляється від роботи певних частин мозку**. Ви не робите паузу, щоб уявно перевести подих і повернутися до зробленого ще раз, подивившись на все із ширшої перспективи і пересвідчившись, що ваша робота не позбавлена сенсу²⁴². Як зауважив відомий нейробіолог Вілеянур Рамачандран, права півкуля мозку виконує своєрідну роль «“адвоката диявола”, який ставить усе під сумнів і вишукує принципові протиріччя», тимчасом як «ліва півкуля завжди намагається триматися звичного стану речей»²⁴³. Ці слова перегукуються з новаторською працею психолога Майкла Газзаніги, який стверджує, що ліва півкуля інтерпретує для нас світ, а потім за всяку ціну намагається тримати свої інтерпретації незмінними²⁴⁴.

Працюючи у сфокусованому режимі, людина може часто робити невеликі помилки у своїх припущеннях і обчисленнях. Якщо на початкових етапах зійти з правильного шляху, то не має значення, чи далі хід ваших думок був правильний, — остаточний результат усе одно буде хибним. Часом він може бути до абсурду хибний — наприклад, що земний екватор має довжину лише два метри. Але вам

байдуже, що в цьому немає сенсу, тому що зосереджений режим більше пов'язаний із лівою півкулею, яка воліє триматися того, як є.

Такою є специфіка сфокусованого способу мислення, що ґрунтуються переважно на роботі лівої півкулі. Він придатний для активного аналітичного підходу. Але чимала кількість досліджень підтверджує те, що він дає простір для жорсткої, догматичної й егоцентричної поведінки.

Якщо ви на 100 % упевнені, що правильно виконали домашнє завдання чи тест, пам'ятайте: це відчуття може ґрунтуватися на надмірній упевненості, до якої вас схиляє перспектива лівої півкулі. Зробіть крок назад і перевірте себе: так ви дасте обом півкулям можливість більше співпрацювати й використаєте переваги й можливості кожної.

Люди, які не люблять математики, часто потрапляють до пастки «ідеальних шаблонів». Вони щосили намагаються знайти в підручниках чи на лекціях готові схеми на всі випадки життя, а свої розв'язання допасувати до цих схем. Успішні студенти й учні перевіряють свою роботу на логічність і змістовність. Вони запитують себе: що стоїть за цими формулами й рівняннями та звідки вони взяті?

Головне — це не дурити самого себе. А ви якраз і є тією особою, яку вам найлегше обдурити²⁴⁵.

Фізик Річард Фейнман про те, як уникати псевдонауки й імітації навчання

«МОЗКОВІ АТАКИ» І ЇХНЯ ЦІННІСТЬ

Під час Другої світової Нільс Бор активно працював у «Мангеттенському проекті» — програмі Сполучених Штатів, метою якої було розробити ядерну зброю раніше за нацистів. Він також був одним із найвидатніших фізиків в історії — і це перешкоджало йому думати про фізику об'єктивно.

Бора настільки шанували як генія, який створив квантову теорію, що його думки вважалися незаперечними. Через це він не міг брати участь у мозкових штурмах з іншими. Бор міг би запропонувати навіть якусь повну нісенітницю, та інші фізики, що працювали над бомбою, все одно зустріли б його ідею вигуками «Ох!» і «Ах!» — ніби це вже беззаперечна істина.

Бор відреагував на цю обставину в оригінальний спосіб.

Річард Фейнман, як з'ясувалося, відрізнявся відсутністю страху перед іншими людьми, тобто вмів займатися сuto фізику незалежно від того, із ким йому доводилося працювати. Він став для Бора «тузом у рукаві». На той час Фейнман був лише молодим фізиком серед сотень відомих фізиків у Лос-Аламосі. Але саме його Бор обрав для спільних мозкових штурмів перед тим, як зустрітися з іншими. Чому? Бо Фейнман єдиний не боявся його, тож якщо певні ідеї Бора були абсурдними, наважувався відверто про це сказати²⁴⁶.

Paul Ehrenfest, en.wikipedia.org/wiki/File:Niels_Bohr_Albert_Einstein_by_Ehrenfest.jpg



Нільс Бор та Альберт Ейнштейн
відпочивають, 1925 рік.

Бор добре знов, що мозкові штурми з іншими людьми — якщо вони, звісно, обізнані з предметом розмови — можуть бути дуже корисними. Інколи наших інтелектуальних можливостей — обох півкуль мозку і різних режимів мислення — просто недостатньо для аналізу власної роботи. Зрештою, у кожного є свої «білі плями». Ваше сфокусоване мислення в стані наївного піднесення може легко не помітити помилок — особливо якщо цих помилок припустилися *саме ви*²⁴⁷. Ба більше, часом вам може здаватися, що повністю опанували тему, але насправді це може бути зовсім не так. (Наслідки такої самовпевненості можуть вас шокувати — якщо ви, наприклад, провалюєте тест до теми, у якій уважали себе асом).

Візьміть за звичку присвячувати трохи часу навчанню разом із друзями, тоді вам легше буде відчути, коли ваше мислення обрало хибний шлях. Друзі чи однокурсники можуть відіграти роль чогось на зразок розорошеного режиму мислення, який вічно ставить усе під сумнів і ширше дивиться на все, до того ж перебуває ніби поза вашим мозком і може помітити те, чого не бачите ви. Крім того, як уже зазначалося, коли ми пояснююмо щось іншим, поглибуємо наше розуміння того самого матеріалу.

Працювати з іншими людьми важливо не тільки в контексті розв'язування задач, а й в аспекті побудови кар'єри. Ремарка якогось знайомого про ду-у-же цікавий курс надзвичайно цікавого викладача або ж підказка про якусь нову вакансію може привести до того, що ваше життя складеться зовсім інакше. Одна з найцитованіших статей із соціології — «Сила слабких зв'язків» Марка Грановеттера — описує, як кількість знайомств із різними людьми (*не* кількість ваших хороших друзів) визначає ваш доступ до найактуальніших ідей, а також загалом ваш успіх на ринку праці²⁴⁸. Зрештою, ваші друзі круться в тих самих соціальних колах, що й ви. Але просто знайомі — наприклад, однокурсники — часто походять із дуже різних кіл, а тому ваш доступ до міжособистісного розорошеного режиму за межами звичних вам контекстів близьковично розширюється.

Ті, із ким ви спільно навчаєтесь, принаймні час від часу мають бути налаштовані критично (аж до певної агресивності). Дослідження командної роботи показали, що співпраця в режимі взаємної згоди,

без оцінних суджень, менш продуктивна, ніж тоді, коли критичний підхід сприймається нормально чи навіть вважається одним із правил гри²⁴⁹. Якщо хтось із товаришів уважає, що хід вашого мислення неправильний, важливо відверто це сказати, викласти свої аргументи, чому саме це неправильно, не турбуючись про те, чи ви не образитеся. Звісно, йдеться не про те, щоб без потреби чіплятися до інших, але занадто велике вболівання за «вільне від критики середовище» справді вбиває здатність думати конструктивно та творчо, бо ви зосереджуєтесь не на самій суті справи, а на людині, яка є носієм певних ідей. Варто пам'ятати (як у випадку з Фейнманом), що критика, адресатом або джерелом якої ви є, стосується не так вас особисто, як теми розмови. Люди часто не розуміють, що конкуренція буває дуже корисною: конкуренція є інтенсивною формою співпраці, яка може спонукати людей до найкращих результатів.

Мозкові штурми із друзями чи хорошими знайомими можуть допомогти вам в інший спосіб. Часто в такому товаристві ви не дуже переймаєтесь тим, щоб не виглядати тупим. Але вам все ж не хочеться виглядати *занадто* дурним, принаймні в більшості випадків. Навчання разом з іншими можна певною мірою розглядати як виступ перед аудиторією. Результати досліджень показують, що така публічна практика допомагає вам почуватися впевненіше й належно реагувати на стресові ситуації на зразок екзамену чи доповіді²⁵⁰. Є ще один аргумент на користь колективного навчання: ситуації, коли надійні джерела все ж помиляються. Викладачі чи автори підручників — хоч би якого високого рівня вони були — неминуче інколи припускаються помилок. Колективна робота допоможе викрити такі невідповідності й заощадити години хибних умовиводів, якщо ви все ж намагаетесь знайти пояснення того, що є в принципі неправильним.

Але будьте обережні: хоч колективне навчання й може бути дуже ефективним засобом в опануванні математики, природничих та інженерних наук, але якщо такі зустрічі перетворюються на просто нагоди весело провести час, ефекту від них ви не дочекаєтесь. Намагайтесь зводити до мінімуму звичайні теревені, підтримуйте робочий настрій, орієнтуйтесь на результат²⁵¹. Якщо помічаєте, що зустрічі починаються із 15-хвилинним запізненням, учасники не озна-

йомилися з матеріалом, а розмова постійно переходить на інші теми — знайдіть іншу групу.

Командна робота для інтровертів

Я інтроверт, тому не люблю працювати з іншими людьми. Але у 1980-х, коли мої успіхи на інженерному факультеті коледжу були не найкращими, я вирішив, що мені потрібна людина, із якою можна звіритися (хоч працювати разом із кимось мені так само не хотілося). У ті часи не було чатів у соціальних мережах, тому ми залишали одне одному записки на дверях кімнат. Ми з однокурсником Джефом вигадали систему. Наприклад, я пишу: «1) 1,7 м/с», тобто відповідь у першому завданні — 1,7 м/с. Потім повертаюся з душу й бачу, що Джеф відповів: «Ні, 1) 11 м/с». Я перевіряю своє розв'язання та знаходжу помилку, але тепер у мене виходить 8,45 м/с. Тоді я йду до Джефа й ми разом активно обговорюємо наші варіанти розв'язання, хоч тим часом у нього через плече перекинутий ремінь гітари. Потім кожен із нас повертається до своїх справ, кожен розв'язує завдання ще раз. Раптом я отримую відповідь 9,37 м/с — і так само виходить у Джефа. Унаслідок цього нам обоим зараховують 100 % домашнього завдання. Як бачите, для співпраці з іншими людьми завжди існують способи, які вимагають мінімального контакту й цілком прийнятні для тих, хто не любить групової роботи.

Пол Бловерс, викладач, відзначений нагородою за нестандартні методи навчання,
Університет Аризони

Підсумовуємо прочитане

- У сфокусованому режимі навчання людина може припускатися суттєвих помилок — навіть якщо вона переконана, що зробила все правильно. Перевірка власної роботи допомагає поглянути ширше, оскільки ґрунтуються на дещо інших нейронних процесах, які допомагають такі хиби виявити.
- Навчання з людьми, які не бояться не погоджуватися з вами, може допомогти вам знайти помилки у своїй логіці / здобути впевненість у собі й здатність відповідно реагувати на стресові ситуації / поглибити розуміння матеріалу через пояснення його іншими, відповідно закріпити свої знання / вибудувати контакти з людьми,

важливі для вашої подальшої кар'єри / побачити різні можливості в різних життєвих ситуаціях.

- Критику під час групової роботи — не має значення, джерелом чи адресатом ви є, — слід сприймати не як спрямовану на конкретну особу, а як засіб краще зрозуміти суть справи.
- З усіх людей навколо найлегше обдурити самого себе.

Робимо паузу та пригадуємо

Закрийте книжку й відведіть від неї погляд. Які були основні ідеї цього розділу?

Спробуйте згадати про це, коли перебуватимете в колі друзів: товаришам це також допоможе зрозуміти, наскільки важливою для них є спільна робота з вами.

Закріплюємо знання

1. Наведіть приклад ситуації, коли ви були на 100 % у чомусь впевнені, а потім це все ж виявилося хибним. Чи після того ѿ інших схожих випадків ви відчули, що стали схильніші сприймати критику своїх думок з боку інших?
2. Як можна зробити ефективнішим групове навчання?
3. Що ви зробили б, перебуваючи в групі однокурсників, які відволікаються замість займатися навчанням?

Думки про навчання викладача фізики Бреда Рота, члена Американського фізичного товариства, співавтора підручника «Фізика в медицині й біології» (INTERMEDIATE PHYSICS FOR MEDICINE AND BIOLOGY)

© Yang Xia, courtesy Brad Roth



Бред Рот зі своїм собакою Сукі наслоджується барвами осені в Мічигані.

«На заняттях зі студентами я завжди підкresлюю, що перш ніж рахувати, треба добре подумати. Ненавиджу підхід типу “абияк, тільки швидко”, притаманний багатьом. Постійно нагадую студентам, що формул — це не просто вирази, у які ми підставляємо числа, щоб отримати інші числа. Формулі розповідають нам історію про те, як улаштований фізичний світ. Для мене зrozуміти формулу у фізиці — це передусім зрозуміти історію,

яку вона розказує. Злагнути суть формул — це важливіше, ніж підставити в неї правильні числа й отримати правильний результат. Пропоную ще декілька порад.

1

. Самоперевірка під час розв'язання не займає багато часу.

Натомість буде шкода, якщо ви 20 хвилин розв'язуватимете задачу й отримаєте хибну відповідь, бо полінувалися себе перевіряти.

