

Барбара Оакли

**Думай как математик. Как  
решать любые задачи  
быстрее и эффективнее**

«Альпина Диджитал»

2015

## **Оакли Б.**

Думай как математик. Как решать любые задачи быстрее и эффективнее / Б. Оакли — «Альпина Диджитал», 2015

Принято считать, что математики – это люди, наделенные недюжинными интеллектуальными способностями, которые необходимо развивать с самого детства. И большинству точность и логичность математического мышления недоступна. Барбара Оакли, доктор наук, в этой книге доказывает, что каждый может изменить способ своего мышления и овладеть приемами, которые используют все специалисты по точным наукам. Она призывает читателей тренировать свой мозг и подтверждает на конкретных примерах, что каждый может изменить способ своего мышления и овладеть приемами, которые явно или неявно используют все специалисты по точным и естественным наукам. Прочитав эту книгу, вы научитесь: эффективно решать задачи из любой области знаний; освоите метод интерливинга (чередование разных типов задач); научитесь «сжимать» ключевые идеи так, чтобы их было удобнее удержать в памяти, и узнаете о возможностях своего мозга очень много нового!

© Оакли Б., 2015

© Альпина Диджитал, 2015

# Содержание

Предисловие	8
Практичная и вдохновляющая книга	9
Обращение к читателю	10
1. Откройте дверь	11
2. Легкость – лучший подход	16
Мышление сфокусированное и мышление рассеянное	18
Сфокусированное состояние – тесный пинбол-автомат	20
Почему математика бывает более сложна для восприятия	23
Рассеянное состояние – просторный пинбол-автомат	25
Почему существует два состояния мышления?	26
Прокрастинация как прелюдия	29
Обобщение	30
Проверьте свои знания	30
3. Учиться – значит творить	33
Переключение со сфокусированного на рассеянное мышление	34
Креативность как плод использования и расширения способностей	37
Переключение режимов для усвоения материала	38
Не пытайтесь угнаться за отличниками	40
Избегайте установки	41
Что делать, если вы в тупике	44
Рабочая память и долговременная память. Общие сведения	45
О важности сна при обучении	47
Обобщение	48
Проверьте свои знания	48
4. Порции информации и иллюзия компетентности	51
Что происходит, когда вы фокусируете внимание?	52
Что такое «порция информации»? Трудности Соломона	54
Основные способы формирования порций информации	55
Иллюзия компетентности и важность вспоминания	59
Практика – путь к надежным знаниям	64
Повторяйте материал не за учебным столом: о пользе прогулок	67
Интерливинг (чередование разных типов задач) – или избыточное обучение?	68
Обобщение	70
Проверьте свои знания	71
5. Как не поддаться прокрастинации	74
Прокрастинация и дискомфорт	75
Как прокрастинирует мозг	76
Обобщение	78
Проверьте свои знания	78
6. Зомби вокруг нас	80
Как поставить привычки (зомби) себе на службу	82
Сосредоточьтесь на процессе, а не на «продукте»	85
Разделите работу на малые отрезки, затем занимайтесь интенсивно, но короткими периодами	86

Обобщение	89
Проверьте свои знания	90
7. Порции информации или ступор	92
Как сформировать действенную порцию информации	93
Тупик: когда знания вдруг дают сбой	96
Соберитесь с силами, или Как упорядочить материал	97
Постоянно экзаменуйте самих себя: экзамен – ценный опыт обучения	98
Обобщение	99
Проверьте свои знания	99
8. Способы, советы и хитрости	102
Самозэкспериментирование – ключ к самосовершенствованию	104
Заговор против зомби: ежедневник-планировщик как личная книга лабораторных наблюдений	106
Советы по технологии: лучшие приложения и программы для обучения	111
Обобщение	112
Проверьте свои знания	112
9. Зомби-прокрастинации, окончание	115
Плюсы и минусы нещадной работы в «зоне повышенного риска»	116
Мудрое ожидание	118
Часто задаваемые вопросы о прокрастинации	120
Обобщение	122
Проверьте свои знания	123
10. Совершенствование памяти	124
Помните ли вы, где находится кухонный стол? Зрительно-пространственная память	127
О важности запоминания зрительных образов «Дворец памяти»	128
Обобщение	130
Проверьте свои знания	133
11. Еще несколько советов по запоминанию	136
Придумайте яркую визуальную метафору или аналогию	136
Интервальные повторения как средство уложить знания в памяти	138
Группируйте явления по смыслу	141
Сочиняйте истории	142
Мышечная память	143
Истинная мышечная память	144
Приемы запоминания помогают быстрее овладеть знаниями	145
Обобщение	146
Проверьте свои знания	147
12. Учимся ценить свой талант	148
Вперед к интуитивному пониманию	148
Незачем завидовать гениям	150
Обобщение	152
Проверьте свои знания	153
13. Формируем мозг	155

Изменить образ мыслей – изменить жизнь	157
Новая жизнь порций информации	158
Обобщение	160
Проверьте свои знания	160
14. Развитие внутреннего зрения через уравнения-стихи	161
Научитесь писать стихи об уравнениях	161
Упрощайте и одушевляйте изучаемое	164
Перенос – применение изученного к новым контекстам	167
Обобщение	168
Проверьте свои знания	168
15. Мы в ответе за собственные знания	170
Ценность самообучения	170
Цените хороших преподавателей	173
Еще одна причина для самостоятельных занятий – нестандартные тесты	174
Берегитесь «интеллектуальных снайперов»	175
Обобщение	176
Проверьте свои знания	176
16. Как избежать излишней уверенности	179
Избегайте чрезмерной уверенности	181
Польза от совместных мозговых штурмов	182
Обобщение	185
Проверьте свои знания	186
17. Экзамены и тесты	188
Метод «сначала сложное, затем простое»	191
Экзаменационное волнение и как с ним бороться	193
Тесты и экзамены – последнее напутствие	195
Обобщение	195
Проверьте свои знания	196
18. Раскройте свой потенциал	198
Послесловие	204
Литература	206
Благодарности	216
Иллюстрации	218
Комментарии	

# Барбара Оакли

## Думай как математик. Как решать любые задачи быстрее и эффективнее

Переводчик *И. Майгурова*

Научный редактор *Е. Лошкарева*

Редактор *Л. Рыклина*

Руководитель проекта *А. Деркач*

Корректоры *Е. Аксёнова, М. Смирнова*

Компьютерная верстка *М. Поташкин*

Дизайн обложки *М. Минакова*

© Barbara Oakley, 2014

This edition published by arrangement with the Jeremy P. Tarcher, a member of Penguin Group (USA) LLC, a Penguin Random House Company

© Издание на русском языке, перевод, оформление. ООО «Альпина Паблишер», 2015

*Все права защищены. Произведение предназначено исключительно для частного использования. Никакая часть электронного экземпляра данной книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, включая размещение в сети Интернет и в корпоративных сетях, для публичного или коллективного использования без письменного разрешения владельца авторских прав. За нарушение авторских прав законодательством предусмотрена выплата компенсации правообладателя в размере до 5 млн. рублей (ст. 49 ЗОАП), а также уголовная ответственность в виде лишения свободы на срок до 6 лет (ст. 146 УК РФ).*

\* \* \*

*Посвящается доктору Ричарду Фелдеру, чей талант и страсть способствовали благотворным переменам в обучении математике, а также естественным, инженерным и техническим наукам по всему миру. Мои собственные успехи, как и успехи десятков тысяч других преподавателей, произрастают на плодородной почве его подхода к обучению.*

## Предисловие

### Путеводитель по миру знаний

Ваш мозг обладает потрясающими способностями, только к нему не приложено руководство по эксплуатации. Такое руководство вы найдете в книге «Думай как математик». Новичок вы или эксперт, вам откроются новые пути совершенствования навыков и методов усвоения знаний – прежде всего тех, что связаны с математикой и естественными науками.

Анри Пуанкаре, математик, живший во второй половине XIX – начале XX века, однажды рассказал, как он решил сложную математическую задачу, над которой безуспешно трудился несколько недель. Ученый взял отпуск. И когда на юге Франции он сел в автобус, ответ неожиданно пришел сам собой, всплыв из той части мозга, которая продолжала работать над задачей даже во время отдыха. Пуанкаре знал, что готовое решение уже найдено, хотя и не записывал деталей до возвращения в Париж.

То, что сработало для Пуанкаре, работает и в вашем случае – утверждает автор этой книги Барбара Оакли. Как это ни удивительно, мозг может трудиться над задачей, даже когда вы спите и ничего не ощущаете. Однако такое происходит, только если перед сном вы сосредотачиваетесь на попытках найти решение. Тогда поутру вы можете проснуться со свежими мыслями в голове, и они помогут вам решить задачу. Упорные усилия перед тем, как отправиться в отпуск или заснуть, важны для приведения мозга в нужное состояние, иначе он будет работать над чем-нибудь другим. В этом отношении математика и естественные науки не уникальны: с той же активностью, с какой мозг пытается найти решение математической или естественно-научной задачи, он будет искать и выход из ситуации, связанной со сложными взаимоотношениями, если в последнее время вы много о них думали.

В этой потрясающей и своевременной книге, рисующей обучение как приключение, а не как тяжелый труд, вы найдете много советов и приемов, помогающих эффективно усваивать материал. Вы увидите, какие уловки приводят к самообману, и сможете оценить, действительно ли знаете материал; вы познакомитесь со способами фокусироваться на упражнениях или делать между ними нужные перерывы; научитесь «сжимать» ключевые идеи так, чтобы их было удобнее удержать в памяти. Освоение простых практических советов, описанных здесь, поможет вам учиться более эффективно и избежать огорчений. Этот прекрасный путеводитель по миру знаний обогатит ваши учебные занятия и всю вашу жизнь.

*Терренс Сейновски, Институт биологических исследований Солка*



## Практичная и вдохновляющая книга

Эта книга может полностью изменить ваше восприятие и понимание процесса обучения. Вы узнаете о *самых простых, самых эффективных и самых действенных* методиках обучения, известных ученым. И вы с удовольствием ими овладеете.

Удивительно, как много людей пользуется неэффективными и бесполезными стратегиями при получении знаний. Например, в нашей лаборатории мы провели опрос среди студентов о том, каким образом они усваивают материал. Оказалось, что чаще всего используется метод *повторного чтения* – простого многократного перечитывания книг или лекций. Мы наряду с другими исследователями выяснили, что этот пассивный и поверхностный способ часто приносит мало пользы, – и называем его «бесполезным трудом»: студенты занимаются в поте лица, но эти усилия ни к чему не приводят.

Мы прибегаем к пассивному перечитыванию не потому, что глупы или ленивы, а потому, что становимся пленниками когнитивной иллюзии. Когда мы снова и снова читаем один и тот же материал, он становится знакомым и лучше воспринимается, а это значит, что мозгу легче его обрабатывать. И нам кажется, что эта легкость восприятия и есть знак того, что мы тщательно выучили материал, хотя на самом деле это не так.

Книга расскажет об иллюзиях усвоения, а также о том, как не стать жертвой своих ложных представлений. Она вооружит вас новыми действенными приемами, такими как методика вспоминания, и в результате ваши немалые усилия по заучиванию материала принесут более весомые плоды. Эта прикладная и одновременно вдохновляющая книга покажет, почему одни способы действеннее других.

Мы стоим на пороге открытий, которые позволят нам лучше усваивать материал. В этом новом мире откровений книга «Думай как математик» – ваш незаменимый проводник и спутник.

*Джеффри Картик, ассоциированный профессор психологии в Университете Пердью*

## Обращение к читателю

Люди, профессионально работающие в области математики и естественных наук, зачастую тратят целые годы на поиски эффективных методов усвоения материала. Найти такие методы – это *здорово!* Это значит, что обряд инициации, необходимый для вступления в загадочное сообщество адептов математических и естественных наук, пройден!

Я написала эту книгу с целью изложить в ней эти простые приемы так, чтобы вы могли немедленно начать ими пользоваться. То, на что у экспертов ушли годы, теперь доступно и вам.

Эти подходы применимы на любом уровне владения математикой и естественными науками: с их помощью вы можете изменить и свое мышление, и всю жизнь. Если вы уже эксперт, взгляд в глубь мыслительных процессов подскажет вам, как усовершенствовать процесс усвоения материала: как лучше подготовиться к тестам или как плодотворнее использовать время при выполнении домашних заданий. Если математика вам не дается, вы найдете здесь целые залежи структурированных практических приемов, которые выведут вас на нужный путь. Если вы хоть когда-нибудь хотели в чем-то совершенствоваться, эта книга будет вам отличным подспорьем.

Книга предназначена для студентов, любящих искусство и языки, но ненавидящих математику. Она также полезна учащимся, которые уже отлично справляются с естественными, техническими и экономическими науками и математикой, но не прочь разнообразить арсенал средств обучения. Книга пригодится и родителям, дети которых отстают в математике или, наоборот, пытаются подняться к вершинам математического знания. Она поможет и измученному офисному работнику, который не справился с важным сертификационным экзаменом, и ночной продавщице супермаркета, которая мечтает быть медсестрой или даже врачом. Она для все более растущей армии людей, получающих образование дома. Она для школьных учителей и вузовских преподавателей – не только в сфере математики, естественных и технических наук, но и в области педагогики, психологии и бизнеса. Она для пенсионеров, у которых наконец-то появилось время осваивать, например, информатику или тонкости кулинарного искусства. Она предназначена для тех читателей всех возрастов, которые любят знать понемногу обо всем.

Иными словами, эта книга для вас. Получайте удовольствие!

*Барбара Оакли, доктор наук, инженер-консультант, член совета Американского института медицинского и биологического машиностроения, вице-президент Общества технического машиностроения для медицины и биологии Института инженеров электротехники и электроники*

## 1. Откройте дверь

Каковы ваши шансы обнаружить в своем холодильнике зомби, удобно устроившегося на полке и вяжущего носки? У меня – эмоциональной, чувствительной и склонной к изучению иностранных языков барышни – были примерно такие же шансы стать преподавателем технических наук.

Математику и естественные дисциплины я терпеть не могла. Я вечно проваливала экзамены по всем точным наукам, а изучать тригонометрию – причем облегченный курс – я начала только в 26 лет.

В детстве я даже не умела определять время по циферблату. С чего вдруг маленькая стрелка указывает на часы? Ведь час важнее минут, и указывать час – дело для большой стрелки! Я вечно путалась, сколько времени: десять минут одиннадцатого или без десяти два? Хуже был только телевизор. Я даже не знала, как он включается (дистанционных пультов в те годы еще не было)! Так что смотреть его я могла только в компании сестры или брата, которые умели не только включать телевизор, но и найти нужную передачу. Вот и отлично.

Неумение обращаться с техникой и провалы на экзаменах по математике убеждали меня в том, что с мозгами у меня не очень. По крайней мере в этих областях. Я тогда не понимала, насколько мои представления о себе как о персоне, неспособной иметь дело с техникой, математикой и естественными науками, влияли на мое будущее. Главной проблемой была математика, цифры и уравнения стали для меня чем-то вроде смертельных болезней – их хотелось избегать любой ценой. Я и не знала, что сосредоточиться на математике проще простого: для этого существуют несложные мыслительные приемы, полезные не только для тех, кто слаб в математике, но и для тех, кто в ней уже силен. Я не понимала, что мой тип мышления традиционен для людей, считающих, что математика и точные науки – не для них. Сейчас я вижу, что мои проблемы коренились в различии двух взглядов на мир. Тогда я знала только один способ учиться и в результате оставалась глуха к музыке математики.



Я в десятилетнем возрасте (сентябрь 1996-го) с барашком по кличке Граф. Я любила животных, обожала читать и мечтать. Математика и естественные науки меня не интересовали.

*Фото предоставлено автором*

Математика бывает ласковой матерью. Она логично и величаво поднимается от сложения к вычитанию, умножению и делению, затем взмывает к небесам математических красот. Однако бывает и злобной мачехой, которая не прощает ни малейшего сбоя в этой логичной последовательности – а ведь сбиться и пропустить шаг так легко! Семейные сложности, усталый учитель, некстати затянувшаяся болезнь – даже неделя-другая, если она пришлась на ключевой период, может выбить вас из игры навсегда.

Или, как было в моем случае, все может решить простое отсутствие интереса либо уверенность в недостатке способностей.

В седьмом классе нашу семью постигло несчастье. Отец потерял работу из-за серьезной травмы позвоночника, и мы переехали жить в захудалый район, где в школе преподавал математику брюзга, часами заставлявший учеников механически складывать и умножать в духоту и зной. При этом он ничего не объяснял. Казалось, ему нравилось видеть, как мы страдаем.

К тому времени я не просто считала математику бесполезной – я ее ненавидела. А что касалось естественных наук... да их ничего и не касалось. Во время первого же химического опыта учитель дал мне и моей соседке по парте совсем не те вещества, что получил весь класс, а потом высмеял нас за попытку подогнать ответ под результаты, полученные другими учениками. Когда мои родители, искренне озабоченные моей неуспеваемостью, посоветовали мне попросить учителя о дополнительных занятиях в учебное время, я решила, что мне лучше знать, что делать. Математика и естественные науки бесполезны, а непререкаемые Демиурги Школьной Программы вознамерились их в меня воткнуть насильно. Победить я могла только одним – отказом понимать материал и яростным проваливанием всех экзаменов. Противостоять такой стратегии мои противники были не в состоянии.

У меня, правда, были и другие интересы. Я любила историю и общественные науки, с удовольствием изучала культуру и особенно языки. За счет этих предметов средний балл держался на приемлемом уровне.

Сразу после школы я записалась в армию – там мне собирались платить за то, чтобы я выучила иностранный язык. Я изучала русский (выбранный мной ни с того ни с сего) так успешно, что Служба вневоинской подготовки офицеров запаса (ROTC) стала платить мне стипендию. Затем я перешла в Вашингтонский университет в Сиэтле, где получила степень бакалавра по славянским языкам и литературе с отличием. Русский язык лился из меня легко, как теплая патока: произношение было настолько хорошим, что меня порой принимали за русскую. Времени на совершенствование навыков я не жалела: чем лучше я владела языком, тем больше мне нравилось им заниматься, а чем больше я занималась, тем больше времени этому посвящала. Успехи только укрепляли желание практиковаться дальше, и это приводило к новым успехам.