2

. Дружіть з одиницями вимірювання. Якщо в лівій і правій частинах рівняння різні одиниці — рівняння неправильне. Не можна додавати щось, виражене в секундах, до чогось, вираженого в метрах. Це так само не має сенсу, як додавати яблука до каменів. Якщо ви переглядаєте своє розв'язання та знаходите місце, де одиниці починають не сходитися, імовірно, саме там ви виявите помилку. Мені доводилося перевіряти результати досліджень, подані до публікації у спеціалізованих журналах, які теж містили схожі помилки з одиницями.

3

. Думайте про те, який сенс має формула, чи результати математичних обчислень відповідають вашим інтуїтивним відчуттям. Якщо не відповідають, тоді або ви зробили помилку в обчисленнях, або ж хибить ваша інтуїція. У будь-якому разі з'ясувати, чому обчислення не відповідають інтуїції, завжди корисно.

4

. Порада для досвідченіших: у складних обчисленнях спробуйте підставляти граничні значення певної змінної — нуль або нескінченність. Можливо, це допоможе зрозуміти, що ця формула хоче вам сказати».

²³⁸ Schutz 2005. «Фред» є гіпотетичним поєднанням типових ознак порушення широкоперспективного сприйняття, пов'язаного з правою півкулею.

²³⁹ McGilchrist 2010 подає докладний опис функціональних відмінностей між двома півкулями мозку; в Efron 1990 описано проблеми в дослідженнях півкуль мозку. Див. також Nielsen et al. 2013; доктор Джейф Андерсон, який брав участь у дослідженні, зазначає: «Можна з упевненістю стверджувати, що певні функції мозку виконуються в тій або тій півкулі. Функції мови переважно беруть на себе ліва півкуля, увага більше зосереджена в правій. Але

люди не склонні мати “лівосторонній” чи “правосторонній” мозок. Як виглядає, це зумовлюють переважно самі нейронні зв’язки» (University of Utah Health Care Office of Public Affairs 2013).

240 McGilchrist 2010, p. 192–194, 203.

241 Houdé and Tzourio-Mazoyer 2003. У Houdé 2002, р. 341 зазначено: «Отримані зображення мозку показують у людей, здорових з погляду нейробіології, пряму участь правої вентромедіальної префронтальної зони у процесах логічної свідомості, які спрямовують розум “у логічне русло”, де він може застосовувати інструменти дедукції... Отже, права вентромедіальна префронтальна зона може бути емоційним компонентом мозкової системи, пов’язаної з виправленням помилок. Якщо точніше, ця зона може бути пов’язана із системою, що визначає умови, за яких існує імовірність виникнення логічних помилок».

242 Див. у Стівена Крайстмана і співавторів (2008, с. 403), які зазначають: «Ліва півкуля мозку охоплює наші переконання, тоді як права півкуля оцінює адекватність цих переконань та актуалізує їх у разі потреби. Отже, оцінювання переконань залежить від взаємодії між півкулями».

243 Ramachandran 1999, p. 136.

244 Gazzaniga 2000; Gazzaniga et al. 1996.

245 Feynman 1985, р. 341. Уперше згадується в промові на церемонії, присвяченій початку навчального року в Каліфорнійському технологічному інституті (1974).

246 Feynman 1985, р. 132–133.

247 Алан Беддлі й співавтори (2009, с. 148–149) зазначають: «Ми майстерно вигадуємо способи захистити себе від того, що підважує нашу самооцінку. Ми охоче приймаємо похвалу, але склонні скептично ставитися до критики, часто списуючи все на упереджене ставлення. Ми любимо пишатися успіхами, коли вони є, але заперечуємо нашу відповідальність за невдачі. Якщо ця стратегія не працює, ми все одно намагаємося вибірково забувати провали, але пам’ятати успіхи й визнання».

248 Granovetter 1983; Granovetter 1973.

249 Ellis et al. 2003.

250 Beilock 2010, p. 34.

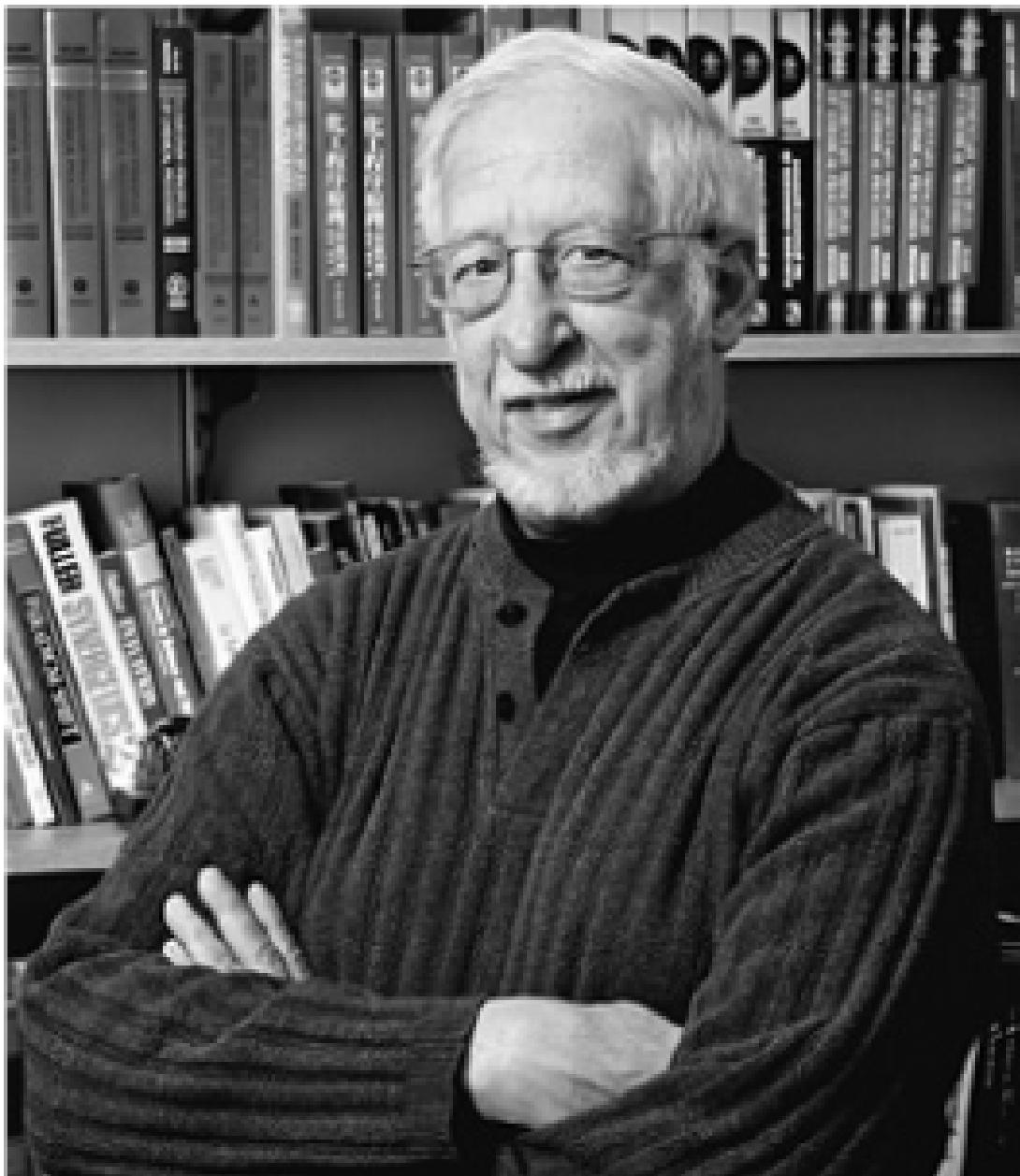
251 Arum and Roksa 2010, p. 120.

17. ТЕСТУВАННЯ

Ми вже згадували про це раніше, але варто повторити ще раз, до того ж подавши жирним накресленням: **тести й екзамени — дуже потужний навчальний досвід**. Це означає, що надзвичайно важливими є зусилля, покладені на підготовку до них, включно із самотестами для пригадування матеріалу й тренуванням навичок розв'язування. Якби можна було порівняти, скільки ви навчитеся за годину роботи з підручником і за годину тестів до того ж матеріалу, ви побачили б, що результативнішою була би все ж година тестів. Останні є надзвичайно ефективним способом концентрації мислення.

Майже все, що ми обговорювали в цій книжці, було створене для того, щоб зробити процес тестування простішим і природнішим, як додаток до звичайних процесів вивчення матеріалу. Тепер настав час безпосередньо обговорити одну із центральних тем цього розділу й цілої книжки — як перевірити, чи ваша підготовка до тесту була ефективною.

Контрольний перелік питань для самопревірки



© Richard M. Felder

Професор Річард Фелдер — легенда інженерної освіти. Він, імовірно, зробив більше, ніж будь-який інший освітній діяч цього століття, щоб допомогти студентам успішно опановувати математику та природничі науки²⁵². Одну з найпростіших і, можливо, найефективніших методик, яку професор Фелдер застосовував зі

студентами, він виклав у пам'ятці для студентів, розчарованих оцінками тестів²⁵³.

«Багато студентів кажуть викладачеві, що засвоїли матеріал курсу значно краще, ніж це показала оцінка за тест. Дехто запитує, що зробити, щоб така невдача не спіткала його на наступному тесті. Поставлю вам декілька запитань щодо того, як ви готовалися до тесту. Дайте на них максимально чесні відповіді. Якщо на більшість запитань ваша відповідь буде “Ні” — у низькій оцінці за тест немає нічого дивного. Якщо після наступного випробування серед відповідей на ці питання знову буде багато “Ні” — низький результат ще ймовірніший. Якщо на більшість питань ви відповіли “Так”, але ваша оцінка все ж низька — причина в чомусь іншому. Можливо, варто зустрітися з викладачем чи консультантом і спробувати спільними зусиллями знайти цю причину.

Як ви побачите, у більшості запитань закладено вашу співпрацю з однокурсниками під час виконання домашніх завдань — чи то звіряння результатів індивідуальної роботи, чи то зустрічі для спільногорозв'язування. Кожен підхід дієвий. Справді, якщо ви займалися лише самостійно й ваші оцінки занизькі, дуже рекомендую знайти одного чи двох партнерів для спільногонавчання й виконання домашніх завдань і попрацювати з ними перед наступним тестом. (Але будьте обережні: якщо ви тільки підглядаєте, як завдання розв'язують інші, від такої спільної роботи буде більше шкоди, ніж користі).

Як готоватися до тесту? Відповісти можна буде тоді, коли ви дасте відповіді на запитання з переліку. Загальна рекомендація: **зробіть усе від вас залежне, щоб на більшість запитань ви могли відповісти ствердно.**

Контрольний перелік запитань

Відповідайте “Так”, тільки якщо ви зазвичай робите те, що написано в запитанні (не інколи або ніколи).

Домашні завдання

1

- . Чи докладали ви серйозних зусиль, щоб зрозуміти текст завдання?
(Пошуки схожих прикладів серед готових зразків розв'язань не

рахуються).

Так ____ Hi ____

2

- . Чи працювали ви над домашніми завданнями разом з однокурсниками або чи принаймні звіряли з ними відповіді?

Так ____ Hi ____

3

- . Чи намагалися ви в загальних рисах обдумати способи розв'язання всіх домашніх завдань ще перед зустріччю з однокурсниками?

Так ____ Hi ____

Підготовка до тесту

Що більше відповідей “Так” ви зазначите, то кращою була ваша підготовка до тесту. Якщо на два чи більше питань ви відповіли “Ні”, серйозно задумайтесь над тим, як змінити свої методи підготовки до тестів.

4

- . Чи брали ви активну участь у групових обговореннях домашніх завдань (подавали ідеї, ставили запитання)?

Так ____ Hi ____

5

- . Зіткнувшись із труднощами в опануванні матеріалу, чи консультувалися ви з викладачем або асистентами?

Так ____ Hi ____

6

- . Чи розуміли ви розв'язання всіх домашніх завдань після їх завершення?

Так ____ Hi ____

7

- . Чи просили викладача під час занять пояснити вам розв'язання завдань, які були незрозумілими?

Так ____ Hi ____

8

- . Якщо ви маєте до цього курсу посібник із розв'язування — чи переглянули його уважно перед тестом? Чи пересвідчилися, що

можете виконати всі вправи з нього?

Так ____ Ні ____

9

- . Чи намагалися загалом окреслити спосіб розв'язування багатьох задач ще перед початком математичних обчислень?

Так ____ Ні ____

1

0

- . Чи переглядали ви посібник із розв'язування разом з однокурсниками, перевіряючи одне одного?

Так ____ Ні ____

1

1

- . Якщо перед тестом було підсумкове заняття, чи були на ньому та чи ставили запитання стосовно того, що не повністю зрозуміли?

Так ____ Ні ____

1

2

- . Чи добре висипалися в останній ніч перед тестом? (Якщо ні, то відповіді на питання 1–11, можливо, не матимуть значення).

Так ____ Ні ____

Підсумок

Так ____ Ні ____»

ТЕХНІКА «ПОЧИНАЙ ЗІ СКЛАДНОГО — ПЕРЕСТРИБУЙ НА ПРОСТЕ»

Класичний метод складання тестів, якого часто вчать студентів, — починати з найпростіших завдань. Він ґрунтуються на припущені, що коли ви розв'яжете відносно прості задачі, будете спроможні легше впоратися зі складнішими.

Такий підхід спрацьовує для певних людей — але переважно тому, що будь-який метод придатний для *певних* людей. Для більшості він усе ж непродуктивний. Складні завдання часто займають багато часу, тому доцільно починати з них. Складні завдання також пробуджують

творчу енергію розпорошеного режиму мислення. Але щоб скористатися розсіяним мисленням, потрібно *не* концентруватися щосили на завданні!

Що ж робити? Розв'язувати спочатку прості завдання? Чи складні?

Відповідь така: починайте зі складних, але швидко перестрибуйте до простих. Поясню, що я маю на увазі.

Коли ви отримаєте завдання тесту, швидко перегляньте їх, щоб скласти загальне враження. (Робіть так завжди). Знайдіть вправу, яка відається вам найскладнішою.

Потім почніть розв'язувати найскладніше завдання. Але привчіть себе переходити до інших питань протягом однієї-двох хвилин після того, як з'явиться відчуття глухого кута або хибного шляху.

Так ви зробите одну надзвичайно корисну штуку. «Важкий початок» завантажує до свідомості найскладніше завдання, а потім ми перемикаємо увагу на щось інше. *Обидві дії допомагають розпорошеному режиму мислення почати працювати.*

Якщо робота над найскладнішим завданням вибила вас із колії — перейдіть до простіших, виконайте їх якнайбільше. Потім візьміться за інше складне питання та спробуйте добитися в ньому якогось прогресу. Коли відчуєте, що топчетесь на місці, знову виконайте щось простіше.

Зі своїми студентами я говорю про хороше й погане хвилювання. Перше допомагає в мотивації й концентрації, тоді як друге є просто марним витраченням енергії.

Боб Бредшоу, викладач математики, Коледж Олоуні

Повертаючись до складних завдань, ви часто помічатимете, що наступний крок чи два вже здаються яснішими. Можливо, вам ще не вдасться дійти самого кінця, але принаймні ви просунетесь далі в розв'язанні, перш ніж знову перейдете до чогось іншого і теж зробите в ньому крок уперед.

У певному сенсі такий метод складання тесту можна порівняти з поведінкою справного кухаря. Замість просто чекати, поки засмажиться стейк, ви тим часом швидко нарізаєте помідори, потім додаєте приправи до супу, помішуєте цибулю на пательні. Описана тут

техніка допоможе вам ефективніше використовувати мозок, займаючи різні його частини різними думками одночасно²⁵⁴.

Використання такої техніки на тесті гарантує те, що ви хоча б трохи виконаете кожне завдання. Цей метод також допомагає уникати *ефекту установки* — тобто застригання на хибному шляху, адже ви можете подивитися на запитання з різних перспектив і в різний час. Це особливо важливо, якщо викладач застосовує розгорнуту систему оцінювання із частковим зарахуванням відповідей.

Щоправда, складність полягає в тому, що *вам потрібна буде самодисципліна, щоб зуміти відкласти завдання протягом хвилини чи двох після застригання на ньому*. Для більшості студентів це просто, але комусь згодиться сили волі. У будь-якому разі ви тепер знаєте, що в математиці й природничих науках невчасна й надмірна наполегливість може додати вам непотрібних проблем.

Можливо, саме через це деяким студентам розв'язання часом спадає на думку, щойно вони виходять з аудиторії після тесту. Коли такий студент уже махнув рукою на завдання, яке не може розв'язати, його увага перемкнулася на інше, даючи можливість розпорощеному режиму мислення попрацювати й таки знайти відповідь. Хоч і запізно.

У когось може викликати сумніви те, чи не виб'є з колії такий метод, коли щось починаєш і потім відкладаєш незавершеним. Для більшості людей це неважко. Зрештою, кухарям же якось вдається одночасно готувати кілька страв. Але якщо ви все ж сумніваєтесь, чи пасуватиме ця техніка вам, випробуйте її спочатку на домашніх завданнях.

Пам'ятайте, що в певних ситуаціях описаний метод може бути недоречним. Якщо за розв'язання справді складного завдання ви отримаєте мало балів (часом викладачі люблять так робити), то краще спрямувати свої зусилля деінде. Деякі комп'ютеризовані екзамени не дають можливості повернатися до попередніх завдань, у таких випадках, дійшовши складного питання, ви можете тільки глибоко вдихнути та зробити все, що можете (тільки не забувайте видихнути). А якщо підготувалися не дуже добре, то нічого не вдієте. Отримаєте такі бали, які отримаєте.

ЯК БОРОТИСЯ З ПАНІКОЮ ПЕРЕД ТЕСТОМ

Я раджу студентам дивитися в очі власним страхам. Часто найбільша наша боязнь пов'язана з тим, що ми не отримаємо оцінку, потрібну для обраного кар'єрного шляху. Як із цим боротися? Дуже просто. Придумайте запасний план якоїсь іншої кар'єри. Щойно ви матимете план на найгірший випадок, ваш страх почне спадати. Наполегливо займайтесь аж до дня тесту, а потім просто відпустіть події. Скажіть собі: «Що ж, побачимо, на скільки правильних відповідей я спроможний. А в разі чого завжди можу вдатися до запасного плану». Це допомагає зняти стрес, тож ви насправді впораєтесь краще й таки наблизитеся до першого свого кар'єрного плану.

Трейсі Магранн, викладачка біології, Коледж Седдлбек

ЧОМУ НА ТЕСТАХ МИ ХВИЛЮЄМОСЯ ТА ЯК ІЗ ЦИМ БОРОТИСЯ

Якщо ви схильні хвилюватися, пам'ятайте, що в стані стресу тіло виділяє різні хімічні речовини (наприклад, кортизол). Результатом можуть бути спіtnілі долоні, прискорене серцебиття чи неприємні відчуття в животі. Цікаво те, що за результатами досліджень насправді має значення ваша *інтерпретація* цих симптомів — пояснення самому собі причин власного стресу. Якщо думки на зразок «Я боюся цього тесту!» ви зміните на «Тест мобілізує мене, щоб я показав себе якнайкраще!», то зможете позитивно вплинути на власний результат²⁵⁵.

Ще одна дієва порада для панікерів — коротко перемкніть увагу на своє дихання. Розслабте м'язи живота, покладіть на живіт долоню, повільно та глибоко вдихніть. Спостерігайте, як рухається ваша рука й розширяється грудна клітка.

Глибоко дихаючи в такий спосіб, ви подаєте кисень до важливих зон мозку. Мозок отримує сигнал, що все гаразд, — і це допомагає вам заспокоїтися. Але такі вправи з диханням варто починати не аж у сам день тесту. Якщо ви практикували цю техніку якийсь час перед тестом (а це лише якась хвилинка-дві), вам легше буде увійти в ритм дихання під час тесту. (Пам'ятайте, що практика закріплює вміння!) Особливо корисно переходити до глибокого дихання в останні стресові хвилини

перед отриманням тестових завдань. І, певна річ, у мережі є багато різних спеціальних застосунків, які можуть вам у цьому допомогти.

Інша техніка передбачає самоаналіз²⁵⁶. Ви маєте навчитися розрізняти думки природного характеру (наприклад: «Наступного тижня у мене важливий тест») та емоційні проекції, що можуть виникати як продовження такої початкової думки («Якщо я не складу цей тест, то не виконаю навчальну програму, і це буде катастрофа!»). Такі побічні думки, як виглядає, виходять із глибин розпорошеного режиму мислення. Навіть кілька тижнів простих вправ, метою яких є виокремлення й переформатування побічних думок і відчуттів, можуть допомогти заспокоїтися й навести лад у власній свідомості. Зміна вашої реакції на схожі нав'язливі думки буде значно ефективнішою, ніж звичайні спроби їх притлумити. Студенти, які протягом кількох тижнів практикували таку техніку, отримували кращі результати на тестах, а нав'язливі думки в них проявлялися рідше.

Тепер ви бачите, що відкладання найскладніших завдань на самий кінець тесту може спричинити проблеми. Адже ви зіткнетесь з найважчим саме тоді, коли вже збігає час і рівень вашого стресу зростає! Коли хвилювання досягає критичного рівня, людина починає напружено концентруватися й думає, що це врятує ситуацію, але виходить навпаки: надмірна концентрація не дає запрацювати розпорошенному режимові мислення.

Унаслідок цього маємо те, що називають «паралічем думок»²⁵⁷. Робота за принципом «Починай зі складного — перестрибуй на просте» допомагає уникнути таких ситуацій.

Вгадування відповідей і пробні тести: кілька порад

Коли я даю студентам тести з поданими кількома варіантами відповіді, часом помічаю, що вони, ще не зрозумівши саме питання як слід, уже поспішають читати варіанти відповіді. Я рекомендую закрити рукою відповіді й спробувати пригадати, що ви про це знаєте, постаратися відповісти на питання самостійно.

Коли студенти скаржаться, що пробний тест був зна-а-чно легший, ніж справжній, я запитую: а ви не старалися визначити «змінні

величини», які зробили ці дві ситуації з тестами різними? Правда ж, тренувальний тест робили вдома на дивані й із навушниками у вухах? Чи разом із товаришем? Правда ж, часу було вдосталь? А ще був ключ із готовими відповідями, підручники й конспекти напохваті? Звісно, це зовсім не те, що наповнена людьми аудиторія й обмежений час, який біжить дуже швидко. Тим, хто хвилюється під час тестування, я раджу піти з тренувальним тестом не додому, а до однієї з тих великих аудиторій, до яких можна увійти непоміченим під час заняття і всістися на задніх рядах. Підіть і спробуйте виконати пробний тест там.

Сьюзен Сейна Геберт, викладачка психології, Університет Лейкгед

ПІДСУМУВАННЯ

Напередодні тесту (чи тестів) перегляньте свої матеріали, освіжіть їх у пам'яті. Завтра вам потрібні будуть як «сфокусовані», так і «розорошені» ресурси мозку, тому не перевантажуйте своє мислення. (Спортсмен, який завтра збирається подолати марафон, не буде сьогодні робити десятикілометровий забіг). Не почувайтесь винним, якщо ніяк не примусите себе в шаленому темпі вчитися в останній день перед важливим екзаменом. Якщо належно підготувалися — це цілком природна реакція, тому що ви підсвідомо намагаєтесь заощадити розумову енергію.

Під час самого тесту не забувайте про те, що мозок може дурити вас, ніби розв'язали все правильно, коли це насправді не так. **Якщо це можливо — перемикайте увагу на щось інше, а потім повертайтесь до цього запитання знову, щоб перевірити себе, міняючи ракурс погляду. Запитуйте: «Чи в тому, що я написав, справді є сенс?».** Часто існує кілька способів упоратися із завданням, тому самоперевірка з різних перспектив — дуже потрібна річ.

Звичайно, перевірити себе ви можете тільки зробивши крок назад і засумнівавшись у власній логіці. Та пам'ятайте, що прості помилки на зразок пропущених знаків мінус чи неправильних коефіцієнтів трапляються навіть у найкращих студентів. Вам залишається тільки зробити все можливе, щоб таких помилок не припуститися. У природничих науках треба обов'язково перевіряти відповідність

одиниць вимірювання у правій і лівій частині рівняння: це допоможе вчасно виявити серйозну помилку.

Важливою також є послідовність виконання завдань під час тесту. Студенти переважно виконують їх одне за одним, від початку до кінця. Якщо під час самоперевірки ви почнете з кінця й рухатиметеся до початку, то, можливо, дасте мозкові свіжішу перспективу й допоможете знайти помилки.

Ніщо не є на 100 % певним. Часом буває, що ви старанно готуєтесь, але під час тесту ну ніяк не складається й усе. Але якщо ви багато практикуватиметеся, випрацюєте солідну бібліотеку методик розв'язування, а ще мудро поведетеся під час тесту, то помітите, що щастя почне частіше перебувати на вашому боці.

Підсумовуємо прочитане

- Якщо не виспалися в останню ніч перед тестом, це може звести нанівець усю вашу підготовку.
- Складання тесту — серйозна справа. Візьміть приклад із винищувачів чи лікарів: підготуйте контрольний перелік питань і звіряйтесь з ним. Від цього ваші шанси на успіх зростуть.
- Такі стратегії поведінки як «Починай зі складного — перестрибуй на просте», на перший погляд, суперечать логіці, але дають мозкові можливість думати над складним завданням навіть тоді, коли ви займаєтесь простішими.
- Коли ми перебуваємо в стані стресу, наше тіло виділяє відповідні хімічні речовини. Дуже важливим є те, як ви інтерпретуєте такі реакції свого тіла. Якщо думки на зразок «Я боюся цього тесту!» змінити на «Тест мобілізує мене, щоб я показав себе якнайкраще!», це може покращити ваш результат.
- Якщо під час тесту ви починаєте панікувати — одразу перемкніть увагу на своє дихання. Розслабте живіт, покладіть на нього руку, повільно й глибоко вдихніть. Спостерігайте, як рухається ваша рука й розширюється грудна клітка.
- Мозок може дурити вас, ніби ви розв'язали завдання правильно, коли це насправді не так. Якщо можливо, перемикайте увагу на щось інше, а потім повертайтесь до цього завдання знову, щоб *перевірити*

самого себе, міняючи ракурс погляду. Запитуйте себе: «Чи в тому, що я написав, справді є сенс?».