Однако через некоторое время случилось неожиданное: меня произвели в офицеры, теперь я была вторым лейтенантом войск связи США. Передо мной вдруг замаячила необходимость стать экспертом по телеграфной, телефонной и радиосвязи. Представляете? Я – уверенный в себе специалист по филологии, строящий судьбу собственными руками, – оказалась выброшена в новый для меня мир техники и технологий, в котором была пень пнем.

Вот так поворот!

После курса по электронике, в основе которого лежала математика (по успеваемости я была последней в группе), меня с моими шаткими знаниями отправили в Западную Германию командиром отделения связистов. Там я увидела, что технически грамотные офицеры и рядовые здесь нарасхват: к ним обращались за помощью в первую очередь: именно от них зависело успешное выполнение поставленных задач.

Поразмыслив о своей карьере, я поняла, что раньше следовала внутренним привычным пристрастиям, не оставляя места для новых, и в результате незаметно для себя оказалась в тупике. Если я останусь в армии, из-за технической беспомощности всегда буду специалистом второго сорта. Если же уйти из армии – что мне делать с дипломом по славянским языкам и литературе? Мест, где требуется знание русского языка, не так уж много, я неизбежно окажусь в миллионной толпе таких же обладателей степени бакалавра, годных лишь для малоквалифицированной секретарской работы. Пурист, возможно, заявил бы, что с моими учебными и служебными достижениями я могла претендовать и на более заметную работу, однако такой пурист вряд ли знает, как жесток порой рынок трудоустройства.

К счастью, был еще один нестандартный выход. Мне, как военнослужащей, закон гарантировал деньги на дальнейшее обучение после службы в армии. Что, если использовать эту сумму на немислимый эксперимент – на изменение самой себя? Сумею ли я перестроить свое сознание и из математикофоба превратиться в математикофила? Из технофоба в техногения?

Я прежде не слышала о подобных перерождениях, тем более в случаях такой запущенной фобии, как у меня. Математика и я – более несовместимых вещей я себе не представляла. Однако на примере сослуживцев видела, какую пользу может принести такая перемена.

Это стало для меня вызовом, неудержимым соблазном.

И я решила перестроить свое сознание.

Мне приходилось нелегко. Первые семестры меня то и дело переполняли страх и отчаяние, словно я шла на ощупь с завязанными глазами. Мои более молодые сокурсники казались мне прирожденными математиками, которым легко открывалось нужное решение, я же то и дело натывалась на глухие стены.

Однако со временем стало приходить понимание. Выяснилось, что часть предыдущих проблем коренилась в неверном подходе – как если бы я пыталась поднять бревно, на котором сама же и стою. Я начала замечать полезные мелочи, помогающие не только заучивать материал, но и вовремя останавливаться. Я поняла, что освоение одних техник может стать полезнейшим инструментом овладения другими. Я также научилась не браться за заучивание больших объемов информации, а оставлять себе время попрактиковаться, даже если при этом мои одногруппники заканчивали обучение раньше меня (я в каждом семестре проходила меньше предметов, чем они).

По мере того как я *училась учиться* математике и естественным наукам, дело шло все легче. К моему удивлению, повторялась ситуация с изучением языков: чем лучше я разбиралась в предмете, тем больше мне нравилось им заниматься. Бывшая «королева математиков-слабаков» заработала степень бакалавра по электротехнике, затем магистра по компьютерной и электротехнике, а напоследок докторскую степень по системотехнике, требовавшую обширных знаний по термодинамике, электромагнитным явлениям, акустике и физической химии. Чем выше я поднималась, тем лучше были оценки, и к докторской степени я продвигалась как на крыльях, блистая отличными баллами. (Впрочем, возможно, не совсем на крыльях. Хорошие оценки требовали труда, но то, над чем приходилось трудиться, было мне понятно.)

Теперь, став преподавателем технических наук, я заинтересовалась процессами, происходящими в мозге человека. Мой интерес естественным образом возник из того факта, что именно инженерные технологии лежат в основе медицинских исследований, позволяющих заглянуть внутрь мозга. Теперь мне гораздо понятнее, как и почему я смогла изменить свое сознание. И я гораздо яснее вижу, как помочь вам – именно вам – учиться более эффективно, без тех трудностей и препятствий, что выпали на мою долю<sup>[1]</sup>. А поскольку моя исследовательская деятельность включает в себя изыскания в области технических, социальных и гуманитарных наук, то я хорошо знакома с творческими процессами, на которых основаны не только литература и искусство, но и математика и естествознание.

Если вы (пока еще) не считаете себя от природы одаренными в математике и естественных науках, вас может удивить тот факт, что **мозг создан для выполнения сложных расчетов**. Именно такие расчеты позволяют нам ловить мяч, раскачиваться на стуле, объезжать на машине дорожные ямы. Мы производим непростые вычисления и решаем головоломные уравнения бессознательно, не отдавая себе отчета в том, что решение нам известно задолго до того, как мы придем к нему долгим путем<sup>[2]</sup>. На самом деле чутье и способности к математике и естественным наукам есть у каждого. Нужно лишь освоить терминологию и соответствующую культуру.

В процессе создания этой книги я общалась с сотнями людей – лучшими в мире преподавателями математики, физики, химии, биологии и инженерных наук, а также преподавателями педагогики, психологии, нейробиологии и таких дисциплин, как бизнес и здравоохранение. Я поражалась тому, насколько часто эти специалисты мирового класса использовали при изучении своих наук ровно те же методы, которые описываются в этой книге. Этим же

приемам они пытались научить и своих студентов, однако поскольку такие методики порой кажутся нелогичными и даже иррациональными, то преподавателям не всегда удавалось убедить студентов ими пользоваться. Более того, некоторые из этих способов передачи и получения знаний часто высмеиваются учителями из числа заурядных, поэтому знаменитые преподаватели доверяли мне свои секреты довольно сдержанно, не зная, что множество других их коллег того же масштаба применяют те же приемы. Эти советы лучших профессоров мира теперь, собранные воедино, представлены и вам для изучения и применения на практике. Методы, описанные в этой книге, особо ценны для случаев, когда вам нужно получить и хорошо усвоить глубокие знания за ограниченное время. Вам также будут полезны советы людей, которые, как и вы, учатся и по собственному опыту знают все возможные трудности и ограничения.

Помните: это издание – для тех, кто уже овладел математикой, и для тех, кто боится к ней подступиться. Я написала ее для того, чтобы облегчить вам изучение математики и естественных наук, независимо от вашей былой успеваемости и от вашего мнения о собственной пригодности к обучению. Из моей книги вы узнаете о мыслительных процессах и о том, как ваш мозг усваивает новые знания, а также о том, как он порой убеждает вас, будто вы чему-то учитесь, хотя на самом деле никакого обучения не происходит. Книга также содержит множество упражнений по развитию навыков обучения, которые вы можете применить к вашим текущим занятиям.

**Если вы уже поднаторели в математике и естественных науках, эти советы помогут вам совершенствоваться**, принесут радость, разовьют творческий подход и придадут изящества вашим уравнениям.

**Если вы попросту уверены в том, что не имеете способностей к математике и естественным наукам, эта книга может вас переубедить.** Вы, возможно, этому не поверите, но все же получите надежду. Когда вы попробуете применить на практике советы, приведенные здесь, вы с удивлением обнаружите в себе перемены, которые откроют вам путь к новым увлечениям.

Эта книга поможет вам добиваться лучших результатов и подходить к делу творчески – не только в математике, но и во всем, чем вы занимаетесь.

А теперь к делу!

## 2. Легкость – лучший подход *Почему излишняя старательность может быть вредна*

Если вы хотите проникнуть в некоторые важнейшие тайны изучения математики и естественных наук, взгляните на эту фотографию.

Мужчина справа – легендарный шахматный гроссмейстер Гарри Каспаров. Мальчик слева – 13-летний Магнус Карлсен. Карлсен только что отошел от шахматной доски в разгаре партии в быстрые шахматы – игры, не предусматривающей длительного обдумывания ходов и стратегии. Это примерно как решить вдруг сделать заднее сальто, идя по канату над Ниагарским водопадом.

Да, Карлсен выбивал противника из колеи, и Каспаров, вместо того чтобы разгромить дерзкого мальчишку, сыграл вничью. Однако гениальный Карлсен, который впоследствии стал самым молодым шахматистом, добившимся наивысшего шахматного рейтинга, не просто вел интеллектуальное сражение со старшим противником. Понимание общего подхода Карлсена может дать нам ключ к процессам, происходящим в мозгу, когда человек изучает математику и естественные науки. Прежде чем рассматривать то, как Карлсен противостоял Каспарову, нам нужно остановиться на нескольких важных принципах человеческого мышления (а к Карлсену мы еще вернемся, не сомневайтесь!).

В этой главе мы коснемся некоторых основных тем нашей книги, поэтому не удивляйтесь тому, что вам придется переключать восприятие с одного предмета на другой. Способность переключать внимание – сначала ухватывать деталь изучаемой общей картины, а потом возвращаться к предмету для полного понимания происходящего – сама по себе составляет один из главных предметов этой книги.





Тринадцатилетний Магнус Карлсен (слева) и легендарный Гарри Каспаров на турнире по быстрым шахматам в Рейкьявике, 2004 г. На лице Каспарова проступает явное недовольство

## **ВАША ПОПЫТКА!**

### **Настройте свой «мыслительный насос»**

Когда вы впервые начинаете просматривать главу учебника по математике или естественным наукам, полезно пробежать глазами весь раздел, составляя себе общую картину: взглянуть не только на схемы, диаграммы и фотографии, но и на заголовки разделов, выводы и даже на вопросы в конце текста (если они есть). На первый взгляд такой подход кажется нелогичным – вы ведь еще не читали главу! – однако он помогает настроить «мыслительный насос». Попробуйте прямо сейчас проглядеть всю главу и вопросы в конце.

Вы удивитесь тому, насколько минута-другая, потраченная на такое предварительное просматривание новой главы, помогает упорядочить мысли. Таким способом еще до того, как начать внимательное ознакомление с текстом, вы создаете незаметные нейронные зацепки для восприятия, которые облегчат вам усвоение материала.

## Мышление сфокусированное и мышление рассеянное

С самого начала XXI века нейробиология уверенными шагами продвигается к пониманию двух типов систем, попеременно используемых мозгом. Это системы, ответственные за состояние повышенного внимания и за более расслабленное состояние покоя<sup>[3]</sup>. Мыслительные режимы, относящиеся к таким состояниям, мы будем называть соответственно «сфокусированным мышлением» и «рассеянным мышлением»; и то и другое очень важно при обучении<sup>[4]</sup>. В повседневной жизни ваше состояние часто меняется и вы пребываете либо в одном, либо в другом мыслительном режиме, а не совмещаете оба сразу. В рассеянном состоянии мозг способен незаметно, в качестве фонового процесса, обдумывать то, на чем вы в данный момент не сосредоточены<sup>[5]</sup>. А иногда вы можете переключаться в рассеянный режим на короткий миг.

Сфокусированное мышление крайне важно для изучения математики и естественных наук. Оно предполагает прямое обращение к решаемой задаче и использует рациональный, последовательный и аналитический подход. Такой тип мышления ассоциируется со способностью сосредотачиваться, связанной с префронтальным участком коры головного мозга (находящимся непосредственно за лобной костью)<sup>[6]</sup>. Стоит вам обратить на что-то внимание – и готово: сфокусированное мышление включилось, как четкий всепроникающий свет от ручного фонарика.



Префронтальный участок коры головного мозга находится за лобной костью

Рассеянное мышление тоже важно для изучения математики и естественных наук. Оно дает нам возможность испытывать внезапные озарения и находить неожиданные решения, когда мы бьемся над какой-нибудь задачкой. Также оно ассоциируется с широким ракурсом и способностью видеть всю картину целиком. Рассеянное мышление значит, что вы ослабляете внимание и мысли бродят как им захочется. Такое расслабление позволяет различным участкам мозга возвращать догадки и озарения в активную зону. В отличие от сфокусированного мышления рассеянное мышление почти не связано с конкретными участками мозга – оно как бы «рассеяно» по всему мозгу<sup>[7]</sup>. Озарения и догадки, приходящие в таком

состоянии, часто берут начало в предварительных размышлениях, случающихся при сфокусированном мышлении. (Рассеянному мышлению, чтобы делать кирпичи, нужна глина!)

Изучение нового материала сопровождается «мигающими» нейронными процессами в разных участках мозга и передачей данных от полушария к полушарию<sup>[8]</sup>. Это значит, что думать и учиться – процесс более сложный, чем обычное переключение со сфокусированного на рассеянное мышление и обратно. К счастью, нам не нужно вдаваться в тонкости физиологических механизмов. Мы применим другой подход.

## Сфокусированное состояние – тесный пинбол-автомат

Для лучшего понимания сфокусированных и рассеянных мыслительных процессов мы немного поиграем в пинбол (метафоры – мощное средство для изучения математики и естественных наук). В старой игре вы отводите пружинный рычажок и он вбрасывает на поле шарик, который потом беспорядочно мечется между круглыми резиновыми буферами.



Этот зомби со счастливым лицом – игрок в мыслительный пинбол

Взгляните на следующую иллюстрацию. Когда вы сосредотачиваете внимание на проблеме, ваше сознание поворачивает мыслительный рычажок и высвобождает мысль. Бац – и мысль выскакивает на поле, мечась от буфера к буферу, как в пинбольной игре в голове слева. Это *сфокусированное мышление*.

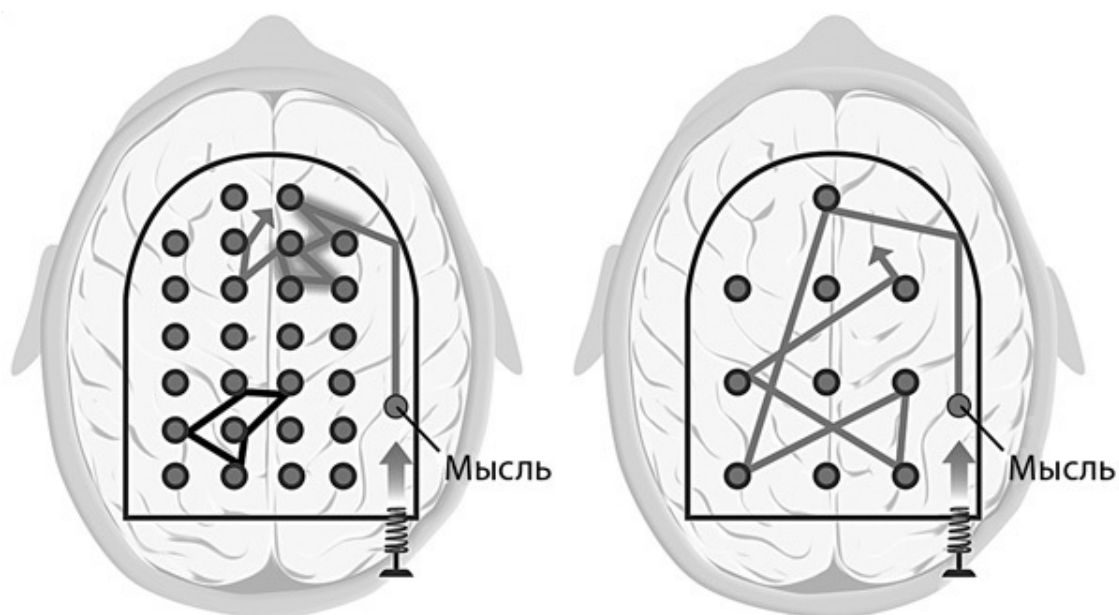
Посмотрите, как близко друг к другу расположены буфера при сфокусированном мышлении. А при рассеянном мышлении (справа) резиновые буфера расположены не так плотно. (Если вы хотите продолжить эту метафору дальше, считайте каждый буфер пучком нейронов.)

Буфера, кучно поставленные при сфокусированном мышлении, означают, что вам легче обдумывать конкретную мысль. Сфокусированный режим в основном используется для сосредоточения на пунктах, которые уже тесно связаны в вашем сознании (часто потому, что понятия, лежащие в их основе, вам знакомы и понятны). Если пристальнее взглянуть на верхнюю часть рисунка, относящегося к сфокусированному мышлению, мы увидим более широкую, «хорошо протоптанную» часть линии: она показывает, как мысль проходит

по уже изведанным путям. Например, сфокусированный режим используется для перемножения чисел – если вы, конечно, уже знаете правила умножения. При изучении иностранного языка сфокусированный режим используется, например, для лучшего усвоения испанских глаголов, спряжение которых вы выучили на прошлой неделе. Если вы пловец, то в сфокусированном режиме вы анализируете движения при плавании брассом, когда в подводном положении учитесь делать движение более энергичным.

Когда вы на чем-то сосредоточены, отвечающий за сознательное внимание префронтальный участок коры головного мозга автоматически посылает по мозговым каналам сигналы, которые соединяют различные участки мозга, связанные с тем, о чем вы в данный момент думаете. Это похоже на то, как осьминог распускает щупальца во все стороны, трогая те предметы, которые ему сейчас нужны. И подобно тому, как у осьминога ограничено число щупалец, количество предметов, которые ваша рабочая память способна удерживать одновременно, тоже ограничено. (О рабочей памяти мы поговорим чуть позже.)

Часто задача впервые попадает в мозг тогда, когда вы фокусируете внимание на словах – читаете книгу или просматриваете конспект лекции. Осьминог, олицетворяющий ваше внимание, активирует сфокусированное состояние мозга. Изначально присматриваясь к задаче, вы думаете напряженно, тесно поставленные буфера запускают мысль по знакомым нейронным путям, связанным с уже известными вам понятиями. Мысли легко пробегают по проторенным маршрутам и быстро находят решение. Однако в математике и естественных науках даже минимальные сдвиги в условиях задачи могут неузнаваемо ее изменить – и решить ее становится намного сложнее.



В игре, называемой «Пинбол», шарик (отождествляемый с мыслью) выбрасывается пружиной и начинает беспорядочно отскакивать от резиновых буферов, выстроенных в ряды. Два пинбольных автомата, изображенные здесь, – символы сфокусированного (слева) и рассеянного (справа) мышления. Сфокусированный режим соотносится с усиленной сосредоточенностью на конкретной задаче или понятии. Однако в сфокусированном состоянии вы порой внезапно обнаруживаете, что, глубоко сосредоточившись на задаче, пытаетесь ее решить с помощью неверных мыслей, гнездящихся в других местах мозга – не в тех, где находятся «правильные» мысли, нужные для решения задачи.

В качестве примера посмотрите на верхнюю «мысль», которую пинбол-автомат поначалу перебрасывает с места на место на левой иллюстрации. Эта мысль очень далека от нижнего участка мыслей и никак с ним не соединена. Обратите внимание: часть «верхнего» участка мысли движется по широким дорожкам – это значит, что нечто подобное вы уже обдумывали. Нижняя часть – новая мысль: под ней нет широких протоптанных путей.

Рассеянный, расфокусированный подход (справа) часто связан с широкой перспективой и представлением об общей картине. Этот способ мышления полезен при получении новых знаний. Как видите, рассеянное мышление не дает четко сосредоточиться на конкретной задаче, зато позволяет ближе подойти к решению, поскольку буфера поставлены редко и потому пути между ними длиннее.

## Почему математика бывает более сложна для восприятия

Сфокусированный поиск решений в математике и естественных науках часто требует больше затрат, чем сфокусированный поиск решений в сферах, связанных с языком и людьми<sup>[9]</sup>. Возможно, это потому, что за тысячелетия своей истории человечество не научилось нужным образом обращаться с математическими идеями, которые зачастую более абстрактны и сложнее закодированы, чем обычный язык<sup>[10]</sup>. Разумеется, мы умеем размышлять о математике и естественных науках, но *абстрактность и закодированность* переводят проблему на более высокий – а порой и многократно более высокий – уровень сложности.

Что я подразумеваю под абстрактностью? Можно указать пальцем на настоящую живую корову, жующую жвачку на пастбище, и приравнять ее к буквам *к-о-р-о-в-а*, написанным на бумаге. Однако нельзя указать пальцем на настоящий живой *плюс*, обозначаемый символом «+», поскольку идея, лежащая в основе знака плюса, более *абстрактна*. А говоря о *кодированности*, я подразумеваю, что один символ может означать целый набор операций или идей, точно так же как знак умножения символизирует многократно повторенное сложение. В нашей аналогии с пинболом это примерно то же, как если бы буфера были частично сделаны из губки: чтобы они затвердели и шарик стал правильно от них отскакивать, потребовались бы дополнительные приемы и действия. Вот почему бороться с прокрастинацией при изучении математики и естественных наук более важно, чем при изучении любых других дисциплин (где этот навык тоже нужен). К прокрастинации мы еще вернемся.

С этими трудностями в изучении математики и естественных наук связано еще одно осложнение, называемое «эффект установки», или Einstellung-effect (немецкое слово Einstellung значит «установка»; для простоты можете представить себе «установку» дорожного шлагбаума или же преграду, появившуюся из-за изначального взгляда на предмет или проблему). Речь идет о феномене, при котором уже имеющаяся у вас идея или начальная мысль препятствует поиску лучшей идеи или решения<sup>[11]</sup>. Мы видели это на иллюстрации с пинбол-автоматом, относящейся к сфокусированному состоянию: там изначальная мысль уходила в верхнюю часть мозга, хотя последовательность ходов, приводящая к верному решению, лежала в нижней части.

Данный неправильный подход особо часто встречается при изучении наук, связанных с математикой, поскольку изначальный интуитивный импульс может порой привести к неверному результату. Отучаться от прежних ошибочных подходов нам приходится одновременно с освоением новых<sup>[12]</sup>.

Эффект установки – частая помеха при изучении материала. Суть его не в том, что природную интуицию порой нужно обуздывать, а в том, что иногда сложно даже определить, с какой стороны подступить к решению. Так бывает с домашними заданиями, над которыми долго бьешься: мысли мечутся где-то вдалеке от решения, поскольку тесно поставленные буфера, характерные для сфокусированного мышления, не дают вырваться на простор, где может найтись решение.

Вот почему **одна из характерных ошибок при изучении математики и естественных наук состоит в том, что люди прыгают в воду раньше, чем научатся плавать**<sup>[13]</sup>. Иными словами, они начинают работать над заданием вслепую – не прочитав учебника, не прослушав лекций, не просмотрев онлайн-уроков, не поговорив с кем-нибудь знающим. Перечисленное – рецепт для того, чтобы пойти ко дну. Это все равно что в сфокусированном режиме «выстрелить» мыслью из пинбол-автомата, не представляя себе, где может находиться решение.

Представление о том, какими способами можно получить правильное решение, важно не только для выполнения заданий по математике и естественным наукам, но и для обычной жизни. Например, немного информации, бдительности и, возможно, экспериментаторства может спасти вас от утраты денег – или даже здоровья – в случае товаров, якобы произведенных по всем правилам науки<sup>[14]</sup>. А минимум знаний из определенной области математики может спасти вас от невыплат по ипотеке – т. е. от ситуации, способной крайне неблагоприятно повлиять на вашу жизнь<sup>[15]</sup>.



## Рассеянное состояние – просторный пинбол-автомат

Вспомните картинку, описывающую рассеянное мышление, которую вы видели несколькими страницами раньше: она изображает пинбол-автомат с редко поставленными буферами. Такой режим обдумывания позволяет мозгу смотреть на мир гораздо шире. Видите, как далеко может убежать мысль без препятствий, не наткаясь на буфера? Соединяемые точки расположены на более значительном расстоянии друг от друга, так что можно перескакивать от одной мысли к другой, даже очень отдаленной. (Хотя, конечно, сложные идеи, требующие точности, в таком режиме обдумывать трудно.)

Если вы пытаетесь уяснить новое понятие или решить новую задачу, то у вас пока нет нужных наработанных путей – тех широких полос, которые могли бы задать направление мысли. Значит, для поиска возможных решений вам понадобится более широкое пространство – здесь-то и пригодится рассеянное состояние!

Разницу между сфокусированным и рассеянным мышлением можно также проиллюстрировать аналогией с ручным фонариком, у которого есть два режима: при одном сфокусированный луч четко высвечивает небольшое пространство, при другом рассеянный свет освещает большую зону без отчетливого выделения конкретных предметов.

**Если вы пытаетесь понять или усвоить что-то новое, то лучше выключить точное сфокусированное мышление и включить рассеянный режим, позволяющий видеть широкую картину,** – на столько времени, сколько понадобится для поиска свежего, более продуктивного подхода. Как мы увидим, рассеянное мышление своевольно – ему нельзя приказывать включиться. Однако мы вскоре научимся некоторым приемам, которые помогают переключаться с одного состояния на другое.

### Нелогичная креативность

«Когда я изучал рассеянное мышление, я начал замечать его в повседневной жизни. Например, обнаружил, что лучшие гитарные пассажи получались у меня в минуты бездумного брэнчания, а не тогда, когда я ответственно саждался за сочинение музыкального шедевра (в этих случаях песни выходили банальными и скучными). То же самое происходило, когда я писал учебные сочинения, пытался придумать проект для школы или решить сложную математическую задачу. Теперь я всегда следую практическому правилу, которое гласит: чем больше стараешься настроить мозг на творчество, тем менее творческими будут идеи. Исключений из этого правила мне пока что не встречалось. Это значит, что расслабление – важная часть трудной работы, если ее нужно сделать хорошо».

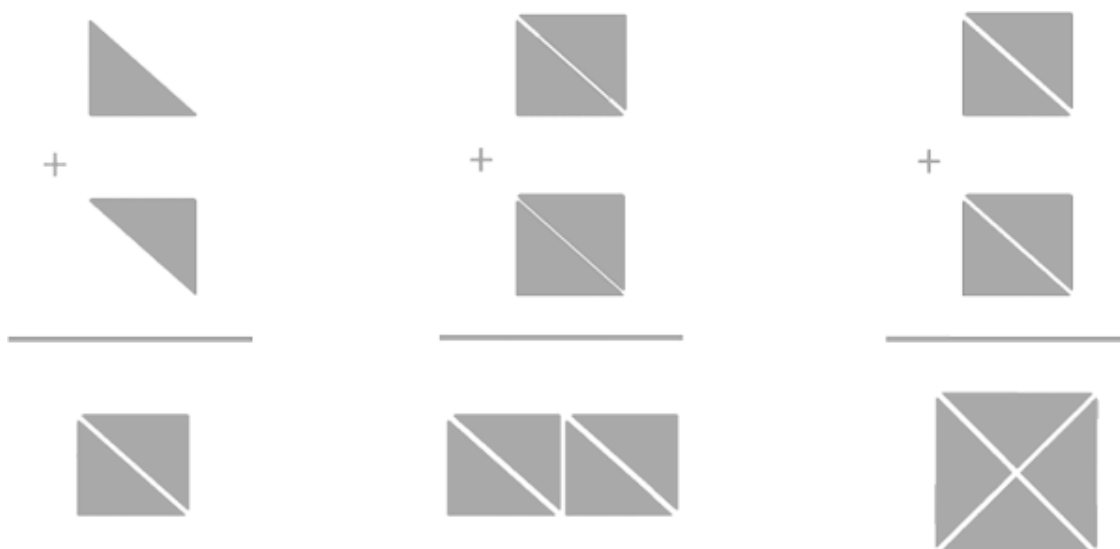
*Шон Уоссел, студент первого курса, компьютерная техника*

## Почему существует два состояния мышления?

Почему мы мыслим в двух разных режимах? Ответ может быть связан с двумя главными задачами, которые приходилось решать позвоночным для того, чтобы выжить и передать гены потомкам. Например, птица сосредоточена на том, чтобы склевывать с земли мельчайшие частицы зерен, и при этом она должна следить за небом на случай появления хищников (например, ястребов). Как добиться выполнения двух таких несхожих задач? Конечно же, разделить их. Одно полушарие мозга фокусируется на сосредоточенном внимании, необходимом для клева пищи, а другое сканирует горизонт на предмет опасности. Если каждое из полушарий склонно к своему типу восприятия, шансы выжить повышаются<sup>[16]</sup>. При наблюдении за птицами мы видим, что они сначала клюют, затем делают паузу и оглядывают горизонт – почти как если бы переключались со сфокусированного на рассеянное восприятие.

У людей мозговые функции разделены схожим образом. Левое полушарие больше связано с тщательно сфокусированным вниманием и, по-видимому, больше специализируется на обработке последовательной информации и логическом мышлении: шаг номер один ведет к шагу номер два и т. д. Правое больше отвечает за расфокусированное сканирование окружающей среды, взаимодействие с другими людьми и обработку эмоций<sup>[17]</sup>. Кроме того, оно связано с одновременной обработкой информации и формированием широкой картины мира<sup>[18]</sup>.

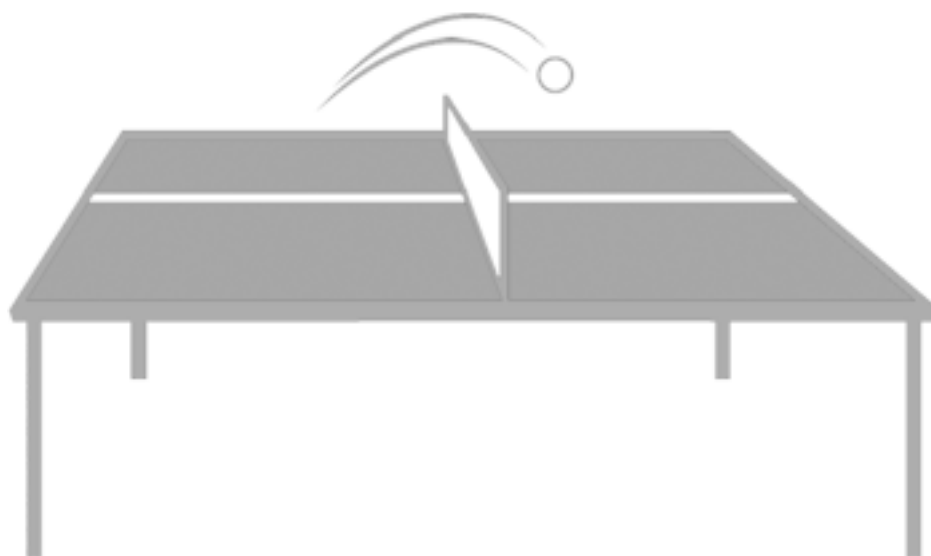
Это небольшое различие в деятельности полушарий может указать на причину возникновения двух разных состояний мозга при обработке информации. Однако будьте осторожны с идеей о том, будто у одних людей доминирует левое полушарие, а у других правое: исследования показывают, что такое представление неверно<sup>[19]</sup>. Напротив, совершенно ясно, что и при сфокусированном, и при рассеянном мышлении задействованы оба полушария. **Чтобы изучать математику и обращаться с ней творчески, нужно научиться использовать и сфокусированный, и рассеянный способ мышления**<sup>[20]</sup>.



Небольшой пример для иллюстрации разницы между сфокусированным и рассеянным мышлением. У вас есть два треугольника, и их нужно сложить в квадрат – вы легко это сделаете (как показано слева). Если вам дадут еще два треугольника и попросят сложить квадрат, то вы сначала ошибочно попытаетесь сложить их в прямоугольник (как показано

в центре). Это потому, что у вас уже сформировались протоптанные пути сфокусированного мышления и теперь вы им следуете. И лишь в результате интуитивного расфокусированного скачка вы осознаете, что треугольники нужно переложить совершенно в другом порядке (как показано справа)<sup>[21]</sup>.

Существуют свидетельства, что при решении сложной задачи мы вначале должны приложить к ней настойчивые усилия в сфокусированном режиме. (Мы это знали еще в школе!) А интереснее всего то, что рассеянное мышление – тоже важная часть процесса решения, особенно если задача сложна. ***Однако если мы сознательно фокусируем внимание на задаче, то рассеянное мышление блокируется.***



В пинг-понг можно выиграть лишь при условии, что шарик будет перебрасываться с одной стороны на другую

### **Сбиты с толку? Отлично!**

«Непонимание – полезная часть процесса обучения. Когда студентам попадается задача, над которой приходится долго и безуспешно биться, то они часто приходят к выводу, будто не годятся для изучения данной науки. Отличникам в этом смысле тяжело потому, что учеба дается им без усилий, и они даже не подозревают, что ощущение непонимания и тупика – стандартная и необходимая часть процесса получения знаний. Учеба – это преодоление непонимания. Задать правильный вопрос – значит на 80 % добиться успеха. К тому времени, как вы определите главную трудность, вы уже наверняка сами будете знать ответ».

*Кеннет Леопольд, выдающийся преподаватель, специалист по методике преподавания (химический факультет Университета Миннесоты)*

Как мы видим в итоге, решение задач в рамках любой науки часто предполагает поочередную работу двух типов мышления, абсолютно различных. Один тип обрабатывает поступающую информацию и передает результат другому. Такое перебрасывание информации по мере того, как мозг вырабатывает путь к сознательному решению, представляется основным компонентом процессов усвоения понятий и решения задач, кроме самых тривиаль-

ных<sup>[22]</sup>. Изложенные здесь принципы крайне полезны для понимания того, как происходит постижение математики и естественных наук. Однако – как вы, вероятно, уже догадываетесь – эти принципы помогают также и в других областях, таких как языкознание, музыка и литературное творчество.

## ВАША ПОПЫТКА!

### Переключение режимов

Предлагаю вам когнитивное упражнение, которое поможет почувствовать переход от сфокусированного мышления к рассеянному. Сможете ли вы передвинуть всего три монеты так, чтобы повернуть треугольник углом вниз? Если вы расслабите восприятие и расфокусируете внимание, не сосредотачиваясь ни на чем конкретном, то решение придет очень легко.



Некоторые дети решают эту задачу мгновенно, а некоторые высокоинтеллектуальные профессора признают свое поражение. Для решения задачи полезно «вызвать» в себе внутреннего ребенка. Ответ на это и другие задания, помещенные в разделах под заголовком «Ваша попытка!», можно найти в конце книги<sup>[23]</sup>.

## Прокрастинация как прелюдия

Прокрастинация – явление нередкое. О том, как с ней эффективно бороться, мы подробно поговорим позже, а пока запомните: **если вы откладываете занятия на потом, то оставляете себе время только на поверхностное изучение материала в сфокусированном режиме.** Вы также взвинчиваете уровень стресса, поскольку понимаете, что вам потом придется заниматься тем, что представляется вам неприятным. В итоге нейронные пути будут слабы и фрагментарны и быстро исчезнут: в памяти останутся лишь шаткие базовые знания. В математике и естественных науках это может привести к серьезным проблемам. Если вы готовитесь к экзамену в последнюю минуту или наспех делаете домашнее задание, из-за нехватки времени вы не сумеете настроиться на правильный режим усвоения материала, позволяющий уяснить сложные концепции и подходы и установить связи между изучаемыми понятиями.

### ВАША ПОПЫТКА!

#### Кратковременная, но интенсивная концентрация

Если прокрастинация – ваша слабость (как у многих из нас) и вы часто откладываете дела на потом, то вот вам подсказка. Выключите телефон и заглушите любые звуки или сигналы (компьютерные тоже), которые могут прервать процесс. Затем поставьте таймер на 25 минут, сделайте 25-минутный перерыв в работе и сосредоточьтесь на задаче – любой. Не думайте о том, как ее закончить, просто сфокусируйтесь на поисках решения. По истечении 25 минут вознаградите себя: побродите по Интернету, проверьте сообщения в телефоне, сделайте что-нибудь приятное. Награда так же важна, как и работа над задачей. Вы сами удивитесь, насколько продуктивным может быть 25-минутный отрезок времени, особенно когда вы концентрируете внимание на самой работе, а не на ее завершении. (Этот подход, называемый «метод помидора», мы обсудим в главе 6.)

Если вам нужна более продвинутая версия такого подхода, то вообразите, будто в конце рабочего дня вы вспоминаете одну самую важную задачу, которую решили за этот день. Что это будет за задача? Запишите ответ. А затем начинайте над ней работать. Попробуйте в этот день провести хотя бы три 25-минутных сеанса, посвященные одной или нескольким задачам, которые вы считаете самыми важными.

В конце рабочего дня посмотрите на строки, вычеркнутые в списке запланированных дел, и насладитесь чувством выполненной работы. Потом запишите несколько ключевых задач на завтра: этим запустится режим рассеянного мышления, который поможет определиться с подходами к намеченным на следующий день задачам.

## Обобщение

- При мыслительной деятельности наш мозг находится в двух состояниях – сфокусированном и рассеянном. Он переключается из одного режима в другой, не используя оба одновременно.

- Когда мы сталкиваемся с новыми понятиями и идеями, замешательство и непонимание – обычная реакция.

- Для усвоения новых понятий и решения задач важна не только начальная концентрация внимания, но и последующее расфокусирование взгляда, когда мы позволяем мозгу отвлечься от предмета.