Робимо паузу та пригадуємо

Закрийте книжку й відведіть від неї погляд. Які були основні ідеї цього розділу? Які з нових для вас варіантів варто застосувати під час тестування й підготовки до нього?

Закріплюємо знання

1. Що є надзвичайно важливим у підготовці до тестів? (Підказка: якщо ви це не зробили, всі інші зусилля можуть бути марними).
2. Поясніть, як під час тестування визначити момент, коли варто від складного запитання перейти до простішого (якщо ви застосовуєте техніку «Починай зі складного — перестрибуй на просте»).
3. Глибоко дихати рекомендують тим, хто має відчуття паніки. Як ви думаете, чому в описі наголошувалося, що під час дихання має підійматися живіт, а не грудна клітка?
4. Чому, на вашу думку, під час тестування, перш ніж перевіряти виконане, варто на короткий час перемкнути увагу на щось інше?

Саєн Бейлок про способи подолання стану заціпеніння



© University of Chicago

Саєн Бейлок — викладачка психології Чиказького університету. Вона належить до провідних світових експертів із питань подолання паніки у важких умовах і є авторкою книжки «Заціпеніння: секрети, які допоможуть вам правильно діяти в моменти, коли це найважливіше» (*Choke: What the Secrets of the Brain Reveal about Getting It Right When You Have To*)²⁵⁸.

«Напружені ситуації в навченні й у житті нерідко викликають стрес. Але дослідження дедалі частіше підтверджують те, що доволі прості психологічні прийоми можуть знизити рівень вашого хвилювання під час тестування та зробити аудиторне навчання ефективнішим. Ці психологічні техніки не стосуються самого змісту навчання: вони спрямовані на ваше сприйняття дійсності.

За результатами досліджень моїх колег, якщо викласти на папері пов'язані з тестом думки й відчуття безпосередньо перед самим випробуванням, можна знизити негативний ефект психологічного тиску. Ми вважаємо, що написання допомагає вивільнити негативні думки зі свідомості, унаслідок чого знижується ймовірність їхньої появи в голові й відволікання вас у напружених ситуаціях.

Невеликий стрес під час самотестування теж може підготувати вас до інтенсивного стресу під час справжніх тестів. Із цієї книжки ви дізналися, що тестування самого себе під час навчання є потужним засобом закріпити дані в пам'яті, а зафіксовану інформацію вам легше буде видобути під час напруженого іспиту.

Підтверджується також те, що негативне самоналаштування — тобто негативні думки у вашій голові — справді може обмежити ефективність. Тому під час підготовки до тесту постараїтесь говорити й думати про себе тільки позитивно. Одразу відрубуйте негативні думки (навіть якщо впевнені, що на вас чатують усі можливі перешкоди). Якщо вам не вдалося розв'язати якесь завдання чи навіть кілька, не падайте духом і зосередьтеся на наступних.

Зрештою, однією з причин заціпеніння під час тестування є те, що деякі студенти несамовито заглиблюються в розв'язання, не обдумавши його достатньо добре. Навчітесь робити паузу на кілька секунд, перш ніж почати розв'язувати або коли ви наштовхнулися на труднощі. Це допоможе оптимально виконати вправу, а також

уникнути відчуття спантеличення в моменти, коли ви раптом усвідомлюєте, що згаяли багато часу й зайшли в глухий кут. Опановувати відчуття стресу, поза всяким сумнівом, можна навчитися. Хоча, як не дивно, повністю знімати стрес навіть не потрібно, адже його мінімальна кількість допоможе досягнути максимального результату в ситуаціях, де це найважливіше.
Успіху!»

252 На сторінці доктора Фелдера 4.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/ ви можете знайти багато інформації щодо вивчення математики, природничих, технологічних та інженерних дисциплін.

253 Felder 1999. Використано з дозволу Річарда Фелдера й видання Chemical Engineering Education.

254 Поживу для роздумів може дати праця McClain 2011, а також роботи цитованих там дослідників.

255 Beilock 2010, pp. 140–141.

256 Mrazek et al. 2013.

257 Бейлок (2010, с. 60) зазначає: «Атлети в стані стресу намагаються взяти під контроль свої дії, алероблять це так, що результат виходить протилежним. Схожий контроль, який часто називають “паралічем від аналізу”, є наслідком надмірної активності префронтальної кори».

258 Beilock 2010; sianbeilock.com/.

18. ВИВІЛЬНІТЬ СВІЙ ПОТЕНЦІАЛ

Річард Фейнман — фізик, який грав на бонго та здобув Нобелівську премію, — був веселою і щасливою людиною. Але протягом кількох років (найкращих і одночасно найгірших) його щасливе життя випробовувалося.

На початку 1940-х кохана дружина Фейнмана Арлін лежала хвора на туберкульоз у віддаленій лікарні. Фейнман нечасто міг її бачити, тому що перебував в ізольованому містечку Лос-Аламос у штаті Нью-Мексико і працював там над одним із найважливіших завдань Другої світової війни — надзвичайно секретним «Манхеттенським проектом». У ті часи Фейнман не був відомим, тому й не мав особливих привілеїв.

Щоб після роботи займати чимось мозок і якось рятуватися від журби та хвилювання, Фейнман узявся розгадувати одну з найзаплутаніших таємниць людства — логіку зламування сейфів.

Навчитися вправно відкривати сейфи не так просто. Фейнман розвивав свою інтуїцію, вивчав внутрішню будову замків сейфів, тренував руки, наче професійний піаніст. Коли йому вдавалося визначити перші цифри комбінації, його натреновані пальці швидко знаходили решту.

Фейнман випадково дізнався, що недавно до Лос-Аламоса прибув на роботу замковий майстер — спеціаліст, який міг відкрити сейф за лічені секунди.

Справжній експерт зовсім поруч! Фейнман подумав, що якби вдалося подружитися із цим чоловіком, він міг би дізнатися найглибші секрети зламування сейфів.

* * *

У цій книжці ми розглядали нові погляди на те, як люди вчаться. Як ми дізналися, часом **ваше бажання опанувати щось** просто зараз і є **саме тією** перешкодою, **яка не дає вам це щось опанувати**. Це можна порівняти із ситуацією, коли ви дуже швидко простягаєте вперед праву руку, але ліва рука залишається позаду й затримує вас.

Видатні митці, науковці, інженери й шахісти, як Магнус Карлсен, дотримуються природного ритму мозку. Спочатку вони цілеспрямовано фокусуються, напружують мозок, працюючи над своїм завданням. Потім перемикають увагу на щось інше. Таке чергування сфокусованого й розпорошеного режимів допомагає «хмарам думок» вільніше переміщуватися до різних ділянок мозку. Відповідно частини цих думок можуть повернатися з певних зон разом із важливими елементами розв'язання.

Ви можете налаштовувати й переналаштовувати свій мозок. Ключем до успіху є терплячість і наполегливість — свідома праця над сильними та слабкими сторонами вашого мозку.

Ви можете покращити вміння концентруватися, м'яко переводячи власні реакції на відволікальні чинники (телефонний дзвінок, сигнал текстового повідомлення) у правильне русло. «Метод помідора» — короткі періоди концентрації з визначеною тривалістю — є ефективним засобом прибрати до рук ваші зомбозвички відволікатися. Відпрацювавши певний час у режимі високої концентрації, ви можете спокійно розслабитися й насолодитися перервою.

Який результат ви отримаєте після тижнів чи місяців послідовних зусиль? Стійкі нейронні структури й міцний «клей» між наявним і кожним новим пластами знань. Якщо займатиметеся в такий спосіб, чергуючи періоди концентрації з регулярними перервами, то не тільки зробите процес приємнішим, а й засвоюватимете краще. Перерви з розумовим відпочинком дають час на створення відповідної перспективи — тобто поєднують предмет нашої праці й широкий контекст, у якому він перебуває.

Пам'ятайте: певні частини нашого мозку запрограмовані на те, щоб усе, що ми зробили (хоч би якою очевидною була його хибність), здавалося однозначно правильним. Значною мірою саме через схильність дуритися ми маємо періодично робити крок назад і запитувати себе: «Чи є в цьому сенс?».

Якщо ми робимо крок назад, дивимося на нашу роботу під іншим кутом зору, якщо перевіряємо самі себе пригадуванням вивченого матеріалу, дозволяємо іншим людям перевіряти наші знання, нам легше буде викрити власні ілюзії щодо наших знань. Саме такі ілюзії й

брак глибокого розуміння можуть бути перешкодою на шляху до успіху у вивченні математики і природничих наук.

Звичайне зубріння, а часто ще й «в останню хвилину», дає багатьом людям оманливе відчуття розуміння на нижчих рівнях. Коли вони просуваються далі, на вищому рівні їхнє слабке розуміння суті явищ призводить до повного обвалу. Проте щораз глибше розуміння процесів, завдяки яким мозок навчається, дозволяє нам зробити висновок, що просте запам'ятовування — це недобре. Як ми тепер знаємо, для опанування математики та природничих наук *потрібне* глибоке засвоєння матеріалу у формі добре опрацьованих фрагментів пам'яті, закріплених практичними заняттями. Ми також уже знаємо, що студент не може сформувати міцні фрагменти пам'яті, якщо ледарює їй недопрацьовує, — так само як спортсмен не може наростили м'язи, тренуючись в останні хвилини перед змаганням.

Незалежно від вашого віку й рівня розумового розвитку певні частини вашого мозку залишаються трохи дитячими. Це може інколи спричиняти, наприклад, відчуття фрустрації — знак, що час зробити перерву. Але завжди присутня в нас певна дитячість має свої переваги: допомагає виходити за звичні межі, дивитися на речі творчо, візуалізувати, запам'ятовувати, приятелювати з наукою й у такий спосіб розуміти те, що на перший погляд може здатися жах яким складним.

Ми також дізналися, що наполегливість у певних ситуаціях недоречна: інколи безперервна концентрація на завданні блокує можливості для його розв'язання. Проте довготривала наполегливість, пов'язана з баченням широкої перспективи, є ключем до успіху чи не в кожній сфері. Саме така ґрунтовна й довготермінова наполегливість допомагає нам упоратися з неминучими труднощами в житті й недоброзичливими людьми, які на певний час можуть нав'язати нам враження, що наші цілі та мрії занадто недосяжні.

Центральною темою цієї книжки є парадоксальна природа навчання. Сконцентрована увага є вкрай важливою в навчанні, але також може заблокувати нашу здатність розв'язати завдання. Наполегливість дуже потрібна, але може часом привести до марних зусиль.

Запам'ятовування є основою для накопичення знань, хоча інколи через нього можна за деревами не бачити лісу. Метафори допомагають

засвоювати новий матеріал, але одночасно можуть привести до хибного розуміння суті явищ.

Навчатися самостійно чи в групі, починати зі складного чи з простого, вивчати конкретику чи будувати абстракції... Зрештою, здатність поєднувати ці численні парадокси навчання додає цінності й сенсу до всього, хоч би що ми робили.

Один із секретів найвидатніших мислителів світу — це спрошення, тобто оформлення думок у такий спосіб, щоб їх могла зрозуміти навіть дитина. Спрошення було ключовим у підходах Річарда Фейнмана: йому вдалося зацікавити деяких знайомих математиків надзвичайно високого рівня в тому, щоб вони виклали власні складні теорії простими словами.

Виявилося, що вони це вміють. І ви теж вмієте. Так само як Фейнман і Сантьяго Рамон-і-Кахаль, ви теж можете скористатися ефективними способами навчання, щоб реалізувати свої мрії.

Розвиваючи навички зламування сейфів, Фейнман таки заприятелював із замковим майстром. Після бесід із ним фізик раз за разом розбивав поверхові упередження, копав усе глибше і врешті-решт зрозумів, що, ймовірно, стойть за вмінням майстра відкривати сейфи.

Одного вечора його осяяла думка, яка все пояснила.

Секретом майстра було те, що він знову знає базові налаштування виробника сейфів.

Знаючи фабричні налаштування, майстер часто міг відкривати сейфи, у яких ці налаштування не були змінені. За тим, що всі вважали магією зламування сейфів, стояло лише базове розуміння того, як сейфи налаштовує виробник.

Як і Фейнман, ви теж можете навчитися того, як розуміти просту сутність явищ і уникати розчарувань. Якщо ви збагнули «базові налаштування» свого мозку (логіку його мислення, способи навчання) й належно скористаєтесь цим, то теж можете багато досягнути.