- Эффект установки – это когда неуспех с усвоением новых понятий или решением задач обусловлен нашей фиксацией на неверном подходе. Избавиться от такого эффекта можно путем переключения мышления со сфокусированного на рассеянное. Не забывайте, что гибкость мышления – ваш помощник: режим мышления при усвоении нового материала или решении задач необходимо менять, так как первоначальный подход может оказаться неверен.

## ОСТАНОВИТЕСЬ И ВСПОМНИТЕ

**Закройте книгу и отведите взгляд. Каковы основные идеи этой главы? Если вам не удалось вспомнить с первой попытки – ничего страшного. Продолжайте практиковать этот метод, и со временем вы заметите, что и читать, и запоминать становится легче.**

## Проверьте свои знания

1. Как определить, находитесь ли вы в рассеянном режиме? Как это ощущается?
2. Когда вы сознательно обдумываете задачу, какой режим включен и какой заблокирован? Что можно сделать, чтобы избежать блокировки?
3. Вспомните случай, когда вы испытывали эффект установки. Как вам тогда удалось сменить настрой мозга и избежать знакомых, но неверных способов решения?
4. Объясните, чем сфокусированный и рассеянный типы мышления похожи на регулируемый луч ручного фонарика. Когда видно дальше? А когда видна более широкая, но более близкая картина?
5. Почему прокрастинация иногда особо мешает тем, кто изучает математику и естественные науки?

**Как выбраться из тупика. Рассказывает Надя Нуи-Мехиди, студентка-старшекурсница, изучающая экономику**



«В последний год учебы в школе я начала изучать основы математического анализа, и это было для меня сущим кошмаром. Предмет был настолько непохож на все, что я изучала раньше, что я даже не знала, с какой стороны к нему подступиться. Я уделяла ему больше времени и усилий, чем любым другим занятиям, и бесконечно просиживала в библиотеке, но ничего не понимала. В конце концов я просто начала механически зубрить. Ничего удивительного, что экзамен сдала не лучшим образом.

В следующие два года я пыталась избегать математики, а затем – уже второкурсницей в колледже – вновь стала изучать матанализ и в итоге получила высший балл. Вряд ли за два года я так уж поумнела, просто теперь подходила к изучению предмета совершенно иначе.

В школе я застряла на сфокусированном мышлении (*Einstellung*) и решила, что если биться о проблему не меняя подхода, то рано или поздно в мозгу что-то сдвинется и я все пойму.

Сейчас я преподаю математику и экономику, и трудность понимания у студентов почти всегда связана с тем, что они слишком заиклены на деталях задачи и пытаются найти в них ключ к решению, вместо того чтобы сосредоточиться на самой задаче. Вряд ли возможно научить людей мыслить, все очень индивидуально. Однако есть некоторые принципы, которые помогали мне понять то, что на первый взгляд казалось сложным или непонятным:

1. Я лучше понимаю материал не со слуха, а когда он представлен в виде письменного текста и поэтому всегда читаю учебник. Сначала я бегло проглядываю текст, чтобы иметь представление о его общей идее, а затем читаю подробно. Один и тот же текст прочитываю несколько раз (но не подряд).

2. Если после чтения книги я все еще не полностью понимаю тему, ищу материал в Интернете или смотрю соответствующие видеоролики на YouTube. Это не потому, что книга или преподаватель недостаточно хороши, а потому, что иногда другие формулировки помогают взглянуть на дело с иной точки зрения, и тогда приходит понимание.

3. Лучше всего мне думается за рулем. Иногда я просто откладываю дела, беру машину и куда-нибудь бесцельно еду – это очень помогает. Мне просто бывает нужно чем-то заняться: если я просто сижу и думаю, мне надоедает или я начинаю отвлекаться и тогда не могу сосредоточиться на проблеме».



### **3. Учиться – значит творить**

#### ***Уроки из сковороды Томаса Эдисона***

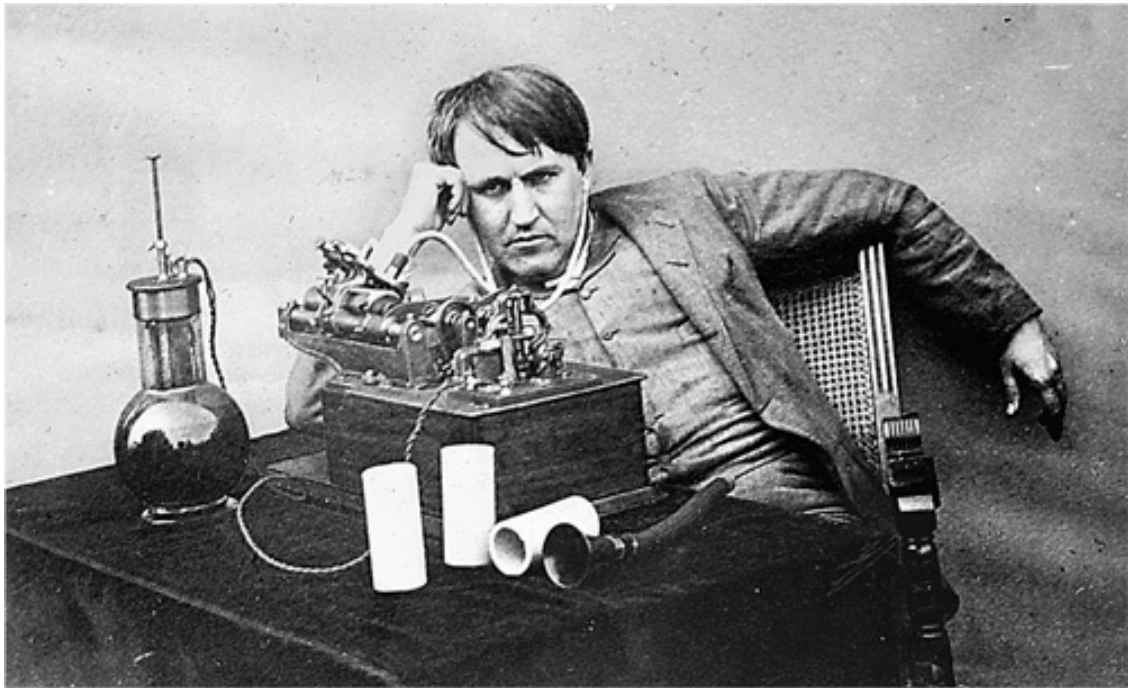
Томас Эдисон был одним из самых плодовитых изобретателей в истории, на его имя зарегистрировано свыше тысячи патентов. Его креативности *не было предела*: даже в то время, когда его лаборатория исчезала в огне случайно занявшегося чудовищного пожара, он возбужденно проектировал новую лабораторию, еще больше и лучше прежней. С чем была связана такая феноменальная изобретательность? Ответ, как вы увидите, связан с его необыкновенной способностью менять виды мышления.

## Переключение со сфокусированного на рассеянное мышление

У большинства людей переход от сфокусированного мышления к рассеянному происходит естественным образом. Для этого достаточно на некоторое время отвлечься – погулять, поспать, сходить в спортзал. Или заняться делом, при котором задействованы другие участки мозга: послушать музыку, повторить спряжение испанских глаголов, почистить клетку хомяка<sup>[24]</sup>. *Главное – отвлечь мозг от рассматриваемой задачи до тех пор, пока она совершенно не выветрится из головы.* Если не предпринимать ничего другого, то на это обычно уходит несколько часов. Вы можете сказать, что у вас нет столько времени. Есть – нужно просто сосредоточиться на других необходимых делах и заодно устроить небольшой расслабляющий перерыв. Говард Грубер, специалист по психологии творчества, однажды сказал, что в этом обычно помогает одно из трех: постель, ванна или автобус<sup>[25]</sup>. Известный своей изобретательностью химик Александр Уильямсон, живший в середине XIX века, говорил, что прогулка в одиночестве помогает ему в работе не хуже, чем неделя лабораторных занятий<sup>[26]</sup>. (Ему повезло, что тогда не было смартфонов.) Прогулки побуждают к творчеству во многих областях: ко многим знаменитым писателям, таким как Джейн Остин, Карл Сэндберг и Чарльз Диккенс, вдохновение приходило во время долгих прогулок.

**Стоит вам отвлечься от задачи, которой занимались, – и рассеянное мышление вступает в силу, мысль начинает перебегать от буфера к буферу по широкому пространству, пока не наткнется на решение<sup>[27]</sup>.** Когда возвращаетесь к задаче после такого перерыва, вы часто поражаетесь, как легко приходит решение. Даже если задача не решена окончательно, вы обычно замечаете, что ощутимо продвинулись в понимании. И хотя для этого потребовалось много предварительных сфокусированных усилий, внезапное озарение после рассеянной стадии очень похоже на эффект «Эврика!».

Это интуитивно найденное, будто кем-то нашептанное решение – в математике и естественных науках одно из главных (хоть и часто неуловимых) удовольствий, как и в литературе, искусстве и любых творческих сферах. Да-да, *математика и естественные науки, даже на школьном уровне, предполагают глубоко творческие формы мышления.* Сумеречное, отстраненное состояние, в которое человек впадает при засыпании, и было магической составляющей творчества Эдисона. При решении сложных задач он не заикливался на поисках решения: как гласит легенда, он просто отправлялся подремать, но не в постели, а на кресле в гостиной. Изобретатель брал в руку шарикоподшипник, а на пол ставил тарелку. Он расслаблялся, мысли переходили в свободное и открытое рассеянное состояние. (Засыпание – хороший способ добиться того, чтобы расслабленный мозг обдумывал задачу не тщательно, а отстраненно.) Когда Эдисон засыпал, подшипник выпадал из руки и звякал о тарелку – от этого ученый просыпался и успевал ухватить мысли, пришедшие в расслабленный мозг, и использовать их для новых изобретений<sup>[28]</sup>.



Гениальный изобретатель Томас Эдисон (вверху), применявший хитрый трюк для переключения со сфокусированного мышления в рассеянное. Тем же приемом пользовался знаменитый художник-сюрреалист Сальвадор Дали (внизу) для создания картин.



## Креативность как плод использования и расширения способностей

Между техническим, научным и художественным творчеством существует глубокая связь. Эксцентричный художник-сюрреалист Сальвадор Дали, как и Томас Эдисон, ради достижения рассеянного состояния тоже засыпал с зажатым в руке предметом, который потом со звоном падал. (Дали называл это «сон без сна»<sup>[29]</sup>.) **Рассеянное мышление помогает постигать материал на глубоком и творческом уровне.** Математика и решение задач тоже во многом творческая деятельность. Многие считают, что есть только один способ решить задачу, однако во многих случаях существуют разные пути к решению, вам остается только их увидеть. Например, теорема Пифагора имеет *более трехсот* известных способов доказательства. Как мы вскоре увидим, технические задачи и их решения могут рассматриваться как форма поэзии. Креативность, впрочем, не ограничивается простым набором научных или художественных навыков, она опирается на умение использовать собственные способности и их расширять. Многие считают себя нетворческими людьми даже в случаях, когда это не так. Мы *все* обладаем способностью устанавливать новые нейронные связи и брать из памяти то, что туда не клали (исследователи креативности Лайан Габора и Апара Ранджан называют это «магией креативности»<sup>[30]</sup>). Понимание того, как работает мозг, поможет вам лучше осознать творческую природу некоторых ваших мыслей.

### ВАША ПОПЫТКА!

#### От сфокусированного мышления к рассеянному

Прочтите следующее предложение и определите, сколько ошибок оно содержит: «Это предложение содержит три ошибки». Первые две ошибки легко обнаружить с помощью сфокусированного состояния. Третья, парадоксальная ошибка становится очевидна лишь после того, как вы смените перспективу и попробуете более рассеянный подход<sup>[31]</sup>.

## Переключение режимов для усвоения материала

История с Эдисоном напоминает нам еще кое о чем. *Наши неуспехи в математике и естественных науках способны многому научить нас*<sup>[32]</sup>. Знайте: каждая ошибка, которую вы осознаете при решении задачи, – знак прогресса, и поэтому радуйтесь, когда обнаруживаете ошибки. Сам Эдисон, как говорят, однажды заметил: «Я не ошибся. Я просто нашел десять тысяч способов, которые ни на что не годны»<sup>[33]</sup>.

Ошибки неизбежны. Чтобы они вам не мешали, начинайте поиск решения пораньше и, если этот процесс не приносит вам особой радости, *делайте рабочие периоды короткими*. Помните: во время перерывов мозг переключается в рассеянное состояние и работает в фоновом режиме: вы продолжаете учиться даже тогда, когда отвлеклись, – что может быть лучше? Некоторые люди считают, что они никогда не переходят в режим рассеянного мышления, однако это не так. Всякий раз, когда вы расслабляетесь и ни о чем конкретном не думаете, мозг погружается в естественное изначальное состояние – разновидность рассеянного мышления. Такое происходит с каждым<sup>[34]</sup>.

Вероятно, самым эффективным и важным фактором, позволяющим сознанию справляться с трудной задачей, является сон. Однако не думайте, будто режим рассеянного мышления такое уж беззаботное или даже сонное состояние. Его можно сравнить со стоянкой для отдыха при горном восхождении. Стоянки – необходимые остановки для передышки на долгом пути к труднодоступным вершинам, время расслабиться, подумать, осмотреть снаряжение и проверить правильность маршрута. Однако отдых на стоянке не то же самое, что тяжкий путь к вершине. **Иными словами, если вы пребываете в рассеянном состоянии – это не значит, что можно слоняться без дела и ждать, когда же вы куда-нибудь придете.** На протяжении дней и недель работы цель достигается именно за счет смены состояний сфокусированного внимания и рассеянной расслабленности<sup>[35]</sup>.

Сфокусированное мышление, с которого часто начинается работа сознания над задачей, требует полного внимания. Исследования показывают, что у нас не так много ментальной энергии – силы воли – для этого типа мышления<sup>[36]</sup>. Когда энергия иссякает, иногда можно устроить себе перерыв – переключиться на другую задачу, требующую сфокусированности, например перейти от математики к заучиванию французских слов. Однако чем больше времени вы проводите в сфокусированном режиме, тем больше мозговых ресурсов используете. Получается что-то вроде долгого концентрированного поднятия ментальных тяжестей. Вот почему так помогают при этом короткие передышки – двигательная активность или дружеская беседа, не требующая пристального сосредоточения.

Порой вам, конечно, хочется, чтобы обучение шло быстрее, и вы пытаетесь заставить рассеянное мышление быстрее усваивать новые понятия. Однако сравните этот процесс с физическими упражнениями. Постоянное поднятие тяжестей не увеличит ваши мускулы – перед очередной нагрузкой им требуется время для отдыха и роста. Периоды отдыха между тренировками в итоге помогают наращиванию мускулатуры в долгосрочной перспективе. Постоянство и однородность нагрузки – самое главное!

### **Переход к рассеянному мышлению после упорной работы в сфокусированном режиме можно стимулировать с помощью разнообразных средств<sup>[37]</sup>**

Во-первых, можно воспользоваться обычными активаторами рассеянного режима:

- сходить в тренажерный зал;
- поиграть в футбол, баскетбол или другую спортивную игру;
- побегать, пройтись пешком или поплавать;
- потанцевать;
- покататься на машине (за рулем или в качестве пассажира);
- порисовать;
- принять ванну или душ;
- послушать музыку, особенно без слов;
- сыграть хорошо знакомые песни на музыкальном инструменте;
- помедитировать или помолиться;
- поспать (крайний вариант рассеянного состояния).

Во-вторых, есть такие активаторы рассеянного мышления, к которым лучше прибегать ненадолго, в качестве дополнительного стимула (эти занятия могут погрузить вас в более сфокусированное состояние, чем перечисленные выше). Вы можете:

- поиграть в видеоигры;
- побродить по Интернету;
- поговорить с друзьями;
- помочь близким в каком-нибудь несложном деле;
- почитать расслабляющую книгу;
- обменяться SMS-сообщениями с друзьями;
- сходить в кино или в театр;
- посмотреть телевизор (не засчитывается, если пульт выпал из рук при засыпании).

## Не пытайтесь угнаться за отличниками

Те, кто только начинает одолевать математику и естественные науки, часто равняются на «звездных» соучеников и убеждают себя, что *должны* за ними поспевать. Такие новички не позволяют себе тратить много времени на усвоение материала и отстают еще больше. В результате тягостной и обескураживающей гонки они безосновательно бросают заниматься этими предметами. Сделайте шаг назад и попробуйте бесстрастно оценить свои сильные и слабые стороны. Если вам нужно больше времени на изучение математики и естественных наук, то это просто нужно принять как данность. Если вы учитесь в старших классах, организуйте свое время так, чтобы иметь возможность сосредоточиться на самом сложном материале, и разделите этот материал на посильные для усвоения части. Если вы студент колледжа, постарайтесь избежать полной нагрузки по наиболее трудным предметам, особенно если вам приходится не только учиться, но и зарабатывать на жизнь. Облегченные занятия по математике и естественным наукам для многих равны усложненному курсу по другим предметам. Избегайте соблазна тянуться за сокурсниками, особенно в первые годы обучения в колледже.

Возможно, вы с удивлением обнаружите, что усваивать материал медленнее часто значит познавать его глубже, чем это делают ваши сообразительные однокурсники. Когда я перестраивала сознание на математику и естественные науки, то один из наиболее важных и полезных принципов, которому я научилась, гласил: «Не поддавайся искушению сразу набрать побольше математических и естественно-научных курсов».

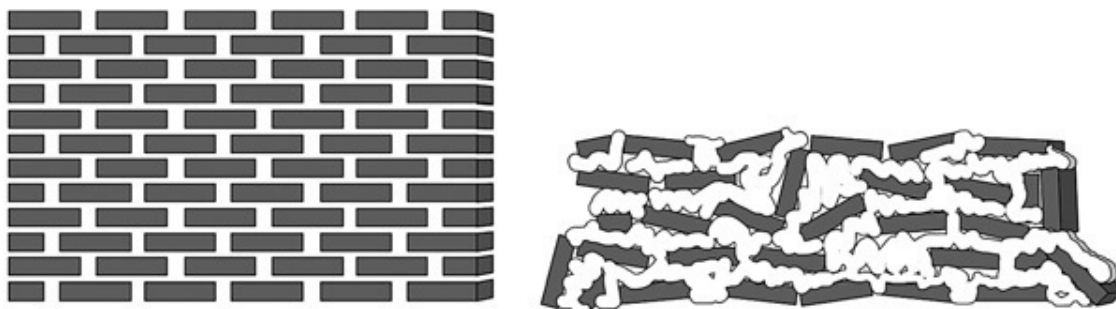


## Избегайте установки

**Помните: установка (Einstellung) на первую же идею, которая приходит в голову при работе над проектом или тестовым заданием, может помешать вам найти более подходящее решение.** Шахматисты, с которыми случается такое «застревание», обычно искренне считают, что размышляют над альтернативным решением, и ищут его на доске. Однако тщательный анализ направления их взгляда показывает, что они по-прежнему обдумывают все ту же мысль. *Не только их взгляд, но и сознание не может перейти к поиску еще одного подхода*<sup>[38]</sup>.

Недавние исследования свидетельствуют, что *моргание – жизненно необходимое действие, дающее возможность по-новому увидеть ситуацию.* Когда мы закрываем глаза, возникает микропауза, которая деактивирует внимание и позволяет на миг освежить и обновить восприятие<sup>[39]</sup>. Поэтому моргание может на секунду отвлечь нас от цели, порожденной сфокусированным мышлением. Однако иногда бывает так, что, когда мы намеренно закрываем глаза, это способствует более глубокой концентрации – недаром, сосредотачиваясь на поисках ответа, мы часто отводим взгляд или закрываем глаза, чтобы не отвлекаться<sup>[40]</sup>.

Теперь нам становится более понятным поведение Магнуса Карлсена. Он явно знал о таком действенном средстве, как простейшее (на первый взгляд) переключение внимания. Карлсен встал и переключил взгляд – и внимание – на другие шахматные доски и тем, вероятно, помог сознанию на миг вырваться из сфокусированного состояния. Это переключение внимания, видимо, могло стать решающим поводом к тому, чтобы его рассеянная интуиция заработала в партии с Каспаровым. Каким образом мальчику удавалось так быстро переключаться из состояния в состояние и находить внезапные решения? Вероятно, сыграли свою роль шахматные способности, а также наработанные интуитивные навыки. Вот вам и подсказка – пока овладеваете предметом, вы тоже можете найти для себя способы быстро менять сфокусированное мышление на рассеянное, и наоборот.



Хорошо усваивать материал – значит оставлять время между периодами сфокусированного внимания, чтобы нейронные связи могли устояться. Это примерно то же, что при строительстве кирпичной стены давать раствору затвердеть, как изображено слева. Если же пытаться выучить все за несколько сеансов зубрежки, то из-за отсутствия времени нейронные связи не зафиксируются в долговременной памяти, и в результате получится корявая гора кирпичей, как на рисунке справа.

Наверняка Магнус знал также, что встать со стула – верный способ отвлечь Каспарова. Во время игры такого уровня даже самая слабая помеха может сбить с мысли, так что помните: глубокое сфокусированное внимание – важный фактор, поэтому не давайте себя отвлекать. (Если, конечно, не пришло время сознательно отступить и перейти в рассеянный режим.)

**При работе над трудной задачей или в ходе усвоения нового понятия почти всегда необходимы один или несколько периодов, когда не происходит сознательной работы над задачей.** Каждый перерыв, в течение которого вы не сосредоточены на проблеме напрямую, позволяет мозгу в рассеянном режиме по-новому взглянуть на дело. Когда же переведите сфокусированное внимание обратно на задачу, вы собираете воедино новые идеи и способы, возникшие в мозгу за время рассеянного режима.

### **Смена типов мышления: после сфокусированного – рассеянное**

«Я играю на фортепиано 15 лет, и время от времени мне попадались исключительно сложные пассажи. Я не мог их освоить, поэтому просто принуждал пальцы проходить пассаж снова и снова (пусть даже медленно или неправильно), а затем давал себе отдых. На следующий день тот же фрагмент игрался безукоризненно, как по волшебству.

Сегодня я бился над сложной задачей по математике и, когда она начала меня раздражать, сделал перерыв. Когда я ехал в машине на фестиваль музыки Возрождения, решение родилось само собой, и мне пришлось записывать его на салфетке, чтобы не забыть! (Всегда держите в машине салфетки – мало ли для чего пригодятся!)».

*Тревор Дрозд, первый курс, информатика*

Отдых между периодами сфокусированного мышления должен длиться не меньше, чем требуется мозгу для полного отвлечения от решаемой задачи. Обычно для существенного прогресса хватает нескольких часов рассеянного режима, который, однако, не должен быть слишком продолжительным – иначе уже найденные решения выветрятся из головы до следующего сфокусированного состояния. Практика показывает, что при изучении новых понятий лучше вернуться к ним не позже чем через один день.

Рассеянное мышление не только помогает взглянуть на материал под другим углом, но и позволяет встроить новые идеи в уже знакомую картину, присоединить их к уже известным фактам. В свете этого становится ясен смысл выражения «Утро вечера мудренее»: перед принятием серьезных решений обычно полезно поспать<sup>[41]</sup>, а отпуск или каникулы тоже важная часть процесса обучения.

Чередование разных типов мышления – сфокусированного и рассеянного – дает мозгу возможность усваивать материал, пока вы изучаете новые понятия и решаете новые задачи. Сфокусированное мышление можно сравнить с поиском и приобретением новых кирпичей, рассеянное – с постепенным укладыванием кирпичей и скреплением их раствором. Очень важно терпеливо продолжать работу, кирпич за кирпичом. Именно поэтому нужно избегать прокрастинации, и в этом могут помочь некоторые специальные приемы.

### **ВАША ПОПЫТКА!**

#### **Последите за собой!**

В следующий раз, когда вас что-то расстроит, попробуйте мысленно дистанцироваться и понаблюдать за своей реакцией. Раздражение и неудовлетворенность – иногда хорошие помощники, способные

подтолкнуть к успеху, но иногда из-за них могут перекрыться участки мозга, играющие важную роль при обучении. Растущее недовольство обычно знак того, что пора сделать перерыв и переключиться в рассеянный режим.

## Что делать, если вы в тупике

Людам с сильной волей может быть особенно сложно *отключить* сфокусированное мышление и дать мозгу возможность поработать в рассеянном режиме (в конце концов, они обычно успешны именно потому, что порой могут продолжать работу, когда другие давно сдались). Если вы сталкиваетесь с затруднением такого рода, можно попробовать еще один способ. Поставьте себе за правило прислушиваться к соученикам, друзьям, близким – они могут почувствовать, что вы становитесь слишком уж раздражены. Например, когда мой муж или дети говорят мне, что пора отдохнуть от решения сложной задачи, я следую их совету, даже если в тот момент очень не хочется.

Кстати, о разговорах с другими людьми. Если вы в тупике, лучше всего спросить совета у однокашников, коллег или преподавателя. Чужое мнение даст вам другую точку зрения на то, как решить задачу, или новую аналогию для понимания новой концепции. Однако *перед обращением к другим* лучше сначала поработать над задачей самостоятельно, тогда основные понятия нужным образом отложатся в мозгу и вы лучше воспримете сторонние объяснения. Усвоить материал – значит разобраться в знаниях, а для этого нужно эти знания иметь. (Я помню, как злилась на своих преподавателей за то, что ничего не понимаю, и не отдавала себе отчета в том, что первые шаги нужно делать самой.) И не откладывайте до последней предэкзаменационной недели, обращайтесь за помощью раньше, и не один раз. Преподаватель часто может объяснить тему другими словами или на других примерах так, что вы сможете ее понять.

## Неудача – отличный учитель

«В десятом классе я решила записаться на углубленный курс по информатике, но дело кончилось провалом на экзамене. Однако я не сдаюсь и в следующем году записалась на тот же курс. После целого года, проведенного без программирования, я вдруг осознала, как оно мне нравится. Экзамен я сдала легко. Если бы я побоялась выбирать программирование в первый раз и затем во второй, то бы не стала таким страстным и успешным программистом, какой из меня в итоге получился».

*Кассандра Гордон, второй курс, информатика*

## ВАША ПОПЫТКА!

### Парадоксы обучения

Изучение наук часто бывает парадоксальным. Именно то, что нужно для обучения, мешает нашей способности учиться. Для решения задачи нам нужно пристально сфокусировать внимание – однако сфокусированность может закрыть путь к необходимому нам свежему подходу. При всей важности успеха не менее важен неуспех. Как ни ценно упорство, излишне упорные усилия могут привести к ненужному недовольству и раздражению. В этой книге вы не раз столкнетесь с парадоксами обучения. Можете ли вы предсказать, с какими именно?

## Рабочая память и долговременная память. Общие сведения

На этом этапе полезно коснуться некоторых свойств памяти. Для наших целей важно упомянуть две главные системы памяти: *рабочую память* и *долговременную память*<sup>[42]</sup>. **Рабочая – это часть памяти, которая имеет дело с текущей, сознательно обрабатываемой информацией.** Прежде считалось, что рабочая память в состоянии удержать семь объектов («порций»), однако сейчас обычно полагают, что рабочая память удерживает всего четыре порции информации. (Мы автоматически группируем объекты в порции, поэтому рабочая память более вместительна, чем представляется на первый взгляд<sup>[43]</sup>.)

Рабочую память можно сравнить с жонглером: четыре объекта держатся в воздухе – или в рабочей памяти – потому, что вы прилагаете к этому некоторые усилия. Эти усилия необходимы для того, чтобы ваши метаболические вампиры (естественные рассеивающие процессы) не разогнали информацию. Иными словами, вам нужно активно сохранять объекты в памяти, иначе организм направит энергию на другие процессы и вы забудете информацию, поступившую в память.



Как показано на рисунке слева, вы можете удерживать в рабочей памяти четыре объекта. Когда при изучении естественных наук или математики вы осмысливаете и запоминаете некое понятие, оно начинает занимать меньше места в рабочей памяти. Тем самым появляется свободное пространство для мыслительных процессов, и вы можете усваивать другие понятия, как показано на рисунке справа.

При изучении математики и естественных наук рабочая память очень важна: она похожа на отдельную, принадлежащую только вам школьную доску, и на ней вы можете записать лишь несколько понятий, которые вы рассматриваете или пытаетесь усвоить. Как удержать объекты в рабочей памяти? Часто этому помогает повторение – например, вы можете повторять сами себе телефонный номер, если его не на чем записать. Или же в попытке сосредоточиться можно закрыть глаза, стремясь отгородиться от лишних раздражителей, которые норовят просочиться в рабочую память.

В отличие от рабочей памяти **долговременную память можно сравнить со складом.** Попавший в нее объект обычно остается там надолго. Склад велик и способен вместить миллиарды объектов, многие из которых могут быть погребены так глубоко, что их будет непросто достать. Исследования показали: когда мозг впервые помещает конкретную информацию в долговременную память, то нужно еще несколько повторений – тогда информация будет проще найти потом, когда она понадобится<sup>[44]</sup>. (Люди, имеющие дело с техникой, иногда сравнивают краткосрочную память с оперативной памятью компьютера, а долговременную память с жестким диском.)

При изучении математики и точных наук долговременная память тоже важна, поскольку именно в нее вы складываете фундаментальные понятия и приемы, которые вам понадобятся при решении задач. Для перемещения информации из рабочей памяти в долговременную требуется время. Помочь этому процессу может прием, называемый *интервальным повторением*. Как вы догадались, это растянутое на несколько дней повторение того, что вы хотите запомнить (например, нового иностранного слова или нового способа решения задач).

Если возвращаться к изучаемому материалу через день, т. е. растягивать процесс на несколько суток, итог будет иным, нежели при других схемах усвоения. Исследования показали: если для запоминания определенного материала повторять его 20 раз в течение одного вечера, результат будет куда хуже, чем в случае, если повторять его столько же раз на протяжении нескольких дней или недель<sup>[45]</sup>. Это можно сравнить с возведением кирпичной стены, которую мы упоминали ранее. Если не оставлять времени на застывание раствора (т. е. на установление и укрепление синаптических связей), то хорошей конструкции не получится.

## **ВАША ПОПЫТКА!**

### **Пусть мозг поработает в фоновом режиме**

В следующий раз, когда вам попадется сложная задача, поработайте над ней несколько минут, а когда зайдете в тупик – переключитесь на другую. Первая задача при этом будет обдумываться в рассеянном режиме, фоном. Когда позже к ней вернетесь, вы, скорее всего, приятно удивитесь тому, насколько продвинулись в ее решении.

## **Правильный сон**

«Многие говорят, что не могут дремать. На единственном в моей жизни занятии йогой годы назад я научилась замедлять дыхание. Я медленно вдыхаю и выдыхаю и не твержу себе “Я должна спать!”, а думаю что-нибудь вроде “Пора спать” – и сосредотачиваюсь на дыхании. При этом в комнате должно быть темно, а если нет – я прикрываю глаза специальной маской, как в самолете. Будильник я ставлю на 21 минуту: если короткая дрема перейдет в долгий сон, то потом иногда ходишь как пьяная, а за 21 минуту я успеваю устроить мозгу что-то вроде когнитивной перезагрузки».

*Эми Алкон, профессиональная колумнистка и королева кратковременного сна*

## О важности сна при обучении

Возможно, вас удивит информация о том, что при бодрствовании в мозгу образуются токсичные вещества. Во время сна клетки сжимаются, из-за чего расстояние *между ними* существенно увеличивается – а это все равно что повернуть кран: в таком состоянии жидкость вымывает токсины<sup>[46]</sup>. Такая еженощная «уборка» – часть процесса, сохраняющего мозг в здоровом состоянии. Если вы спите слишком мало, то плохо соображаете – что, по-видимому, объясняется токсинами. (Недостаточное количество сна может привести к самым разным расстройствам, от депрессии до болезни Альцгеймера, а длительная бессонница ведет к смертельному исходу.)

Исследования показали, что сон принципиально важен для работы памяти и для обучения<sup>[47]</sup>. Одна из функций описанной «уборки», происходящей во время сна, – уничтожение тривиальных аспектов воспоминаний и одновременное усиление важных. Во сне мозг заново обращается к некоторым из самых сложных частей того, что вы пытаетесь выучить, и углубляет и усиливает нейронные связи<sup>[48]</sup>.

И наконец, сон – действенное средство, призванное усилить нашу способность решать сложные задачи и осознанно воспринимать материал. Полная деактивация сознательного «Я» в префронтальном участке коры головного мозга, по-видимому, помогает другим участкам легче взаимодействовать друг с другом и устанавливать во время сна нейронные связи, способствующие решению задачи<sup>[49]</sup>. (Разумеется, начальные данные для рассеянного состояния уже должны быть заложены в мозг при работе в сфокусированном режиме.) Если вы повторите материал непосредственно перед тем, как вздремнуть днем или лечь спать вечером, то велика вероятность, что вам он приснится. Если пойти дальше и *пожелать*, чтобы материал вам приснился, то ваши шансы увидеть его во сне вырастут<sup>[50]</sup>. Если материал вам снится, это существенно улучшает вашу способность его понять, поскольку он неким образом объединяет ваши воспоминания в удобные для восприятия порции данных<sup>[51]</sup>. Если вы устали, то лучший выход зачастую – лечь спать и на следующий день встать раньше, чтобы почитать материал на свежую голову. Люди с большим опытом учебы согласятся, что поработать час отдохнувшим мозгом полезнее, чем заниматься три часа, будучи усталым. Мозг, которому недодают сна, попросту не в состоянии формировать нейронные связи, обычные для нормального мыслительного процесса.

Бессонная ночь накануне экзамена, даже если вы прекрасно подготовились, будет означать, что ваш мозг не способен функционировать как нужно и экзамен вы сдадите не лучшим образом.

## Метод для многих учебных дисциплин

Сфокусированный и рассеянный режимы мышления ценны для работы в самых разнообразных областях знания, а не только для математики и естественных наук. Пауль Швальбе (студент выпускного курса, специализирующийся на английской филологии) отмечает:

«Если я работаю над задачей, то ложусь в постель с открытым блокнотом и ручкой и перед сном записываю все, что придет в голову в связи с обдумываемой проблемой, пока не усну. Иногда я делаю то же самое сразу после того, как проснусь. Некоторые записи оказываются бессмысленны, но в других случаях я порой получаю совершенно новый взгляд на вопрос».

## Обобщение

- Сфокусированный режим мышления используется для первого знакомства с понятиями и задачами в математике и естественных науках.

- После первого усиленного сеанса работы в сфокусированном режиме дайте волю рассеянному состоянию. Расслабьтесь и займитесь чем-нибудь другим!

- Растущее недовольство и раздражение – знак того, что пора переключить внимание: мозгу лучше перейти в рассеянное состояние и поработать в фоновом режиме.

- Математикой и естественными науками лучше заниматься в малых количествах: ежедневно и понемногу. Тогда и у сфокусированного, и у рассеянного мышления будет время сделать так, чтобы вы понимали изучаемый материал. Именно таким образом создаются прочные нейронные структуры.

- Если вам мешает прокрастинация, попробуйте поставить таймер на 25 минут и усердно сфокусируйтесь на задаче, не отвлекаясь на SMS, Интернет и другие соблазны.

- Существует две основные системы памяти:

- рабочая память – «жонглер», у которого только четыре предмета могут находиться в воздухе;

- долговременная память – «склад», способный вмещать большое количество материала, однако для того, чтобы объекты памяти оставались доступными, его нужно периодически инспектировать.

- Перерывы между изучением материала помогают переместить нужную информацию из рабочей памяти в долговременную.

- Сон – жизненно важная часть процесса обучения. Он помогает:

- создать нейронные связи, необходимые для нормального мыслительного процесса; именно поэтому так важно спать перед экзаменом;

- находить решения сложных задач и видеть смысл того, что вы изучаете;

- закреплять и повторять важные пункты материала и избавляться от балласта.

## ОСТАНОВИТЕСЬ И ВСПОМНИТЕ

**Встаньте и сделайте передышку – выпейте стакан воды, перекусите или сделайте вид, что вы электрон, и обойдите по орбите вокруг стола. Во время движения вспомните главные пункты этой главы.**

## Проверьте свои знания

1. Назовите несколько видов деятельности, которые помогли бы вам переключиться из сфокусированного состояния в рассеянное.

2. Порой вы уверены, будто открыли новый подход к решению задачи, а на самом деле ничего подобного не происходит. Что вы можете сделать, чтобы четче представлять себе собственные мыслительные процессы и тем самым сохранить для себя возможность рассматривать другие варианты? Должны ли вы *всегда* быть открытым для других вариантов?