На початку книжки я згадувала про те, що існують прості інтелектуальні прийоми, здатні полегшити опанування математики та природничих наук, техніки, які допоможуть не тільки тим людям, яким важко даються ці науки, а й тим, хто в них цілком успішний. Читаючи книжку, ви ознайомились із цими прийомами. Та все ж, як ви

тепер знаєте, ніщо не зрівняється із засвоєнням чітко окресленої й логічно поданої суті явищ. Тому я також підготувала підсумки — короткий виклад суті основних ідей цієї книжки у вигляді десяти правил «Як треба вчитися» і десяти — «Як не треба вчитися».

Пам'ятайте: щастя усміхається тим, хто пробує. А дещо глибше розуміння того, як краще навчатися, аж ніяк не буде зайвим.

10 ПРАВИЛ «ЯК ТРЕБА ВЧИТИСЯ»

1

. **Поновлюйте в пам'яті вивчене.** Прочитавши сторінку підручника, відкладіть його та пригадайте основні думки. Не робіть багато підкresлень, не виділяйте те, що спершу не закріпили в пам'яті через пригадування. Спробуйте відновлювати в голові основні думки вивченого матеріалу дорогою до аудиторії або ж в іншому місці (не тому, де ви це вивчили). Уміння пригадувати — самостійно формулювати основні ідеї матеріалу — одна з головних ознак ефективного навчання.

2

. **Перевіряйте самого себе.** У всьому. Завжди. Допомогти в цьому можуть картки з інформацією.

3

. **Класифікуйте розв'язання.** Старайтесь зрозуміти розв'язання задачі й оформити його в пам'яті так, щоб у разі потреби воно спадало на думку як готовий шаблон. Упоравшись із чимось, потренуйтесь ще трохи. Переконайтесь, що ви без проблем можете виконати цю вправу, кожен із кроків. Уявіть, що це мелодія, і навчіться прокручувати її в уяві знову і знову, щоб ця інформація оформилася в завершений фрагмент пам'яті, який ви за потреби можете легко звідти дістати.

4

. **Розподіляйте загальний навчальний час на інтервали.**

Вивчайте все невеликими частинами щоденно, як це роблять спортсмени на тренуваннях. Ваш мозок схожий на м'яз: він спроможний лише на обмежену кількість зусиль над тією самою темою в той самий час.

5

. **Виконуйте різні завдання.** Не практикуйте той самий метод розв'язування занадто довго в межах одного заняття: через якийсь час ви почнете просто механічно наслідувати те, що вже робили. Працюйте над завданнями різного типу. Так ви зрозумієте, як і коли застосовувати певний метод. (Більшість підручників не пристосована до такого підходу, тому зробіть це самостійно). Після кожного тесту чи просто виконаного домашнього завдання проаналізуйте помилки, постараїтесь зрозуміти, чому ви їх припустилися, виправте. Щоб отримати кращий ефект, напишіть (обов'язково від руки) завдання на одному боці картки, а розв'язання — на другому. (Написання від руки формує міцніші нейронні структури, ніж друкування). Можна сфотографувати картку й завантажити її до відповідного навчального застосунка вашого смартфону. Перевіряйте себе, навмання обираючи завдання різного типу. Можна також розгортати довільну сторінку підручника, тицяти на будь-яке завдання й перевіряти, чи можете ви його розв'язати із ходу.

6

. **Робіть перерви.** Немає нічого дивного в тому, що інколи вправи нового для вас типу ви не одразу можете розв'язати. Саме тому щодня займатися потрохи — це значно краще, ніж багато, але рідко. Якщо вам не вдається впоратися із якимось завданням, зробіть перерву, щоб інші частини мозку могли попрацювати над цим питанням на підсвідомому рівні.

7

. **Ставте уточнювальні запитання й шукайте прості аналогії.** Якщо якась тема вам важко дається, запитайте себе: «Як можна це пояснити, щоб зрозуміла десятирічна дитина?». Використання аналогій справді допомагає: наприклад, електричний струм можна порівнювати з потоком води. Розтлумачуйте не тільки в голові: озвучте пояснення або запишіть на папері. Додаткові зусилля на промовляння або написання допоможуть міцніше закріпити вивчене, тобто оформити його в нейронні структури пам'яті.

8

- . **Не відволікайтесь.** Вимкніть усі звукові сигнали й вібрацію на телефоні й комп'ютері, запустіть таймер на 25 хвилин. Зосередьтеся й старанно попрацюйте протягом цього часу. Коли 25 хвилин мине, вигадайте собі якусь невелику дотепну винагороду. Кілька таких сеансів щодня справді допоможуть вам у навченні. Спробуйте визначити години й місця, де ви зазвичай займаєтесь навчанням, а не відволікаєтесь на комп'ютер чи телефон.

9

- . **«З'їдайте всіх своїх жаб уранці».** Зробіть найважчі справи якнайраніше, коли ви ще в хорошій формі.

1

0

- . **Створюйте в уяві контрасти.** Пригадайте своє теперішнє життя й побачте контраст із тими мріями, реалізація яких стане можливою завдяки навчанню. На робочому місці помістіть якесь зображення чи текст, які нагадуватимуть вам про бажане. Коли мотивація згасатиме, дивіться на ці слова чи зображення. Ваша праця піде на користь як вам, так і тим, кого ви любите.

10 ПРАВИЛ «ЯК НЕ ТРЕБА ВЧИТИСЯ»

Уникайте пунктів із цього переліку. Вони можуть марнувати ваш час, хоч вам здаватиметься, що ви навчаєтесь.

1

- . **Пасивно перечитувати** — це просто «пробігати» очима сторінки. Поки ви не пересвідчитеся, що засвоїли матеріал, тобто поки не пригадаєте основні думки без зазирань у книжку, перечитування буде звичайним марнуванням часу.

2

- . **Вірити в текстові помітки.** Якщо ви робите підкреслення в прочитаному, можете зіткнутися з оманливим відчуттям, ніби щось справді засвоюєте, хоча насправді просто рухаєте рукою. Помітки в тексті час від часу зовсім не шкодять — інколи навіть допомагають знаходити важливі місця. Але якщо хотите використати

підкреслення як засіб для запам'ятовування, переконайтесь, що позначена вами інформація залишається у вашій голові.

3

. **Розглядати розв'язану задачу з думкою, що ви це розумієте.**

Це одна з найбільших помилок студента. Ви маєте бути спроможні самостійно виконати вправу крок за кроком, не дивлячись у готове розв'язання.

4

. **Навчатися в останні хвилини.** Якби ви готувалися до спортивних змагань, чи відкладали б тренування на останній день? Ваш мозок схожий на м'яз, тобто спроможний лише на обмежену кількість зусиль над тією самою темою в той самий час.

5

. **Розв'язувати забагато вправ того типу, який ви вже опанували.** Якщо ви тільки розв'язуєте схожі задачі, то насправді не готуєтесь до тесту. Це можна порівняти з баскетболістом, який готується до гри, тренуючи тільки техніку ведення м'яча.

6

. **Ходити на групові заняття, які перетворюються в теревені.**

Якщо звіряті відповіді з друзями, перевіряти знання одне одного, можна зробити процес засвоєння приємнішим, а також виявити прогалини у ваших знаннях і поглибити розуміння предмета. Але якщо спільні заняття перетворюються на забави ще до завершення роботи, ви просто марнуєте час. Варто пошукати іншу групу.

7

. **Не читати підручник перед розв'язуванням.** Чи стрибули б ви до басейну ще до того, як навчилися плавати? Підручник — це ніби інструктор із плавання, який навчить триматися на воді. Якщо ви не читатимете пояснень, то блудитимете, спотикатиметеся, тонутимете, зрештою, марнуватимете час. Перш ніж почати розв'язувати, не забудьте швидко переглянути розділ і скласти загальне враження, про що в ньому йдеться.

8

. **Не консультуватися з викладачами й однокурсниками щодо незрозумілих питань.** Викладачі спрямовують у потрібному

напрямку тих студентів, які до них звертаються, бо допомагати в навченні — це їхня робота. Гірше, коли студенти не розуміють і просто мовчать. Не будьте одним із них.

9

- . **Думати, що опанувати матеріал можна навіть із численними відволіканнями.** Кожне невелике відривання від заняття — на повідомлення чи розмову — забирає розумову енергію, яку ви могли би спрямувати на навчання. Переривання концентрації руйнує нейронні структури в зародковому стані, коли вони ще не встигли закріпитися.

1

0

- . **Не спати.** Коли ви спите, мозок обдумує й сортує те, що ви заклали в нього протягом дня. Постійне виснаження призводить до нагромадження в мозку токсинів, які руйнують нейронні структури, потрібні для швидкого мислення. Якщо ви не виспітесь перед тестуванням — **решта підготовки вже не матиме сенсу.**

Робимо паузу та пригадуємо

Закрийте книжку й відведіть від неї погляд. Які були основні ідеї цього видання?

Подумайте над тим, як можна скористатися ними, щоб покращити процес вашого навчання.

ПІСЛЯМОВА

У восьмому класі вчитель математики змінив усе мое життя. Він витягнув мене з найслабших учнів класу і заохотив учитися. Я віддячив йому в старших класах: тоді мої результати з геометрії піднялися до «задовільно» (двічі). Я просто не міг здолати матеріал самостійно, а хорошого наставника, який підштовхував би мене в правильному напрямку, поруч не було. Уже в коледжі я нарешті зрозумів, що до чого. Але це був довгий і важкий шлях. Якби тоді я мав під рукою таку книжку, як ця!

Перемотаймо плівку на півтора десятиліття вперед. Моя донька перетворила виконання домашніх завдань із математики на такі вишукані муки, що навіть Данте був надто скромний, щоб про таке писати. Під час розв'язування якоїсь задачі вона заходила в глухий кут, але замість шукати вихід тупцювала на місці. Вона плакала, бувало, заспокоївшись, знаходила розв'язання. Але мені ніколи не вдавалося переконати її зробити крок назад і подивитися на вправу по-іншому, але без драм. Я дав їй почитати цю книжку. Ось перше, що вона сказала: «Якби я мала цю книжку тоді, коли ходила до школи!».

Існує багато досліджень, де науковці дають потенційно корисні рекомендації. Але, на жаль, усе це рідко подається в такій формі, щоб пересічний студент міг зрозуміти ці поради й використати їх. Не кожен науковець уміє доступно подати, але й не кожен письменник здатний розуміти науку. Барбара Оклі пречудово впоралася із цим завданням. Використовуючи яскраві приклади й пояснення, вона змогла не тільки показати ефективність описаних методів, а й заохотити читача повірити в її ідеї. Коли я запитав доньку, чим саме їй сподобалася книжка, адже деяких із цих методів я намагався її навчити ще в шкільні роки, вона відповіла: «Вона пояснює чому, і ці пояснення надають порадам сенсу». Ще один удар по моєму батьківському ego!

Тепер, прочитавши цю книжку, ви озброїлися простими, але потенційно ефективними методиками, які, між іншим, можуть

допомогти вам не тільки в математиці й природничих науках. Як ви побачили, основою цих технік стали численні дослідження щодо того, як працює людський мозок. Базовим елементом будь-якого навчання є взаємодія емоцій і пізнання, а також передача цього всього за допомогою слів. У свій спосіб моя донька наголосила на тому, що в навчанні важливі не тільки методики. Потрібна ще ваша впевненість у тому, що вони справді подіють. Чіткі й переконливі свідчення цього, які ви тут прочитали, можливо, підштовхнуть вас спробувати ці методики без сумнівів чи опору, які часто зводять нанівець навіть значні зусилля. Певна річ, навчання — справа дуже індивідуальна. Та найкращий доказ ефективності — результати, які ви отримаєте, послідовно застосувавши описані методики.

Тепер я — університетський професор, який протягом багатьох років навчав тисячі студентів. Чимало з них старалося уникати математики та природничих наук: такі студенти вважали, «не мають здібностей» до них або ж «не люблять» їх. У таких випадках я завжди радив те, що своїй доньці: «Опануйте ці науки хоч трохи й потім побачите, чи ви й надалі не матимете бажання ними займатися». Зрештою, чи не допомагає освіта як така боротися із труднощами?

Пам'ятаєте, як важко було навчитися водити машину? Зате тепер ви це робите майже автоматично, а саме вміння дає вам відчуття незалежності, яке ви цінуватимете все своє доросле життя. Відкритість до навчальних методик на зразок описаних у цій книжці допоможе вам подолати сумніви й уникання, натомість випрацювати впевненість і досягнути високих результатів.

Тепер усе залежить від вас!

*Девід Деніел, доктор наук, професор відділу психології
Університету імені Джеймса Медісона*

ПОДЯКИ

Висловлюючи подяку переліченим тут особам, я хочу наголосити: якщо в цій книжці є помилки у фактах чи їх інтерпретації — у цьому тільки моя провина. Прошу також вибачення у тих, чиє ім'я я ненавмисно упустила.

Для мене вкрай важливою була постійна підтримка, заохочення, ентузіазм і надзвичайна проникливість моого чоловіка Філіпа Оклі. Ми познайомилися 30 років тому на науково-дослідній станції на Південному полюсі, в Антарктиці. Щоб зустріти цю унікальну людину, мені в прямому сенсі слова довелося полетіти аж на край світу. Він — моя споріднена душа і мій герой. (І ще, якщо вам цікаво, він є тим чоловіком на пазлі, який ви вже бачили в розділі 4).