3. Почему для того, чтобы *прекратить* чем-то заниматься, так важен самоконтроль? Можете ли вы назвать ситуации, не связанные с обучением и образованием, где это качество тоже важно?



4. При изучении новых понятий нужно повторять материал каждый день, тогда первые импульсы в мозгу, связанные с новыми сведениями, не угаснут. Однако сознание часто бывает занято другим, перед следующим повторением может пройти неделя или больше. Какой план действий может помочь вам регулярно и в срок повторять важный материал?

### Нейропсихолог Роберт Билдер о творческом подходе



Роберт Билдер «просто действует» (Гавайи)

Преподаватель психиатрии Роберт Билдер – директор Центра биологии и творчества Тенненбаума в Калифорнийском университете (Лос-Анджелес), возглавляет проект Mind Well, призванный способствовать творческим успехам и психологическому комфорту студентов, сотрудников и преподавателей университета.

«Исследования в области биологии творчества обнаружили несколько важных факторов успеха, которые любой из нас может использовать в своем личном рецепте достижения профессионального успеха:

- Главный «ингредиент» – как в рекламе Nike: «Just do it!» («Просто действуй!»).
- Творчество – вопрос количества. О том, сколько творческих достижений будет у вас за всю жизнь, можно судить по тому... как много вы творчески трудитесь сейчас. Мне иногда бывает мучительно сделать усилие и показать новую работу другим, но каждый такой показ ведет только к лучшему.

- Преодоление страха. Однажды после лекции, которую я читал в главном офисе компании Facebook, мне подарили постер-мотиватор с надписью «Что бы вы делали, если бы не боялись?». Не проходит дня, чтобы я на него не взглянул, и каждый день я стараюсь совершить какой-нибудь бесстрашный поступок. Чего вы боитесь? Не позволяйте страху останавливать вас!

- Переделка тоже часть работы. Если не нравится то, что получилось, – сделайте заново!

- Критика помогает совершенствоваться. Когда мы показываем работу другим и воплощаем свои идеи в конкретной форме так, что сами можем их оценить, мы получаем уникальную точку зрения и способ взглянуть на работу по-иному, а также разработать план по созданию новой, исправленной и дополненной версии.

- Будьте готовы спорить. Существует отрицательная корреляция между уровнем креативности и «соглашательством»: обычно более творческие результаты показывают люди, не склонные соглашаться. Все мои открытия сделаны потому, что я решался оспорить существующие ответы. Поэтому я убежден, что истинно творческий подход вступает в действие только тогда, когда мы возвращаем проблему, над которой бьемся, к первоистокам и проверяем исходные посылы (как наши собственные, так и предложенные другими), а затем – все сначала!

## **4. Порции информации и иллюзия компетентности** ***Как стать «укротителем уравнений»***

Соломон Шерешевский привлек внимание начальника своей ленью. Точнее, ленивым его считал начальник.

Соломон был журналистом. Тогда, в середине 1920-х гг., быть журналистом в СССР значило писать то, что тебе скажут: ни больше ни меньше. На ежедневных пятиминутках сотрудники издания получали подробные указания: с кем и по какому адресу встретиться, какую информацию получить. Ответственный редактор начал замечать, что все при этом делают пометки в блокноте – все, кроме Шерешевского. И полюбопытствовал, в чем дело.

Соломон недоуменно переспросил: зачем записывать, если он и так помнит все услышанное? И слово в слово повторил часть утреннего напутствия. И заодно изумился: он-то считал, что такая память у всех. Совершенная. Нестираемая<sup>[52]</sup>.

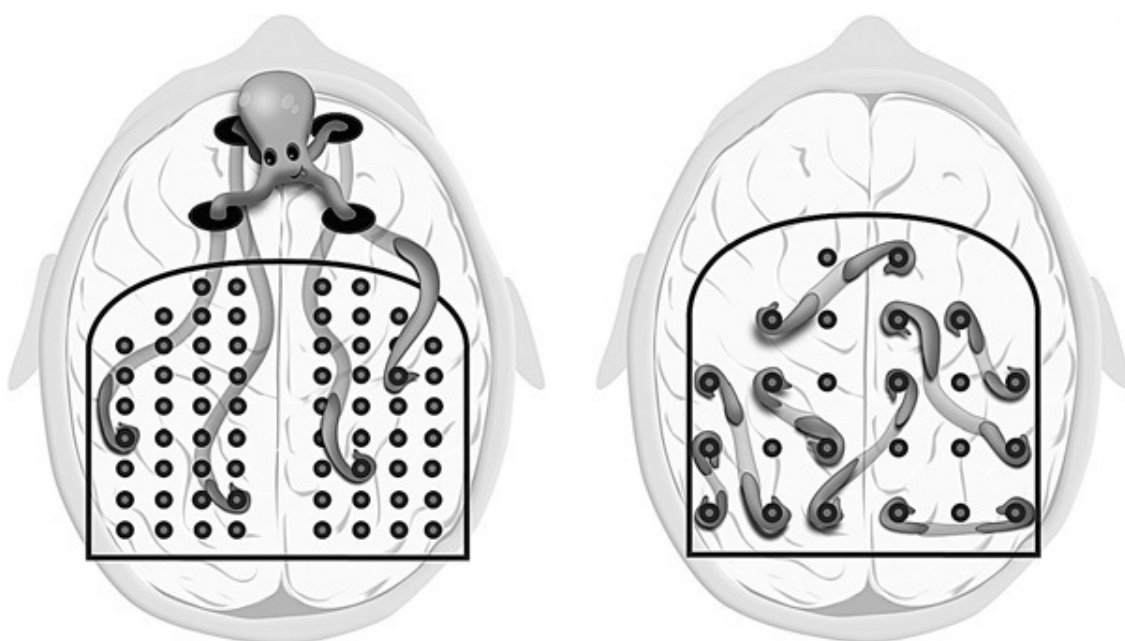
Разве не счастье – иметь такую память?

Не такое уж счастье, поверьте. Вместе с такой исключительной памятью Соломон получил и проклятие. В данной главе мы поговорим об этой проблеме и о том, как *фокусирование* связано с *пониманием* и *памятью*.

## Что происходит, когда вы фокусируете внимание?

В предыдущей главе мы вспоминали неприятные ситуации, когда при решении задач происходит эффект установки – вы застреваете на одном-единственном подходе, из-за этого не можете отстраниться и увидеть более легкие пути решения. Иными словами, концентрация внимания часто может помочь в решении задач, но может и перекрыть выходы к новым способам решения.

Когда вы направляете внимание на какой-то предмет, ваш осьминог-внимание распускает нейронные щупальца и соединяет ими разные участки мозга. Вы концентрируетесь на форме? Тогда одно щупальце сознания протягивается от таламуса назад, к затылочной доле мозга, а другое идет к извилистой поверхности коры. Результат – смутное ощущение *круглости*.



Осьминог, олицетворяющий сфокусированное внимание (слева), дотягивается до четырех областей рабочей памяти, намеренно соединяя нейронные буфера сильно сфокусированного мозга. В другом состоянии (справа) расстояние между буферами больше, что предполагает неупорядоченность и буйную путаницу потенциальных связей.

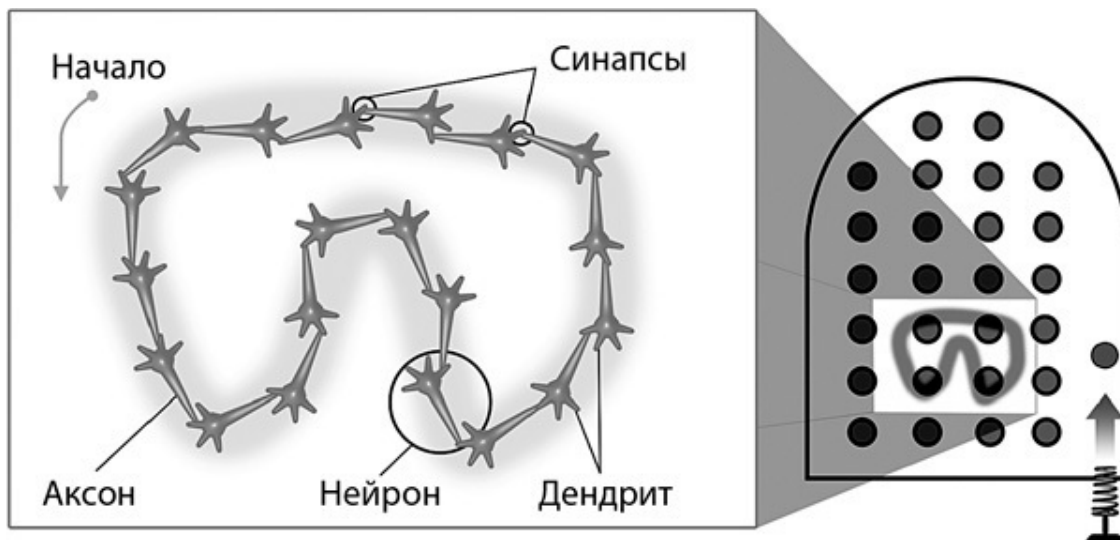
Фокусируетесь на цвете? Щупальце внимания в затылочной части чуть сдвигается, и возникает ощущение *зеленого*.

Одно щупальце, другое, третье – и вы заключаете, что перед вами конкретный сорт яблока «Гренни Смит». Вкусно!

Концентрация внимания на том, чтобы соединить нужные части мозга, – важная часть сфокусированного состояния в ходе обучения. Кстати, при стрессе ваше внимание-осьминог начинает терять способность к установлению некоторых связей, именно поэтому в гневе, страхе и напряжении мозг работает хуже<sup>[53]</sup>.

Предположим, вам нужно выучить испанский язык. Если вы ребенок в испаноговорящей семье, то учить испанский так же просто, как дышать. Вы, как попугай, повторяете услышанное от матери слово «мама», ваши нейроны вспыхивают и соединяются в мерцающую ментальную петлю, цементируя в мозгу связь между звуком слова «мама» и улыба-

ющимся лицом матери. Эта икрящаяся нейронная петля – один отпечаток в памяти, соединенный, конечно же, со многими другими отпечатками.



Левое изображение рисует компактные связи при формировании одной «порции» знания – одновременно вспыхивающие нейроны связываются между собой. Изображение справа показывает ту же схему на символическом автомате для игры в пинбол. Такой отпечаток при необходимости легко восстановить в памяти.

Лучшие программы обучения языкам – используемые, например, в Институте иностранных языков при министерстве обороны США, – включают в себя такие виды деятельности, как многократные повторения и механическое, сфокусированное заучивание, но также и свободное общение с носителями языка в рассеянном режиме сознания. Цель этого – усвоить основные слова и конструкции и пользоваться новым языком столь же свободно и творчески, как родным<sup>[54]</sup>.

Сфокусированная практика и повторения – т. е. создание отпечатков в памяти – это основа и безупречного удара в гольфе, и баскетбольного броска, и мастерского переворачивания омлета опытным шеф-поваром. Если проводить аналогию с танцами, то между неуклюжим пируэтом трехлетнего ребенка и изящной хореографией профессионального танцовщика пролегает огромный путь, однако мастерство растет постепенно, шаг за шагом. Тщательно заученные повороты, вращения, подскоки со временем становятся частью более широкой, творческой интерпретации.

## Что такое «порция информации»? Трудности Соломона

Исключительная память Соломона Шерешевского имела один удивительный недостаток. Каждый отпечаток в памяти был красочен и эмоционален – т. е. богат связями – настолько, что Соломону было сложно сопоставить разные отпечатки и создать понятийную «порцию». Иными словами, он не видел за деревьями леса, поскольку восприятие каждого отдельного дерева было слишком живым.

Порции – это фрагменты информации, связанные между собой по смыслу. Можно взять буквы «б», «о» и «б» и соединить их в одну легко запоминающуюся порцию, обозначающую целое понятие: слово «боб». Это примерно то же, что конвертировать громоздкий компьютерный файл в zip-архив. В основе простой порции («боб») лежит симфония нейронов, которые научены звучать в тон друг с другом. Сложная нейронная активность, связывающая воедино наши упрощающие, абстрактные порции мысли – относятся ли они к акронимам, идеям или понятиям, – лежит в основе значительной части науки, литературы и искусства.

Давайте рассмотрим пример. В начале 1900-х немецкий исследователь Альфред Вегенер выдвинул гипотезу дрейфа материков. Анализируя карты и обдумывая информацию, тщательно собранную в ходе исследований, он обнаружил, что линии континентов совпадают, как части пазла. Сходство горных пород и ископаемых отложений между континентами только подтверждало догадку. Сопоставив обнаруженные факты, Вегенер понял, что все континенты когда-то давно были единым материком, который со временем разломился. Его части отошли друг от друга, сформировав разделенные океанами континенты в том виде, в котором мы их знаем. Дрейф материков! Какое грандиозное открытие!

Однако, если бы такой же рассказ об открытии дрейфа материков прочел Соломон Шерешевский, он не сумел бы вычленить главное. Он, способный в точности повторить каждое слово текста, не смог бы понять суть самого дрейфа, поскольку отдельные отпечатки в памяти не объединялись бы у него в понятийные порции.

Итак, **при освоении математики и естественных наук один из главных шагов – создание понятийных порций, т. е. ментальных связок, объединяющих отдельные фрагменты информации через общий смысл<sup>[55]</sup>**. Объединение рабочей информации в порции помогает мозгу работать эффективнее. Когда идея или понятие зафиксированы в виде порции информации, вам уже не нужно держать в памяти мелкие детали: у вас есть общее представление – порция, и этого достаточно. Можно сравнить это с утренним одеванием: за простой мыслью «Нужно одеться» стоит сложная круговерть мелких действий, которые вы совершаете при одевании, не замечая этого.

Как же происходит формирование порций при изучении математики и естественных наук?

## Основные способы формирования порций информации

Фрагменты информации, относящиеся к разным понятиям и процедурам, могут объединяться разными способами. Часто процесс довольно прост. Например, вы сформировали простую порцию информации, когда уяснили себе идею дрейфа материков. Однако эта книга – об общих принципах изучения математики и естественных наук, а не геологических явлений, и потому первая и изначальная порция информации, иллюстрирующей нужный нам принцип, будет включать в себя сведения о *способности понять и усвоить определенный тип математических или естественно-научных задач*.

Изучая новый материал по математике и естественным наукам, в большинстве случаев вы имеете дело с простыми наглядными задачами, для которых уже существуют ответы. Так как первые попытки подступиться к новой задаче связаны с ощутимой когнитивной нагрузкой, полезно начинать с задач, специально разработанных в качестве примера для решения. Такой способ можно сравнить с использованием навигатора на ночной дороге, по которой вы едете впервые. Основные детали в таких задачах уже учтены, и вам нужно лишь понять, почему путь к решению именно таков. Это поможет вам увидеть ключевые точки и принципы, лежащие в основе решения.

Некоторые преподаватели не любят давать студентам задачи с ответами и старые тесты, поскольку считают, что такие подсказки слишком облегчают задание. Однако существует прекрасное свидетельство того, что такие задания способствуют более глубокому постижению предмета<sup>[56]</sup>. Единственный риск для формирования порций – то, что студент больше сосредотачивается на конкретных этапах решения, чем на *связях* между ними, т. е. не задается вопросом, почему этот конкретный шаг необходим после предыдущего. Когда я говорю о задачах, имеющих готовое решение, я имею в виду не бездумный стандартный подход «делай как тебе говорят». Я скорее призываю использовать эти задачи как гида в незнакомой стране: путешествуя с проводником, приглядывайтесь к окружающей местности, и вскоре вы сможете ориентироваться самостоятельно и даже прокладывать новые, не упомянутые гидом маршруты в нужные места.



«Сырая» информация



Запоминание  
без понимания



Информация сформирована  
в порцию и понята

Когда вы впервые сталкиваетесь с новым математическим или естественно-научным понятием, оно часто приводит вас в замешательство – на верхнем рисунке это иллюстрируется головоломкой слева. Простое запоминание факта (в центре) без понимания или контекста не ведет к усвоению материала и осознанию того, как изучаемое понятие соотносится с другими: заметьте, что края фрагментов головоломки нигде не совпадают, так что вы не можете сложить их в единую картинку.

*Формирование порции* (справа) – это мысленная связка, помогающая объединить оба вида информации по смыслу. Такое логическое единство делает порцию легкозапоминающейся и позволяет увидеть ее место среди прочего изучаемого материала.

**1. Первый шаг в процессе формирования порции, таким образом, состоит в том, чтобы просто сосредоточить внимание на информации, которую вы хотите объединить в порцию<sup>[57]</sup>.** Если у вас фоном включен телевизор или вы каждые несколько минут отвлекаетесь на телефонные звонки или электронную почту – у вас будут трудности с порцией, поскольку мозг не сосредоточен на ее формировании. Когда вы приступаете к изучению нового материала, вы создаете новые паттерны нейронных связей и соединяете их с уже существующими в разных участках мозга<sup>[58]</sup>. Если нужные участки мозга заняты другим делом, то щупальца осьминога, олицетворяющего ваше внимание, не могут правильно их задействовать.

**2. Второй шаг – понять основную идею, которую вы собираетесь превратить в устойчивую порцию информации** (будь то идея дрейфа материков, идея корреляции между силой и массой, экономический принцип спроса / предложения или конкретная математическая задача). Этот этап понимания – вычленение важнейшей сути – с трудом давался Соломону Шерешевскому, однако большинство студентов способны легко выделять главное. По меньшей мере можно чередовать сфокусированное и рассеянное мышление – это поможет ухватить суть изучаемого материала.

Понимание похоже на суперклей, который помогает удерживать вместе нужные отпечатки памяти. В результате его воздействия появляются широкие и множественные следы памяти, связанные со многими из тех следов, что уже есть<sup>[59]</sup>. Можно ли создать порцию информации, если нет понимания? Можно, но это будет бесполезная порция, не соединенная с другим изучаемым материалом.

Однако важно осознавать, что простое понимание того, как решается задача, *не обязательно формирует порцию информации, которую вы позже легко воспроизведете в сознании*. Не путайте момент «Эврика!» с прорывом сознания, ведущим к полноценному пониманию! (Иначе возможны ситуации, когда вы поняли идею из лекции преподавателя, но не повторяли материал в ближайшее после этого время и потому забыли его к экзаменам.) Закрывать книгу и проверить, сможете ли вы решить задачу сами, – также хороший способ усваивать материал быстрее.