Моїм наставником у педагогічній кар'єрі є доктор Річард Фелдер: саме він справив вагомий вплив на те, у якому напрямку моя кар'єра розвивалася. Кевін Мендес, дизайнер цієї книжки, виконав чудову роботу над ілюстраціями — я схиляюся перед його художнім талантом. Від нашої старшої доночки Розі Оклі я отримала чимало ідей і невпинну моральну підтримку під час написання. Наша молодша доночка Рейчел Оклі завжди була опорою в усіх починаннях.

Моя добра подруга Емі Елкон просвічувала мою роботу своїми рентгенівськими променями редактора: вона має дивовижне вміння вишукувати можливості для вдосконалення, і саме з її допомогою цю книжку вдалося піdnяти на значновищий рівень точності, доступності й дотепності. Мій давній друг Гуруprasад Мадгаван із Національної академії наук допоміг побачити широку перспективу, як і наш спільній друг Джош Брендоф. Появі книжки також дуже сприяла тренерка з написання текстів Дафні Грей-Грант.

Хотілося б особливо відзначити ґрунтовну роботу Рити Розенкранц — літературної агентки непересічного рівня. Також я щиро дякую Сарі Кардер і Джоанні Інг із видавництва Penguin. Їхній проникливий погляд, редакторська майстерність і глибокий професіоналізм дуже

допомогли зробити цю книжку кращою. Бажаю кожному авторові такої щасливої нагоди попрацювати з кимось, хто мав би редакторський талант Джоанни Інг. Також дякую Емі Шнайдер, чия коректура дуже прислужилася моїй книжці.

Особлива подяка Полу Кручко, адже саме його просте питання про те, як мені вдалося змінитися, підштовхнуло до написання цієї книжки. Спасибі Данті Ренсу з Міжбібліотечної служби обміну: він зробив для мене дуже багато такого, що виходило за межі його службових обов'язків. Також дякую за цінну допомогу Пет Кларк.

Багато колег допомагало мені в роботі, зокрема професори Анна Спаньюоло, Ласло Ліптак і Лора Вікланд у математиці, Барб Пенпрейз і Келлі Берішадж у медицині, Кріс Кобус, Майк Поліс, Мохаммад-Реза Сіадат і Лоренцо Сміт у технічних науках, Бред Рот у фізиці. Неоціненною була підтримка Аарона Берда, керівника відділу навчань компанії CD-adapco, і його колеги Ніка Епл'ярда, віце-президента CD-adapco. На подяку заслуговує також Тоні Прогаска і його проникливе редакторське око.

Перелічені нижче люди дуже допомогли мені, поділивши своїми знаннями: Саен Бейлок, Марко Белліні, Роберт Білдер, Марія Анхелес Рамон-і-Кахаль, Норман Кук, Терренс Дікон, Хав'єр Дефеліпе, Леонард Деграаф, Джон Емслі, Норман Фортенберрі, Девід Гірі, Кері Малліс, Ненсі Косгроув Малліс, Роберт Річардс, Дуг Рорер, Шерил Сорбі, Ніл Сандаресан і Ніколас Вейд.

Важко недооцінити допомогу деяких талановитих викладачів університетів і коледжів (за оцінками RateMyProfessors.com). Ці люди допомогли мені своїми знаннями з найрізноманітніших галузей — математики, фізики, хімії, біології, технічних наук, бізнесу, економіки, фінансів, педагогіки, психології, соціології, медицини й англійської мови. Свій внесок зробили також учителі старших класів найуспішніших шкіл. Хочу подякувати за допомогу людям, які перечитували текст книжки повністю чи його частини й залишали відгуки й цінні поради. Ось їх імена: Лола Джін Аагаард-Борам, Шагім Абрагамс, Джон Адамс, Джуді Аддельстон, Ейпріл Лачіна Акео, Рейвел Еммерман, Ронда Емсел, Скотт Армстронг, Чарльз Бамфорт, Девід Барретт, Джон Бартелт, Челсо Батала, Джойс Міллер Бін, Джон Белл, Пол Бергер, Сідні Бергман, Роберта Бібі, Пол Бловерс, Ебі Бумарейт,

Деніел Бойлен, Боб Бредшоу, Девід Брайт, Кен Браун, Марк Баєрн, Лайза Девідс, Томас Дей, Ендрю Дебенедиктіс, Джейсон Дічент, Роксенн Делаєт, Дебра Гасснер Дрегон, Келлі Даффі, Елісон Данвуді, Ралф Фізер, Венні Філіппас, Джон Фрай, Коста Джерусіс, Річард Джакінто, Майкл Ґоулд, Франклін Гороспі IV, Брюс Ґернік, Кетрін Гандшу, Майк Гаррінгтон, Баррет Газелтайн, Сьюзен Сейна Геберт, Лінда Гендерсон, Мері Дженсен, Джон Джонс, Арнольд Кондо, Патриція Krakov'як, Ануска Ларкін, Кеннет Леопольд, Марк Леві, Фок-Шуен Ліун, Карстен Лук, Кеннет Маккензі, Трейсі Магранн, Баррі Марг'юліс, Роберт Мейс, Нельсон Мейлоун, Мелісса Макналті, Елізабет Макпартлан, Гета-Марія Міллер, Анджело Міньяреллі, Норма Мінтер, Ширіз Мітчелл, Дайна Мійоші, Джеральдін Мур, Чарльз Маллінз, Річард Мазгрейв, Річард Нейдел, Форрест Ньюман, Кетлін Нолта, П'єр-Філіп Віме, Делджел Пабалан, Сьюзен Мері Пейдж, Джеф Парент, Вера Паврі, Ларрі Перес, Вільям П'єтро, Дебра Пул, Марк Портер, Джефрі Прентіс, Аделаїда Кесада, Роберт Ріордан, Лінда Роджерс, Дженна Росейлс, Майк Розенталь, Джозеф Сантакроус, Оралдо Сосідо («Бадді»), Дональд Шарп, доктор Д. А. Сміт, Роберт Снайдер, Роджер Солано, Френсіс Шпільгаген, Гіларі Спрул, Вільям Спрул, Скотт Пол Стівенс, Акелло Стоун, Джеймс Страуд, Фабіан Гадіпріоно Тан, Сиріл Тон, Лі Таттл, Він Урбановські, Лінн Ваксес, Чарльз Вейдман, Френк Вернер, Дейв Віттлсі, Нейдер Замані, Білл Зеттлер, Мін Джан.

Назву також імена студентів, які є авторами цитат і доповнень або ж дали мені цінні поради, за що я їм безмежно вдячна: Наталі Бетенс, Ріаннон Бейлі, Ліндсі Барбер, Шарлін Бріссон, Ренделл Бродвелл, Мері Ча, Кайл Чемберс, Закарі Чартер, Джоел Коул, Бредлі Купер, Крістофер Купер, Окюрі Коварт, Джозеф Койн, Майкл Калвер, Ендрю Дейвенпорт, Кейтлінд Девідсон, Брендон Девіс, Александр Дебюсуре, Ганна Девілбісс, Бренна Донован, Шелбі Драпінскі, Тревор Дрозд, Деніел Евала, Кетрін Фоук, Аарон Ґарофало, Майкл Ґашадж, Емануель Джоні, Кассандра Гордон, Юсра Гасан, Ерік Герман, Томас Герцог, Джессіка Гілл, Ділан Ідзковські, Вестон Джешурун, Емілі Джонс, Крістофер Карас, Еллісон Кітчен, Браен Клопп, Вільям Кьоле, Челсі Кюбацкі, Ніколас Ленглі-Роджерс, Сює Цзін Лі, Крістофер Лоу, Джонатон Маккормік, Джейк Макнамара, Паула Meerшерт, Матеуш М'єгоч, Кевін Месснер, Гаррі Муредіан, Надя Нуї-Мегіді, Майкл Оррел,

Майкл Парізо, Леві Паркінсон, Рейчел Полачек, Мішель Редкліф, Санні Ріші, Дженніфер Роуз, Браєн Шролл, Пол Швальбе, Ентоні Шіуто, Зак Шоу, Девід Сміт, Кімберлі Сомервілл, Дейві Спрул, П. Д. Спрул, Даріо Стразімірі, Джонатан Стронг, Джонатан Сьюлек, Раві Таді, Аарон Тічаут, Ірегорі Террі, Ембер Тромбетта, Раджів Варма, Бін Сюй Ван, Фан Фей Ван, Джессіка Варголак, Шон Васселл, Малколм Вайтгауз, Майкл Вітні, Девід Вілсон, Аманда Вулф, Аня Янг, Хуей Чжан і Корі Зінк.

БІБЛІОГРАФІЯ259

- Aaron, R, and RH Aaron. *Improve Your Physics Grade*. NY: John Wiley & Sons, 1984.
- Ainslie, G, and N Haslam. "Self-control." In *Choice over Time*, edited by Loewenstein, G and J Elster, 177-212. NY: Russell Sage Foundation, 1992.
- * Allen, D. *Getting Things Done*. NY: Penguin, 2001 [Аллен Девід. Як упорядкувати справи. Мистецтво продуктивності без стресу. К. : КМ-Букс, 2018].
- Amabile, TM, et al. "Creativity under the gun." *Harvard Business Review* 80, 8 (2002): 52.
- Amidzic, O, et al. "Pattern of focal γ -bursts in chess players." *Nature* 412 (2001): 603-604.
- Andrews-Hanna, JR. "The brain's default network and its adaptive role in internal mentation." *Neuroscientist* 18, 3 (2012): 251-70.
- Armstrong, JS. "Natural learning in higher education." In *Encyclopedia of the Sciences of Learning*, 2426-2433: Springer, 2012.
- Arum, R, and J Roksa. *Academically Adrift*. Chicago, IL: University of Chicago Press, 2010.
- Baddeley, A, et al. *Memory*. NY: Psychology Press, 2009.
- Baer, M, and GR Oldham. "The curvilinear relation between experienced creative time pressure and creativity: moderating effects of openness to experience and support for creativity." *Journal of Applied Psychology* 91, 4 (2006): 963-970.
- Baumeister, RF, and J Tierney. *Willpower*. NY: Penguin Books, 2011.
- Beilock, S. *Choke*. NY: Free Press, 2010.
- Bengtsson, SL, et al. "Extensive piano practicing has regionally specific effects on white matter development." *Nature Neuroscience* 8, 9 (2005): 1148-1150.
- Bilalić, M, et al. "Does chess need intelligence? — A study with young chess players." *Intelligence* 35, 5 (2007): 457-470.
- Bilalić, M, et al. "Why good thoughts block better ones: The mechanism of the pernicious Einstellung (set) effect." *Cognition* 108, 3 (2008): 652-61.
- Boice, R. *Procrastination and Blocking*. Westport, CT: Praeger, 1996.
- Bouma, A. *Lateral Asymmetries and Hemispheric Specialization*. Rockland, MA: Swets & Zeitlinger Publishers, 1990.
- Bransford, JD, et al. *How People Learn*. Washington, DC: National Academy Press, 2000.
- Brent, R, and RM Felder. "Learning by solving solved problems." *Chemical Engineering Education* 46, 1 (2012): 29-30.
- Brown, JS, et al. "Situated cognition and the culture of learning." *Educational Researcher* 18, 1 (1989): 32-42.
- Buzan, T. *Use Your Perfect Memory*. NY: Penguin, 1991.
- Cai, Q, et al. "Complementary hemispheric specialization for language production and visuospatial attention." *PNAS* 110, 4 (2013): E322-E330.
- Cannon, DF. *Explorer of the Human Brain*. NY: Henry Schuman, 1949.
- Carey, B. "Cognitive science meets pre-algebra." *New York Times* Sep 2 (2012). <http://www.nytimes.com/2013/09/03/science/cognitive-science-meets-pre-algebra.html?ref=science>.

- Carpenter, SK, et al. "Using spacing to enhance diverse forms of learning: Review of recent research and implications for instruction." *Educational Psychology Review* 24, 3 (2012): 369-378.
- Carson, SH, et al. "Decreased latent inhibition is associated with increased creative achievement in high-functioning individuals." *Journal of Personality and Social Psychology* 85, 3 (2003): 499-506.
- Cat, J. "On understanding: Maxwell on the methods of illustration and scientific metaphor." *Studies In History and Philosophy of Science Part B* 32, 3 (2001): 395-441.
- Charness, N, et al. "The role of deliberate practice in chess expertise." *Applied Cognitive Psychology* 19, 2 (2005): 151-165.
- Chase, WG, and HA Simon. "Perception in chess." *Cognitive Psychology* 4, 1 (1973): 55-81.
- Chi, MTH, et al. "Categorization and representation of physics problems by experts and novices." *Cognitive Science* 5, 2 (1981): 121-152.
- Chiesa, A, and A Serretti. "Mindfulness-based stress reduction for stress management in healthy people: A review and meta-analysis." *Journal Alternative Complementary Medicine* 15, 5 (2009): 593-600.
- Cho, S, et al. "Hippocampal-prefrontal engagement and dynamic causal interactions in the maturation of children's fact retrieval." *Journal of Cognitive Neuroscience* 24, 9 (2012): 1849-1866.
- Christman, SD, et al. "Mixed-handed persons are more easily persuaded and are more gullible: Interhemispheric interaction and belief updating." *L laterality* 13, 5 (2008): 403-426.
- Chu, A, and JN Choi. "Rethinking procrastination: Positive effects of 'active' procrastination behavior on attitudes and performance." *Journal of Social Psychology* 145, 3 (2005): 245-264.
- Colvin, G. *Talent Is Overrated*. NY: Portfolio, 2008.
- Cook, ND. *Tone of Voice and Mind*. Philadelphia, PA: John Benjamins Publishing Co., 2002.
- _____. "Toward a central dogma for psychology." *New Ideas in Psychology* 7, 1 (1989): 1-18.
- Cooper, G, and J Sweller. "Effects of schema acquisition and rule automation on mathematical problem-solving transfer." *Journal of Educational Psychology* 79, 4 (1987): 347.
- Cowan, N. "The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity." *Behavioral and Brain Sciences* 24, 1 (2001): 87-114.
- Coyle, D. *The Talent Code*. NY: Bantam, 2009.
- Cree, GS, and K McRae. "Analyzing the factors underlying the structure and computation of the meaning of chipmunk, cherry, chisel, cheese, and cello (and many other such concrete nouns)." *Journal of Experimental Psychology - General* 132, 2 (2003): 163-200.
- Dali, S. *Fifty Secrets of Magic Craftsmanship*: Dover, 1948 (reprint 1992).
- de Bono, E. *Lateral Thinking*. NY: Harper Perennial, 1970.
- DeFelipe, J. "Brain plasticity and mental processes: Cajal again." *Nature Reviews Neuroscience* 7, 10 (2006): 811-817.
- DeFelipe, J. *Cajal's Butterflies of the Soul: Science and Art*. NY: Oxford University Press, 2010.
- DeFelipe, J. "Sesquicentenary of the birthday of Santiago Ramón y Cajal, the father of modern neuroscience." *Trends in Neurosciences* 25, 9 (2002): 481-484.
- Demaree, H, et al. "Brain lateralization of emotional processing: Historical roots and a future incorporating 'dominance'." *Behavioral and Cognitive Neuroscience Reviews* 4, 1 (2005): 3-20.
- Derman, E. *Models. Behaving. Badly*. New York, NY: Free Press, 2011.
- Deslauriers, L, et al. "Improved learning in a large-enrollment physics class." *Science* 332, 6031 (2011): 862-864.
- Dijksterhuis, A, et al. "On making the right choice: The deliberation-without-attention effect." *Science* 311, 5763 (2006): 1005-1007.
- Doidge, N. *The Brain that Changes Itself*. NY: Penguin, 2007.
- Drew, C. "Why science majors change their minds (it's just so darn hard)." *New York Times*, Nov 4 2011.

- Duckworth, AL, and ME Seligman. "Self-discipline outdoes IQ in predicting academic performance of adolescents." *Psychological Science* 16, 12 (2005): 939-944.
- Dudai, Y. "The neurobiology of consolidations, or, how stable is the engram?" *Annual Review of Psychology* 55 (2004): 51-86.
- * Duhigg, C. *The Power of Habit*. NY: Random House, 2012 [Чарлз Дахігг. Сила звички. Чому ми діємо так, а не інакше в житті та бізнесі. — К. : Клуб Сімейного Дозвілля, 2016].
- Duke, RA, et al. "It's not how much; it's how: Characteristics of practice behavior and retention of performance skills." *Journal of Research in Music Education* 56, 4 (2009): 310-321.
- Dunlosky, J, et al. "Improving students' learning with effective learning techniques: Promising directions from cognitive and educational psychology." *Psychological Science in the Public Interest* 14, 1 (2013): 4-58.
- * Dweck, C. *Mindset*. NY: Random House, 2006 [Двек Керол. Налаштуйся на зміни. Нова психологія успіху. — К. : Наш формат, 2017].
- Edelman, S. *Change Your Thinking with CBT*. NY: Ebury Publishing, 2012.
- Efron, R. *The Decline and Fall of Hemispheric Specialization*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1990.
- Ellenbogen, JM, et al. "Human relational memory requires time and sleep." *PNAS* 104, 18 (2007): 7723-7728.
- Ellis, AP, et al. "Team learning: Collectively connecting the dots." *Journal of Applied Psychology* 88, 5 (2003): 821.
- Elo, AE. *The Rating of Chessplayers, Past and Present*: Batsford London, 1978.
- Emmett, R. *The Procrastinator's Handbook*. NY: Walker & Company, 2000.
- Emsley, J. *The Elements of Murder*. NY: Oxford University Press, 2005.
- Ericsson, KA. *Development of Professional Expertise*. NY: Cambridge University Press, 2009.
- Ericsson, KA, et al. "The making of an expert." *Harvard Business Review* 85, 7/8 (2007): 114.
- Fauconnier, G, and M Turner. *The Way We Think*. NY: Basic Books, 2002.
- Felder, RM. "Memo to students who have been disappointed with their test grades." *Chemical Engineering Education* 33, 2 (1999): 136-137.
- Felder, RM, et al. "A Longitudinal Study of Engineering Student Performance and Retention. V. Comparisons with Traditionally-Taught Students." *Journal of Engineering Education* 87, 4 (1998): 469-480.
- Ferriss, T. *The 4-Hour Body*. NY: Crown, 2010.
- * Feynman, R. *The Feynman Lectures on Physics Vol. 2*. NY: Addison Wesley, 1965.
_____. "Surely You're Joking, Mr. Feynman". NY: W. W. Norton, 1985 [Річард Фейнман. Та ви жартуєте, містере Фейнман! Пригоди допитливого дивака. — К. : Наш формат, 2017].
_____. *What Do You Care What Other People Think?* Reprint ed. New York, NY: W.W. Norton & Company, 2001.
- Fields, RD. "White matter in learning, cognition and psychiatric disorders." *Trends in Neurosciences* 31, 7 (2008): 361-370.
- Fiore, NA. *The Now Habit*. NY: Penguin, 2007.
- Fischer, KW, and TR Bidell. "Dynamic development of action, thought, and emotion." In *Theoretical Models of Human Development. Handbook of Child Psychology*, edited by Damon, W and RM Lerner. NY: Wiley, 2006.
- Foer, J. *Moonwalking with Einstein*. NY: Penguin, 2011.
- Foerde, K, et al. "Modulation of competing memory systems by distraction." *PNAS* 103, 31 (2006): 11778-11783.
- Gabora, L, and A Ranjan. "How insight emerges in a distributed, content-addressable memory." In *Neuroscience of Creativity*, edited by Vartanian, O, et al. Cambridge, MA: MIT Press, 2013.

- Gainotti, G. "Unconscious processing of emotions and the right hemisphere." *Neuropsychologia* 50, 2 (2012): 205-218.
- Gazzaniga, MS. "Cerebral specialization and interhemispheric communication Does the corpus callosum enable the human condition?" *Brain* 123, 7 (2000): 1293-1326.
- Gazzaniga, MS, et al. "Collaboration between the hemispheres of a callosotomy patient: Emerging right hemisphere speech and the left hemisphere interpreter." *Brain* 119, 4 (1996): 1255-1262.
- Geary, DC. *The Origin of Mind*. Washington, DC: American Psychological Association, 2005.
- _____. "Primal brain in the modern classroom." *Scientific American Mind* 22, 4 (2011): 44-49.
- Geary, DC, et al. "Task Group Reports of the National Mathematics Advisory Panel; Chapter 4: Report of the Task Group on Learning Processes." (2008). <http://www2.ed.gov/about/bdscomm/list/mathpanel/report/learning-processes.pdf>.
- Gentner, D, and M Jeziorski. "The shift from metaphor to analogy in western science." In *Metaphor and Thought*, edited by Ortony, A. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1993.
- Gerardi, K, et al. "Numerical ability predicts mortgage default." *Proceedings of the National Academy of Sciences* (2013).
- Giedd, JN. "Structural magnetic resonance imaging of the adolescent brain." *Annals of the New York Academy of Sciences* 1021, 1 (2004): 77-85.
- Gladwell, M. *Outliers*. NY: Hachette 2008.
- Gleick, J. *Genius*. NY: Pantheon Books, 1992.
- Gobet, F. "Chunking models of expertise: Implications for education." *Applied Cognitive Psychology* 19, 2 (2005): 183-204.
- Gobet, F, et al. "Chunking mechanisms in human learning." *Trends in Cognitive Sciences* 5, 6 (2001): 236-243.
- Gobet, F, and HA Simon. "Five seconds or sixty? Presentation time in expert memory." *Cognitive Science* 24, 4 (2000): 651-682.
- Goldacre, B. *Bad Science*. London, UK: Faber & Faber (Reprint ed), 2010.
- Graham, P, "Good and bad procrastination." 2005, <http://paulgraham.com/procrastination.html> (accessed Feb 17 2013).
- Granovetter, M. "The strength of weak ties: A network theory revisited." *Sociological Theory* 1, 1 (1983): 201-233.
- Granovetter, MS. "The strength of weak ties." *American Journal of Sociology* (1973): 1360-1380.
- Greene, R. *Mastery*. NY: Viking, 2012.
- Guida, A, et al. "How chunks, long-term working memory and templates offer a cognitive explanation for neuroimaging data on expertise acquisition: A two-stage framework." *Brain and Cognition* 79, 3 (2012): 221-44.
- Güntürkün, O. "Hemispheric asymmetry in the visual system of birds." In *The Asymmetrical Brain*, edited by Hugdahl, K and RJ Davidson, 3-36. Cambridge, MA: MIT Press, 2003.
- Hake, RR. "Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses." *American Journal of Physics* 66 (1998): 64-74.
- Halloun, IA, and D Hestenes. "The initial knowledge state of college physics students." *American Journal of Physics* 53, 11 (1985): 1043-1055.
- Houdé, O. "Consciousness and unconsciousness of logical reasoning errors in the human brain." *Behavioral and Brain Sciences* 25, 3 (2002): 341-341.
- Houdé, O, and N Tzourio-Mazoyer. "Neural foundations of logical and mathematical cognition." *Nature Reviews Neuroscience* 4, 6 (2003): 507-513.
- Immordino-Yang, MH, et al. "Rest is not idleness: Implications of the brain's default mode for human development and education." *Perspectives on Psychological Science* 7, 4 (2012): 352-364.

- Ji, D, and MA Wilson. "Coordinated memory replay in the visual cortex and hippocampus during sleep." *Nature Neuroscience* 10, 1 (2006): 100-107.
- Johansson, F. *The Click Moment*. NY: Penguin, 2012.
- Johnson, S. *Where Good Ideas Come From*. NY: Riverhead, 2010.
- Kalbfleisch, ML. "Functional neural anatomy of talent." *The Anatomical Record Part B: The New Anatomist* 277, 1 (2004): 21-36.
- Kankwamba, W, and B Mealer. *The Boy Who Harnessed the Wind*. NY: William Morrow, 2009.
- Karpicke, JD. "Retrieval-based learning active retrieval promotes meaningful learning." *Current Directions in Psychological Science* 21, 3 (2012): 157-163.
- Karpicke, JD, and JR Blunt. "Response to comment on 'Retrieval practice produces more learning than elaborative studying with concept mapping.'" *Science* 334, 6055 (2011): 453-453.
- Karpicke, JD, and JR Blunt. "Retrieval practice produces more learning than elaborative studying with concept mapping." *Science* 331, 6018 (2011): 772-5.
- Karpicke, JD, et al. "Metacognitive strategies in student learning: Do students practice retrieval when they study on their own?" *Memory* 17, 4 (2009): 471-479.
- Karpicke, JD, and PJ Grimaldi. "Retrieval-based learning: A perspective for enhancing meaningful learning." *Educational Psychology Review* 24, 3 (2012): 401-418.
- Karpicke, JD, and HL Roediger. "The critical importance of retrieval for learning." *Science* 319, 5865 (2008): 966-968.
- Kaufman, AB, et al. "The neurobiological foundation of creative cognition." *Cambridge Handbook of Creativity* (2010): 216-232.
- Kell, HJ, et al. "Creativity and technical innovation: Spatial ability's unique role." *Psychological Science* (2013).
- Keller, EF. *A Feeling for the Organism, 10th Anniversary Edition: The Life and Work of Barbara McClintock*. 10th anniversary ed. NY: Times Books, 1984.
- Keresztes, A, et al. "Testing promotes long-term learning via stabilizing activation patterns in a large network of brain areas." *Cerebral Cortex*, (Advance access published Jun 24) (2013).
- Kinsbourne, M, and M Hiscock. "Asymmetries of dual-task performance." In *Cerebral Hemisphere Asymmetry*, edited by Hellige, JB, 255-334. NY: Praeger, 1983.
- Klein, G. *Sources of Power*. Cambridge, MA: MIT Press, 1999.
- Klein, H, and G Klein. "Perceptual/cognitive analysis of proficient cardio-pulmonary resuscitation (CPR) performance." In *Midwestern Psychological Association Conference*. Detroit, MI, 1981.
- Klingberg, T. *The Overflowing Brain*. NY: Oxford University Press, 2008.
- Kornell, N, et al. "Unsuccessful retrieval attempts enhance subsequent learning." *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 35, 4 (2009): 989.
- Kounios, J, and M Beeman. "The Aha! moment: The cognitive neuroscience of insight." *Current Directions in Psychological Science* 18, 4 (2009): 210-216.
- Leonard, G. *Mastery*. NY: Plume, 1991.
- Leutner, D, et al. "Cognitive load and science text comprehension: Effects of drawing and mentally imaging text content." *Computers in Human Behavior* 25 (2009): 284-289.
- Levin, JR, et al. "Mnemonic vocabulary instruction: Additional effectiveness evidence." *Contemporary Educational Psychology* 17, 2 (1992): 156-174.
- Longcamp, M, et al. "Learning through hand- or typewriting influences visual recognition of new graphic shapes: Behavioral and functional imaging evidence." *Journal of Cognitive Neuroscience* 20, 5 (2008): 802-815.
- Luria, AR. *The Mind of a Mnemonist*. Translated by Solotaroff, L. NY: Basic Books, 1968.
- Lutz, A, et al. "Attention regulation and monitoring in meditation." *Trends in Cognitive Sciences* 12, 4 (2008): 163.