**3. Третий шаг – накапливать контекст, чтобы знать не только то, как применять данную порцию информации, но и то, в какой момент ее применять.** Постигать контекст – значит стремиться за пределы изначальной задачи и смотреть шире, повторяя материал и практикуясь в решении задач разных типов, и тем самым понимать, когда данная порция применима, а когда нет. Там вы научитесь определять, каким образом новая, недавно сформированная порция информации вписывается в более широкую картину. Иными словами, если в вашей шкатулке с разнообразными способами решения задач и стратегическими приемами лежит инструмент, которым вы не умеете пользоваться, то проку от такого инструмента будет мало. И наконец, практика помогает вам расширить сеть нейронов, соединенных с данной порцией информации, так что она будет не только надежна, но и доступна различными способами.

Некоторые порции, связанные с понятиями и процедурами, взаимно усиливают друг друга. Практикуясь в решении математических задач, вы получаете возможность выяснить, почему данная последовательность действий срабатывает именно таким образом или почему срабатывает вообще. Осознание понятий, лежащих в основе изучаемых явлений, позволяет легче обнаруживать ошибки, если они будут (поверьте: ошибки обязательно будут,



и это хорошо!). Также оно позволяет легче применять знания к новым задачам – это явление называется *перенос*, мы поговорим о нем позже.

Как можно видеть из следующей иллюстрации, процесс обучения идет в двух направлениях. **Формирование порций информации происходит снизу вверх**: практика и повторение помогают сформировать и усилить каждую порцию, так что при необходимости вы сможете легко к ней подступиться. **Формирование общей картины происходит сверху вниз** и позволяет вам увидеть, к какой части широкой картины относится данный фрагмент информации<sup>[60]</sup>. Оба процесса жизненно необходимы для овладения материалом. Контекст находится на стыке между «снизу вверх» и «сверху вниз». Для ясности отметим, что формирование порций связано с тем, *каким образом* используется конкретный способ решения задач. Контекст же имеет отношение к тому, *когда* применять данный конкретный способ, а не какой-либо другой.

Таковы главные шаги к тому, чтобы сформировать порцию информации и поместить ее в нужное место более широкой картины изучаемого явления. Однако это не все.



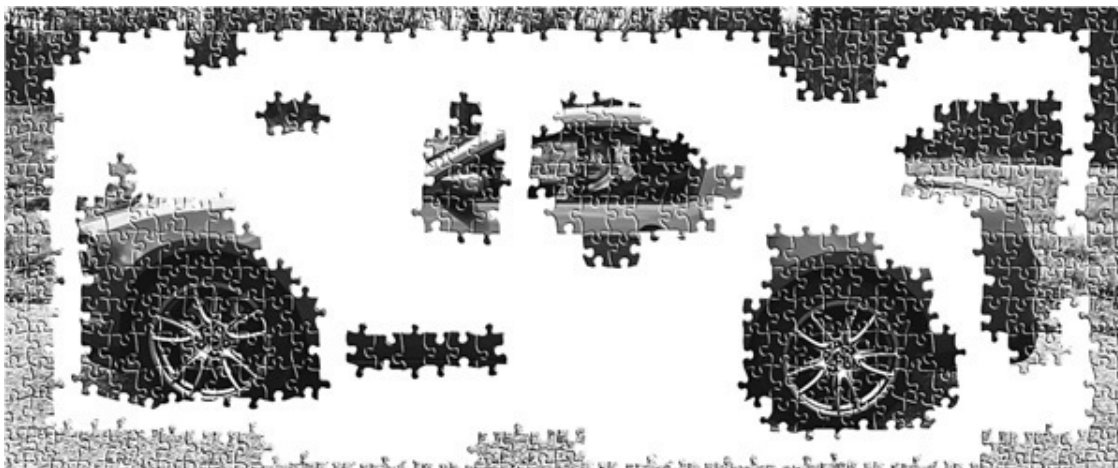
Способы «снизу вверх» и «сверху вниз» одинаково важны для освоения математики и естественных наук

### А теперь ложимся спать

«Я всегда говорю студентам, что постижение принципов бухгалтерского учета похоже на освоение клавиатуры. Когда я пишу эти слова, я думаю не о том, как стучать по клавишам, а о том,

как сформулировать мысль; процесс же набора текста происходит автоматически. В конце каждого занятия я всегда напоминаю студентам, чтобы бухгалтерские формулы и принципы кредита и дебета они повторили непосредственно перед тем, как улечься в постель. Пусть это будет последнее, что они сделают перед сном (кроме медитации и молитв, конечно же!)».

*Дебра Гасснер Драгон, преподаватель бухгалтерского учета, Делавэрский университет*



*Представление об общей картине вы можете получить, когда бегло проглядываете главу книги или слушаете правильно выстроенную лекцию. Так вы будете знать, в каких местах широкой картины находятся формируемые порции. В первую очередь старайтесь усвоить главные понятия или принципы – они часто бывают ключевыми пунктами в лекции хорошего преподавателя, в главе учебника, в схемах, таблицах или диаграммах. А когда главное усвоено, дополняйте его деталями. Даже если в конце занятий некоторые фрагменты отсутствуют, вы все равно будете способны видеть общую картину.*



## Иллюзия компетентности и важность вспоминания

Попытки *вспомнить* материал, который вы изучаете, – т. е. практика извлечения данных из памяти, – гораздо эффективнее простого перечитывания<sup>[61]</sup>. Психолог Джеффри Карпик и его коллеги продемонстрировали, что многие студенты при обучении испытывают *иллюзию компетентности*. Как выяснил Карпик, большинство студентов «постоянно перечитывают конспекты или учебники (несмотря на малую пользу такого занятия), но относительно немногие пытаются проверить себя или воспроизвести в уме изученный материал»<sup>[62]</sup>. Когда у вас под рукой учебник (или Google!) – откройте его: вы увидите, что он дает иллюзию, будто материал присутствует и в вашем сознании тоже. *Однако это не так*. Взглянуть в книгу гораздо легче, чем вспомнить самому, поэтому студенты упорствуют в своей иллюзии и изучают материал менее результативным способом.

Вот почему простое *желание* усвоить материал и трата времени на его изучение не гарантируют вам результата. Как замечает знаменитый психолог и специалист по проблемам памяти Алан Бэддели, «**намерение учиться помогает только в тех случаях, когда оно приводит к использованию правильных стратегий обучения**»<sup>[63]</sup>.

Вас наверняка удивит информация о том, что выделять и подчеркивать текст нужно осмотрительно, иначе такой способ будет неэффективен и даже вреден. Движение руки, подчеркивающей текст, может дать вам иллюзию, будто вы переместили изучаемый материал в сознание. Поэтому, когда делаете пометки, сначала научитесь находить в тексте важное, а уже потом что-то отмечать и старайтесь не выделять много текста: максимум одно предложение на абзац<sup>[64]</sup>. Зато вам могут помочь обобщающие ключевые понятия слова или заметки на полях<sup>[65]</sup>.

**Если вспоминать материал (извлекать из памяти информацию), а не перечитывать его пассивно, то вы будете более сосредоточены и потратите время более эффективно.** Перечитывание может быть полезно лишь в одном случае: если вы при этом делаете значительные перерывы, так что все занятие становится упражнением по интервальному повторению материала<sup>[66]</sup>.

Кроме того, домашние задачи по математике и естественным наукам всегда решайте самостоятельно. В некоторых учебниках ответы даются в конце книги, но заглядывать в них нужно только для проверки ответа. Так материал надежнее осядет в мозгу и при надобности будет более доступен. Вот почему преподаватели так настаивают на том, чтобы вы показывали им свою работу и аргументировали решения на экзаменах и в домашних заданиях: этот подход заставляет вас продумывать решение и служит мерилем вашего понимания материала. Такая дополнительная информация о вашем способе мышления также дает преподавателям больше возможностей помочь вам в случае затруднений.

Практиковаться в извлечении нужной информации из памяти надо начинать как можно раньше, чтобы не биться с нуля над каждым понятием. Попробуйте вспомнить что-нибудь из выученного за день, особенно если это новый и сложный материал. Именно поэтому многие преподаватели советуют по возможности переписывать конспекты лекций еще раз: это позволит укрепить новообразованные порции и обнаружить пробелы в понимании (в такие пробелы обожают метить преподаватели на контрольных и экзаменах). И, конечно, нужно не забывать, что знание о пробелах – первый шаг к их устранению.

Когда материал усвоен, можно увеличить интервалы между повторениями до недель или даже месяцев, а со временем знания станут практически стабильными. (Во время посещения России я однажды разозлилась на небрежного таксиста и, к собственному удивлению, отреагировала словами, которых не вспоминала и не употребляла 25 лет – я даже не отдавала себе отчета, что *знаю* эти слова!)

## Сделайте знания своей второй натурой

«Разница между пониманием нового материала на лекции и способностью применить его при решении задачи по физике соответствует разнице между простым студентом и полноценным ученым или инженером. Единственный известный мне способ перейти от одного к другому – усваивать материал так, чтобы он стал вашей второй натурой и вы начали бы использовать его как простой инструмент».

*Томас Дей, преподаватель звукотехники, Музыкальный колледж Макнелли и Смита, Миннесота*

Позже мы обсудим полезные приложения и программы, способные помочь при обучении. Пока же нелишне знать, что программные системы для запоминания, такие как Anki, имеют встроенную функцию – запрограммированные периоды повторения, делающие процесс запоминания нового материала более эффективным.

Один из способов представить себе такой способ изучения и воспроизведения материала показан на следующей иллюстрации. Как мы уже отмечали, рабочая память способна удержать четыре объекта.



Когда вы впервые формируете порцию информации, ее изначальные, пока не связанные элементы занимают всю рабочую память (как показано слева). По мере того как понятие формируется в порцию, вы заметите, что элементы начинают соединяться между собой более легко и гладко (в центре). Когда же порция информации сформирована (справа), она занимает только одно место в рабочей памяти. Она сразу же становится цельной единицей, которой удобно пользоваться для связи с другими порциями, а остальная часть рабочей памяти остается незанятой. Видимая на рисунке «лента» сформированной порции в некотором смысле увеличила количество информации, способное поместиться в рабочей памяти, как если бы этот участок памяти был гиперссылкой на обширную веб-страницу<sup>[67]</sup>.

Когда вы впервые учитесь решать конкретные задачи, этот процесс занимает всю вашу рабочую память – иллюстрацией этому служит спутанный клубок связей между четырьмя участками рабочей памяти (слева). Однако, как только вы овладели нужными приемами и понятиями и сформировали из них порцию информации, мысль становится похожа на одну гладкую ленту (справа). Создание порции, предназначенной для долговременной

памяти, высвобождает остальную часть рабочей памяти для обработки новой информации. Вы можете по своему желанию в любой момент перенести ленту (порцию) в рабочую память для формирования новых связей.

Теперь вы понимаете, почему так важно самому решать задачи, а не следовать готовым ответам. Если вы просто заглядываете в ответ и говорите себе «Ах да, теперь я понимаю принцип», то решение вам не принадлежит – вы почти ничего не сделали для того, чтобы вплести нужные понятия в свою нейронную сеть. Взглянуть на решение и думать, будто вы решили задачу сами, – самая распространенная иллюзия компетентности при изучении наук.

**Если вам нужно усвоить предмет так, чтобы успешно сдавать экзамены и использовать выученный материал творчески, то информация должна надежно осесть в мозгу<sup>[68]</sup>.** Способность объединять порции информации нестандартным образом – основа большинства инноваций в истории человечества. Стивен Джонсон в своей блестящей книге «Откуда берутся хорошие идеи» описывает «медленную интуицию» – тихое, растянутое на годы чередование сфокусированного и рассеянного состояния, которое приводит к творческим прорывам разного масштаба – от эволюционной теории Дарвина до создания Интернета<sup>[69]</sup>. Главная составляющая «медленной интуиции» – мысленный доступ к разным аспектам определенной идеи. В таком режиме некоторые аспекты случайным образом стыкуются с другими аспектами в пробном режиме, пока не возникнет новое понятие или подход<sup>[70]</sup>. Джонсон отмечает, что Билл Гейтс и другие крупные фигуры из той же сферы растягивают обдумывание проектов на недели, чтобы одновременно держать в мозгу многие и разнообразные идеи. При таком подходе их собственное инновационное мышление включается от внутреннего взаимодействия недавно обдуманных идей, которые еще свежи в памяти. (Здесь важно отметить, что ключевое различие между учеными с творческим подходом и учеными технически компетентными, но с бедным воображением зависит от широты интeресов<sup>[71]</sup>.)

## ВАША ПОПЫТКА!

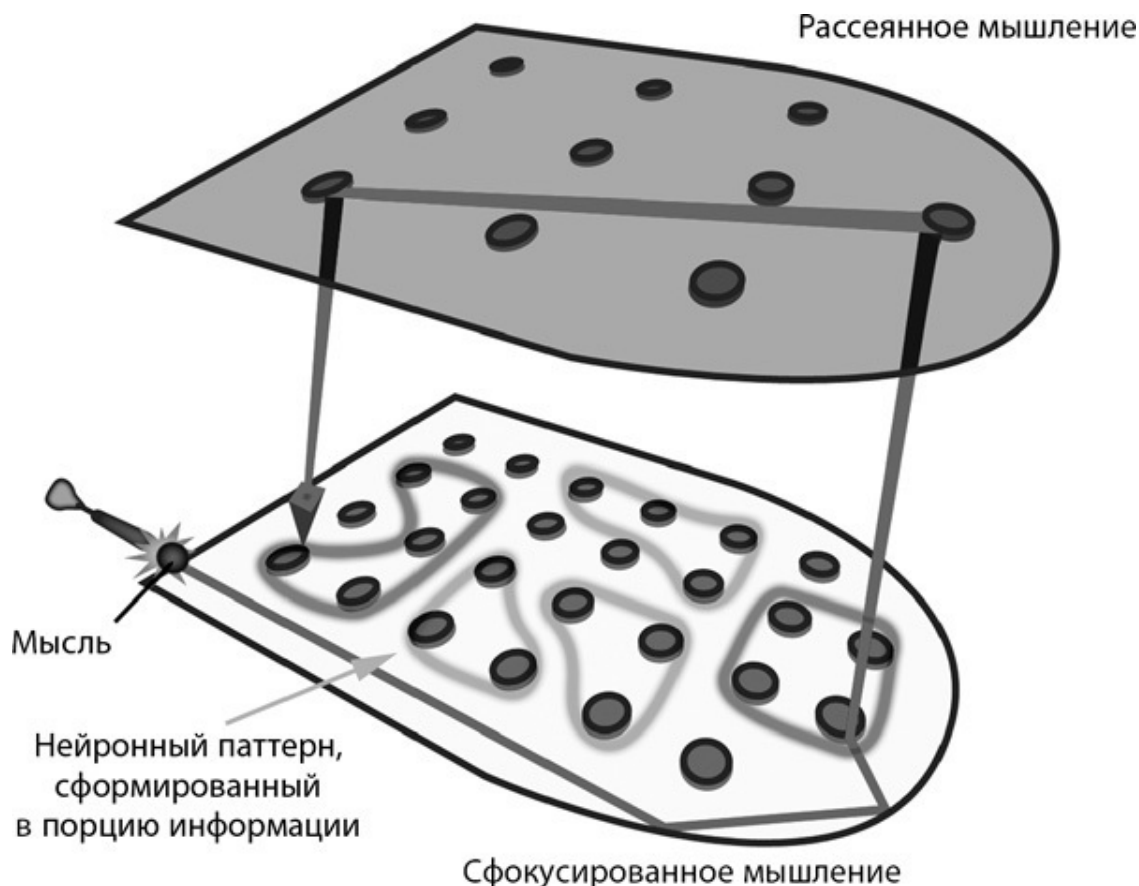
### Понимание иллюзии компетентности

Анаграммы – это способ перестановки букв в слове или предложении с целью получить другое слово или предложение. Например, у вас есть фраза «Me, radium ase». Можете ли вы переставить буквы так, чтобы они составили фамилию знаменитого физика?<sup>[72]</sup> Это может оказаться не так-то просто. Однако если бы вы увидели решение здесь же, на этой странице, то от ощущения «Эврика!» подумали бы, будто способность разгадывать анаграммы у вас развита сильнее, чем на самом деле. Аналогичным образом студенты часто ошибочно полагают, будто они выучивают предмет, просто пробегая глазами текст учебника. Из-за того, что *решение им уже дано*, у них возникает иллюзия компетентности<sup>[73]</sup>.

Найдите в своих записях или в учебнике математическое или естественно-научное понятие. Прочтите о нем, затем отведите взгляд от текста и попробуйте восстановить в памяти прочитанное, одновременно пытаясь лучше его понять. Затем вновь взгляните на текст, перечитайте материал и попытайтесь еще раз восстановить его в памяти. В результате вы удивитесь, насколько это простое упражнение помогает лучше *понимать* материал.

Чем объемистее ваша мыслительная «библиотека» порций информации, тем легче вам будет решать задачи. Кроме того, с обретением опыта по формированию порций вы начнете замечать, что порции увеличиваются – «ленты» становятся все длиннее.

Вы, возможно, сейчас подумали, что в одной главе учебника по математике или естественным наукам столько понятий и задач, что все их усвоить просто невозможно! И здесь вступает в дело «закон озарений»: **удача благоволит к тем, кто прилагает усилия и стремится к цели**<sup>[74]</sup>. Просто попытайтесь сосредоточиться на том, что изучаете. Вы обнаружите, что, когда *любое* первое понятие или задача попадает в вашу мыслительную библиотеку, второе понятие или задача дается чуть легче. А третье – еще легче. Не то чтобы процесс идет совершенно без усилий, но он упрощается.