- Lützen, J. *Mechanistic Images in Geometric Form*. NY: Oxford University Press, 2005.
- Lyons, IM, and SL Beilock. "When math hurts: Math anxiety predicts pain network activation in anticipation of doing math." *PLoS ONE* 7, 10 (2012): e48076.
- Maguire, EA, et al. "Routes to remembering: The brains behind superior memory." *Nature Neuroscience* 6, 1 (2003): 90-95.
- Mangan, BB. "Taking phenomenology seriously: The 'fringe' and its implications for cognitive research." *Consciousness and Cognition* 2, 2 (1993): 89-108.
- Mastascusa, EJ, et al. *Effective Instruction for STEM Disciplines*. San Francisco, CA: Jossey Bass, 2011.
- McClain, DL. "Harnessing the brain's right hemisphere to capture many kings." *New York Times*, Jan 24 2011. http://www.nytimes.com/2011/01/25/science/25chess.html?_r=0.
- McCord, J. "A thirty-year follow-up of treatment effects." *American Psychologist* 33, 3 (1978): 284.
- McDaniel, MA, and AA Callender. "Cognition, memory, and education." In *Cognitive Psychology of Memory, Vol 2 of Learning and Memory*, edited by Roediger, HL, 819-843. Oxford, UK: Elsevier, 2008.
- McGilchrist, I. *The Master and His Emissary*. New Haven, CT: Yale University Press, 2010.
- Mihov, KM, et al. "Hemispheric specialization and creative thinking: A meta-analytic review of lateralization of creativity." *Brain and Cognition* 72, 3 (2010): 442-8.
- Mitra, S, et al. "Acquisition of computing literacy on shared public computers: Children and the 'hole in the wall'." *Australasian Journal of Educational Technology* 21, 3 (2005): 407.
- Morris, PE, et al. "Strategies for learning proper names: Expanding retrieval practice, meaning and imagery." *Applied Cognitive Psychology* 19, 6 (2005): 779-798.
- Nakano, T, et al. "Blink-related momentary activation of the default mode network while viewing videos." *PNAS* 110, 2 (2012): 702-706.
- National Survey of Student Engagement. *Promoting Student Learning and Institutional Improvement: Lessons from NSSE at 13*. Bloomington, IN: Indiana University Center for Postsecondary Research, 2012.
- Newport, C. *So Good They Can't Ignore You*. NY: Business Plus, 2012.
- Niebauer, CL, and K Garvey. "Gödel, Escher, and degree of handedness: Differences in interhemispheric interaction predict differences in understanding self-reference." *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition* 9, 1 (2004): 19-34.
- Nielsen, JA, et al. "An evaluation of the left-brain vs. right-brain hypothesis with resting state functional connectivity magnetic resonance imaging." *PLOS ONE* 8, 8 (2013).
- Noesner, G. *Stalling for Time*. NY: Random House, 2010.
- Nyhus, E, and T Curran. "Functional role of gamma and theta oscillations in episodic memory." *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 34, 7 (2010): 1023-35.
- Oakley, BA. "Concepts and implications of altruism bias and pathological altruism." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110, Supplement 2 (2013): 10408-10415.
- Pachman, M, et al. "Levels of knowledge and deliberate practice." *Journal of Experimental Psychology* 19, 2 (2013): 108-119.
- Partnoy, F. *Wait*. NY: PublicAffairs, 2012.
- Pashler, H, et al. "When does feedback facilitate learning of words?" *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 31, 1 (2005): 3-8.
- Paul, AM. "The machines are taking over." *The New York Times*, Sep 14 2012. <http://www.nytimes.com/2012/09/16/magazine/how-computerized-tutors-are-learning-to-teach-humans.html?pagewanted=all>.
- _____. "You'll never learn! Students can't resist multitasking, and it's impairing their memory." *Slate* May 3 (2013).

- http://www.slate.com/articles/health_and_science/science/2013/05/multitasking_while_studying_divided_attention_and_technological_gadgets.3.html [accessed May 7, 2013].
- Pert, CB. *Molecules of Emotion*. NY: Scribner, 1997.
- Pesenti, M, et al. "Mental calculation in a prodigy is sustained by right prefrontal and medial temporal areas." *Nature Neuroscience* 4, 1 (2001): 103-108.
- Pintrich, PR, et al. "Beyond cold conceptual change: The role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change." *Review of Educational Research* 63, 2 (1993): 167-199.
- Plath, S. *The Bell Jar*. New York, NY: Harper Perennial, 1971.
- Prentis, JJ. "Equation poems." *American Journal of Physics* 64, 5 (1996): 532-538.
- President's Council of Advisors on Science and Technology. *Engage to Excel: Producing One Million Additional College Graduates with Degrees in Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. 2012. http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/pcast-engage-to-excel-final_feb.pdf [accessed Aug 25, 2013]
- Pyc, MA, and KA Rawson. "Why testing improves memory: Mediator effectiveness hypothesis." *Science* 330, 6002 (2010): 335-335.
- Raichle, ME, and AZ Snyder. "A default mode of brain function: A brief history of an evolving idea." *NeuroImage* 37, 4 (2007): 1083-1090.
- Ramachandran, VS. *Phantoms in the Brain*. NY: Harper Perennial, 1999.
- Ramón y Cajal, S. *Advice for a Young Investigator*. Translated by Swanson, N and LW Swanson. Cambridge, MA: MIT Press, 1999 [1897].
_____. *Recollections of My Life*. Cambridge, MA: MIT Press, 1937. Originally published as *Recuerdos De Mi Vida* in Madrid, 1901-1917, translated by Craigie, E. Horne.
- Rawson, KA, and J Dunlosky. "Optimizing schedules of retrieval practice for durable and efficient learning: How much is enough?" *Journal of Experimental Psychology: General* 140, 3 (2011): 283.
- Rivard, LP, and SB Straw. "The effect of talk and writing on learning science: An exploratory study." *Science Education* 84, 5 (2000): 566-593.
- Rocke, AJ. *Image and Reality*. Chicago, IL: University of Chicago Press, 2010.
- Roediger, HL, and AC Butler. "The critical role of retrieval practice in long-term retention." *Trends in Cognitive Sciences* 15, 1 (2011): 20-27.
- Roediger, HL, and JD Karpicke. "The power of testing memory: Basic research and implications for educational practice." *Perspectives on Psychological Science* 1, 3 (2006): 181-210.
- Roediger, HL, and MA Pyc. "Inexpensive techniques to improve education: Applying cognitive psychology to enhance educational practice." *Journal of Applied Research in Memory and Cognition* 1, 4 (2012): 242-248.
- Rohrer, D, et al. "Interleaved practice improves mathematics learning." submitted (2013).
- Rohrer, D, and H Pashler. "Increasing retention without increasing study time." *Current Directions in Psychological Science* 16, 4 (2007): 183-186.
_____. "Recent research on human learning challenges conventional instructional strategies." *Educational Researcher* 39, 5 (2010): 406-412.
- Root-Bernstein, RS, and MM Root-Bernstein. *Sparks of Genius*. NY: Houghton Mifflin, 1999.
- Ross, J, and KA Lawrence. "Some observations on memory artifice." *Psychonomic Science* 13, 2 (1968): 107-108.
- Schoenfeld, AH. "Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense-making in mathematics." In *Handbook for Research on Mathematics Teaching and Learning*, edited by Grouws, D. NY: MacMillan, 1992.
- Schutz, LE. "Broad-perspective perceptual disorder of the right hemisphere." *Neuropsychology Review* 15, 1 (2005): 11-27.

- Scullin, MK, and MA McDaniel. "Remembering to execute a goal: sleep on it!" *Psychological Science* 21, 7 (2010): 1028-35.
- Shannon, BJ, et al. "Premotor functional connectivity predicts impulsivity in juvenile offenders." *PNAS* 108, 27 (2011): 11241-11245.
- Shaw, CA, and JC McEachern, eds. *Toward a Theory of Neuroplasticity*. NY: Psychology Press, 2001.
- Silverman, L. *Giftedness 101*. NY: Springer, 2012.
- Simon, HA. "How big is a chunk?" *Science* 183, 4124 (1974): 482-488.
- Simonton, DK. *Creativity in Science*. NY: Cambridge University Press, 2004.
- _____. *Scientific Genius*. NY: Cambridge University Press, 2009.
- Sklar, AY, et al. "Reading and doing arithmetic nonconsciously." *PNAS* 109, 48 (2012): 19614-19619.
- Smoker, TJ, et al. "Comparing memory for handwriting versus typing." In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 53, 1744-1747, 2009.
- Solomon, I. "Analogical transfer and 'functional fixedness' in the science classroom." *Journal of Educational Research* 87, 6 (1994): 371-377.
- Spear, LP. "Adolescent neurodevelopment." *Journal of Adolescent Health* 52, 2 (2013): S7-S13.
- Steel, P. "The nature of procrastination: A meta-analytic and theoretical review of quintessential self-regulatory failure." *Psychological Bulletin* 133, 1 (2007): 65-94.
- _____. *The Procrastination Equation*. NY: Random House, 2010.
- Stickgold, R, and JM Ellenbogen. "Quiet! Sleeping brain at work." *Scientific American Mind* 19, 4 (2008): 22-29.
- Sweller, J, et al. *Cognitive Load Theory*. NY: Springer, 2011.
- Takeuchi, H, et al. "The association between resting functional connectivity and creativity." *Cerebral Cortex* 22, 12 (2012): 2921-2929.
- _____. "Failing to deactivate: The association between brain activity during a working memory task and creativity." *NeuroImage* 55, 2 (2011): 681-7.
- Taylor, K, and D Rohrer. "The effects of interleaved practice." *Applied Cognitive Psychology* 24, 6 (2010): 837-848.
- Thomas, C, and CI Baker. "Teaching an adult brain new tricks: A critical review of evidence for training-dependent structural plasticity in humans." *NeuroImage* 73 (2013): 225-36.
- Thompson-Schill, SL, et al. "Cognition without control: When a little frontal lobe goes a long way." *Current Directions in Psychological Science* 18, 5 (2009): 259-263.
- Tice, DM, and RF Baumeister. "Longitudinal study of procrastination, performance, stress, and health: The costs and benefits of dawdling." *Psychological Science* 8, 6 (1997): 454-458.
- University of Utah Health Care Office of Public Affairs "Researchers debunk myth of 'right-brain' and 'left-brain' personality traits." (2013). http://healthcare.utah.edu/publicaffairs/news/current/08-14-13_brain_personality_traits.html [accessed Aug 14].
- Velay, J-L, and M Longcamp. "Handwriting versus typewriting: Behavioural and cerebral consequences in letter recognition." In *Learning to Write Effectively*, edited by Mark Torrance, et al. Bradford, UK: Emerald Group Publishing, 2012.
- Wan, X, et al. "The neural basis of intuitive best next-move generation in board game experts." *Science* 331, 6015 (2011): 341-6.
- Weick, KE. "Small wins: Redefining the scale of social problems." *American Psychologist* 39, 1 (1984): 40-49.
- White, HA, and P Shah. "Creative style and achievement in adults with attention-deficit/hyperactivity disorder." *Personality and Individual Differences* 50, 5 (2011): 673-677.

- White, HA, and P Shah. "Uninhibited imaginations: Creativity in adults with attention-deficit/hyperactivity disorder." *Personality and Individual Differences* 40, 6 (2006): 1121-1131.
- William, J. *Talks to Teachers on Psychology: And to Students on Some of Life's Ideals*. Rockville, MD: ARC Manor, 2008, 1899.
- Wilson, T. *Redirect*. New York, NY: Little, Brown and Company, 2011.
- Wissman, KT, et al. "How and when do students use flashcards?" *Memory* 20, 6 (2012): 568-579.
- Xie, L, et al. "Sleep drives metabolite clearance from the adult brain." *science* 342, 6156 (2013): 373-377.

259 «* позначено книжки, які, як нам відомо, вийшли українською.