Если ваша библиотека понятий и решений уже существует в виде порционных шаблонов, вы можете легко «перескочить» к нужному решению задачи – необходимо лишь прислушаться к внутреннему голосу, который шепотом подает вам советы из рассеянного состояния. Рассеянный режим также помогает соединить две или три порции информации нестандартным, еще не применявшимся способом, что помогает при решении нетривиальных задач. Решать задачи можно двумя путями: первый – постепенные пошаговые рассуждения, второй – цельная, нерасчленимая интуиция. Последовательное мышление, при котором каждый малый шаг направлен к решению, связано со сфокусированным режимом. Интуиция же часто считается связанной с творческим, рассеянным режимом, при котором объединяются несколько разрозненных идей. Самые сложные задачи решаются с помощью интуиции, поскольку они требуют отхода от уже известных путей<sup>[75]</sup>. Не забудьте, что полуслучайный способ связывания

идей, который свойствен рассеянному состоянию, требует тщательной проверки решения в сфокусированном состоянии. Интуитивные озарения не всегда верны!<sup>[76]</sup>

Когда вы создаете библиотеку сформированных порций информации, вы учите мозг распознавать не только конкретную задачу, но и разные типы и классы задач, так что со временем вы будете автоматически видеть способы, предпочтительные для решения тех задач, которые вам встретятся. Вы начнете видеть закономерности, облегчающие поиск решения, и вскоре поймете, как много различных решений маячит в отдаленных уголках памяти. А перед экзаменами такие знания будет легко упорядочить, чтобы иметь наготове нужные решения.

## **ВАША ПОПЫТКА!**

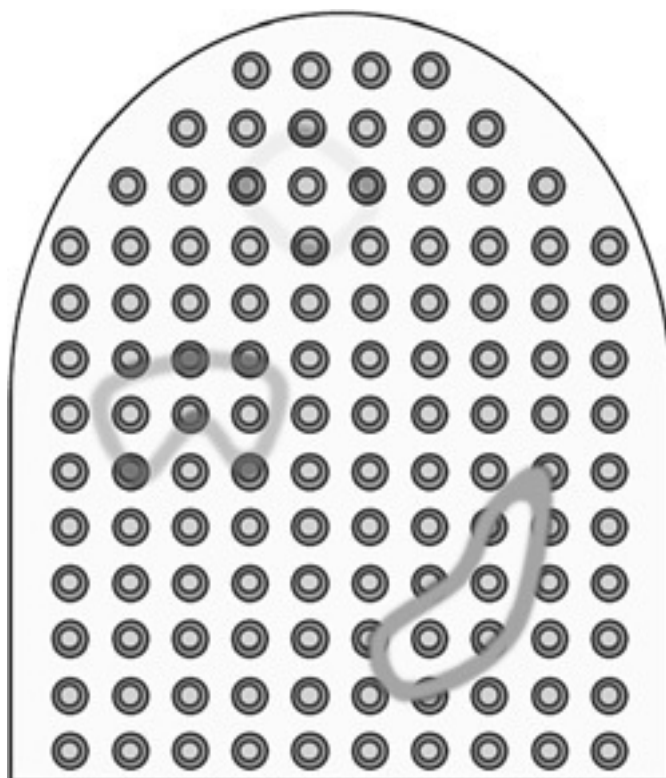
### **Не понимаю! Что делать?**

Если вы не понимаете метод, которому вас учат, то остановитесь и попробуйте вернуться назад. Зайдите в Интернет и выясните, кто первым предложил этот способ или кто раньше его использовал. Попробуйте понять, каким образом первооткрыватель метода пришел к такой идее и почему этот прием до сих пор применяется, – так вы можете наткнуться на простое объяснение, которое даст вам необходимую информацию о том, почему этому методу решения учат студентов и зачем он вам может понадобиться.

## Практика – путь к надежным знаниям

Я уже упоминала, что простого *понимания* принципа обычно недостаточно для формирования порции информации. Схематическое изображение мозга поможет вам лучше это понять. Порции (замкнутые петли) на рисунке – всего лишь расширенные следы памяти, которые появились из-за того, что вы связали воедино факты и достигли понимания. Порция информации, стало быть, – это просто более сложный вид следов памяти. В верхней части рисунка – слабая порция, которая начинает формироваться после того, как вы поняли материал и раз-другой в нем попрактиковались. В центре линия темнее: это более мощный нейронный паттерн, появившийся после более обширной практики и применения порции к разным контекстам. Внизу – самая темная порция, надежно укорененная в долговременной памяти.

Кстати, очень важно закрепить изначальный паттерн через день после формирования, иначе он может быстро стереться (о важности периодических повторений мы поговорим позже). А если решать однотипные задачи одним и тем же неправильным способом, то в памяти отпечатается неверный процесс. Вот почему так необходимо перепроверять то, что вы делаете. Даже верный ответ может временами увести вас в ненужную сторону, если он получен в результате некорректной процедуры.



Решение математических и естественно-научных задач похоже на исполнение фортепианной пьесы. Чем больше практикуетесь, тем надежнее, четче и сильнее становятся ментальные паттерны.



## О важности формирования порций

«Математика порой оказывается удивительно компактной: вы можете долго, шаг за шагом биться над задачей, подходить к идее или процессу с разных сторон, но, как только пришло понимание и вы увидели масштаб явления на фоне целого, материал становится более компактным: вы можете его отложить в сторону, при необходимости вспомнить его быстро и в полном объеме, использовать его как рядовой этап в других мыслительных процессах. То озарение, которое приходит вместе с таким “сжатием” материала до компактного, и составляет одну из главных радостей изучения математики»<sup>[77]</sup>.

*Уильям Терстон, лауреат Филдсовской премии (высшей награды в математике)*

Повторение и упражнения, существенные для формирования надежных порций информации, могут быть слишком скучны – и потому неприятны. Еще хуже, когда в руках плохого учителя (как в моей школе) они становятся безжалостным орудием пыток. Однако даже при всех своих отрицательных сторонах повторение и практика совершенно необходимы при обучении. Всем известно: без повторения невозможно научиться ничему – ни шахматам, ни языку, ни музыке, ни танцам. И хорошие преподаватели всегда сумеют объяснить, почему повторение и упражнения стоят затраченных на них усилий.

Кроме того, для овладения материалом требуются оба вышеописанных подхода – и «снизу вверх» (формирование порций), и «сверху вниз» (получение более широкой картины). Нам всем нравится творческий подход и мысль о том, что взгляд на более широкую картину – способ выучить материал. **Однако математике и наукам невозможно научиться без нужного количества практики и повторений, формирующих порции информации, на которых держится ваше мастерство**<sup>[78]</sup>. Исследование, опубликованное в журнале *Science*, четко подтвердило это<sup>[79]</sup>. Студенты читали научный текст, а потом пытались вспомнить как можно больше содержащейся в нем информации. Затем они еще раз читали текст и вспоминали сведения из него (т. е. пытались припомнить ключевые идеи).

И каков же был результат?

**Практика и воспроизведение материала по памяти давали студентам больше знаний и на более глубоком уровне, чем любые другие подходы**, включая многократное перечитывание текста или вычерчивание блок-схем с основными понятиями, которые предположительно должны помогать усвоению материала. Улучшенный процесс обучения скажется на результатах и формального тестирования, и неформальных самопроверок студентов.

Этот опыт – хорошее подспорье недавно упомянутому тезису. Когда мы вспоминаем выученное, мы не просто механически, как роботы, повторяем материал: *процесс извлечения сведений из памяти сам по себе способствует более глубокому усвоению материала и помогает приступить к формированию порций информации*<sup>[80]</sup>. Для исследователей стал сюрпризом тот факт, что сами студенты считали, будто чтение и вспоминание не лучший способ изучать предмет. Они думали, что рисование диаграмм или блок-схем быстрее приведет к цели. Однако попытки выстроить связи между порциями *раньше, чем первичные порции укоренятся в мозгу*, ни к чему не приводят. Они похожи на попытки выучиться сложным шахматным стратегиям прежде, чем вы запомните, как ходят фигуры<sup>[81]</sup>.

Практика повторения математических и естественно-научных понятий и решения задач помогает формированию порций информации – надежных нейронных паттернов, бога-

тых контекстами<sup>[82]</sup>. В сущности, освоение любых навыков или учебных дисциплин требует большого количества упражнений с разными контекстами: это помогает создавать нейронные паттерны, необходимые для того, чтобы новый навык хорошо вписался в ваш стиль мышления.

### **Держите знания наготове**

«Мне в жизни довелось применять многие из описанных в этой книге техник обучения. В студенчестве я занялся физической химией, вывод формул меня завораживал. Я взял себе за привычку решать все до одной задачи в учебнике. В результате я так натренировал свой мозг, что к концу семестра мне стоило только взглянуть на задачу – и я уже знал, как ее решать. Рекомендую этот способ и своим ученикам, занимающимся естественными науками, и студентам других специальностей. Я также не устаю напоминать о пользе ежедневных занятий, необязательно долгих, но достаточно продолжительных для того, чтобы держать знания наготове. Я всегда привожу в пример свой опыт владения двумя языками. Когда я уезжаю работать во Францию, в первые несколько дней я говорю по-французски не совсем свободно, но затем язык приходит в норму. Когда я возвращаюсь в Америку и студенты или коллеги меня о чем-то спрашивают в первый или второй день после возвращения, то мне приходится искать нужные английские слова! Когда вы практикуетесь каждый день – информация всегда под рукой, вам не приходится ее искать». *Роберт Гамаш, помощник вице-президента по учебным вопросам, студенческим делам и международным связям (Массачусетский университет в Лоуэлле)*

## **Повторяйте материал не за учебным столом: о пользе прогулок**

В случае если вам сложно понять ключевую идею изучаемого материала, физическая активность особо полезна. Как мы упоминали ранее, существует огромное количество рассказов о научных открытиях, случившихся во время прогулок<sup>[83]</sup>.

К тому же **повторение материала вдалеке от привычного места занятий помогает укрепить знания, поскольку позволяет взглянуть на них с другой точки зрения**. Когда мы сдаем экзамен не в нашем обычном классе, а в ином помещении, порой теряются подсознательные подсказки и точки опоры. Когда мы повторяем учебный материал в разнообразных условиях, подсознательные точки опоры уже не относятся исключительно к одному и тому же месту и экзамен в новой аудитории не выбьет вас из колеи<sup>[84]</sup>.

Усвоение математических и естественно-научных понятий может быть *легче*, чем запоминание китайских слов или гитарных аккордов. Ведь математическая задача сама ведет вас вперед, показывая следующий шаг. В этом смысле решение математических и естественно-научных задач похоже на танец. Во время танца вы *чувствуете*, как тело подсказывает вам следующий шаг.

Разные виды задач предполагают разный режим повторения, зависящий от того, с какой скоростью и какими способами вы овладеваете материалом<sup>[85]</sup>. К тому же у вас, разумеется, есть другие обязательства в жизни, кроме изучения конкретной темы. Вам приходится определять для себя объем материала, который нужно изучить в данный момент, и не забыть о рассеянном режиме, на который тоже нужно оставить время. С какой скоростью усваивается материал? У всех по-разному. Однако прелесть решения математических и естественно-научных задач состоит в том, что чем больше задач вы решаете, тем легче и полезнее становится процесс.

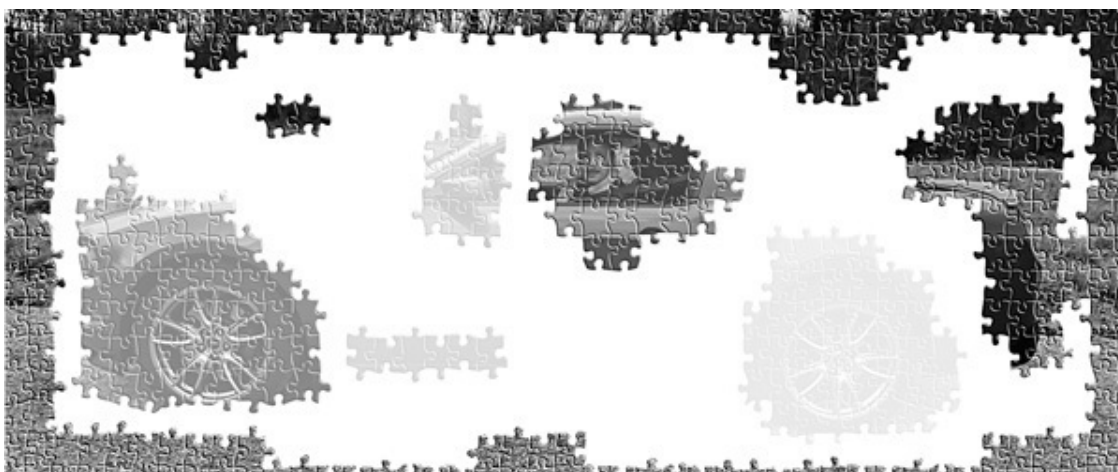
## **Упорядочить записи и сформировать порции информации – вот путь к успеху**

«Когда студенты плохо справляются с заданиями, я в первую очередь стараюсь взглянуть на то, как они записывают лекции и делают выписки из учебников. На первых занятиях я часто предпочитаю не переходить сразу к объяснению материала, а предварительно поговорить о том, как упорядочивать записи и формировать порции информации. На следующие занятия студенты приходят с уже хорошо структурированными записями и с изумлением отмечают, как много материала отложилось в мозгу».

*Джейсон Дечант, доктор наук, руководитель программ по рекламе и развитию здравоохранения (Школа медицинских сестер в Питсбургском университете, Пенсильвания)*

## Интерливинг (чередование разных типов задач) – или избыточное обучение?

Последний важный шаг к тому, чтобы стать укротителем уравнений, – научиться интерливингу<sup>[86]</sup>. **Интерливинг, или чередование, – это вид деятельности, при котором вы имеете дело с разными типами задач, решение которых требует разных стратегий.** Когда вы узнаете (от преподавателя или из учебника) о новом подходе к решению задач, вы обычно изучаете этот новый способ и затем интенсивно практикуетесь в нем на протяжении определенного периода занятий. Продолжение обучения или практики после того, как вы уже поняли материал, называется *избыточным обучением*. Избыточное обучение может быть полезным: оно помогает довести навык до автоматизма, что может пригодиться при отработке теннисной подачи или для мастерского исполнения фортепианного концерта. Однако регулярные избыточные повторения в ходе одного и того же занятия по математике или естественным наукам порой вредны: исследования показывают, что они могут стать неплодотворной тратой учебного времени<sup>[87]</sup>. (Чередование же разных подходов во время одного занятия как раз полезно.)



Если не практиковаться с растущими порциями информации, то выстроить общую картину будет сложнее: фрагменты слишком расплывчаты

Стало быть, когда во время занятия вы поняли основную идею, усердное ее повторение в течение того же занятия отнюдь не обязательно усиливает те связи с долговременной памятью, которые вы хотите укрепить. Хуже того: если вы сосредотачиваетесь только на одной тактике – это почти то же самое, что при изучении плотницкого дела учиться только забивать гвозди: через некоторое время вам начнет казаться, будто единственный способ починить какой-нибудь предмет – стукнуть по нему молотком<sup>[88]</sup>.

На самом же деле усвоение нового учебного предмета предполагает тренировку умения выбирать и применять нужный способ решения задачи, и научиться этому можно, только работая над задачами, решаемыми *разными* способами. Когда во время занятия вы поняли основной принцип того или иного способа решения (как если бы вы научились ездить на велосипеде с дополнительными поддерживающими колесами), начинайте чередовать соответствующие задачи с задачами других типов<sup>[89]</sup>. Порой это не так просто сделать. Например, в каждом разделе учебника часто описывается определенный способ решения, и когда вы обращаетесь к этому разделу – вам уже понятно, какой способ использовать<sup>[90]</sup>. Тем не менее старайтесь разнообразить методы решения. Можно проли-

стать учебник дальше и найти подборки разных задач, которые иногда даются в конце главы. При этом полезно специально останавливаться на том, почему, например, эта задача требует одного способа решения, а та – другого. **Ваш мозг должен привыкнуть к мысли, что простое умение использовать конкретный способ решения – лишь часть успеха. Вы, помимо прочего, еще должны знать, когда его использовать.** Можно сделать набор карточек, где на одной стороне написано условие задачи, а на другой условие и решение. Такие карточки можно перетасовывать, и таким образом вы будете каждый раз сталкиваться со случайно попавшимся приемом, в котором можно попрактиковаться. Когда вы перебираете карточки впервые, сядьте за стол и проследите, какую часть решения вы можете записать на бумаге, не заглядывая в ответ на обратной стороне карточки. Когда же вы натренируетесь с карточками, их можно перебирать где угодно, даже на прогулке. Используйте условие задачи как отправную точку для запоминания этапов решения и переворачивайте карточку только для проверки того, все ли шаги вы помните. Тем самым вы укрепите соответствующую порцию информации. Другой способ: откройте учебник на любой странице и решайте попавшуюся на глаза задачу, по возможности закрывая весь текст, кроме условия задачи.

### Почему чередование лучше избыточного обучения

Психолог Дуг Рорер из Университета Южной Флориды провел обширные исследования по чередованию и избыточному обучению применительно к математике и естественным наукам. Он отмечает:

«Многие считают, что избыточное обучение – это изучение материала или оттачивание навыков до победного конца. Однако исследователи связывают избыточное обучение с учебной стратегией, при которой студент продолжает изучать материал или отрабатывать навыки непосредственно после того, как нужный уровень уже достигнут. Например, после успешного решения задачи определенного типа вы немедленно решаете еще несколько задач того же типа. Хотя решение большего (а не меньшего) числа задач одного и того же типа часто способствует успеху на ближайшем экзамене, решение сразу слишком большого числа одинаковых задач приводит к отрицательным результатам.

В учебной аудитории (и где угодно еще) студенты должны наращивать количество выученного материала на единицу времени, потраченного на изучение или практику, – т. е. полезную отдачу от обучения. Как этого можно добиться? Научная литература дает однозначный ответ: вместо продолжительного совершенствования одного и того же навыка или понятия до степени избыточного обучения студенты должны разделить усилия на несколько более коротких сеансов. Это не значит, что долгие занятия обязательно плохи. Длительные занятия хороши при условии, если студенты не уделяют слишком много времени одному и тому же навыку или понятию. Как только они усвоили “икс”, нужно перейти к другому материалу, а к “иксу” вернуться в другой день»<sup>[91]</sup>.

Пример изначального решения, диаграмму или понятие лучше записывать от руки. По некоторым свидетельствам, это помогает усвоению материала больше, чем запись с помощью компьютера<sup>[92]</sup>. Более того, символы вроде  $\Sigma$  или  $\Omega$  намного проще писать от руки, чем искать их в таблице символов (если вы, конечно, не используете эти символы настолько интенсивно, что запомнили соответствующие им кнопки на клавиатуре)<sup>[93]</sup>. Однако если вы хотите сфотографировать или отсканировать вопрос и написанное от руки

решение, чтобы скопировать их в смартфон или ноутбук, то это не повредит. Будьте осторожны: иллюзия компетентности будет диктовать вам продолжать работать с уже знакомыми способами решения – просто потому, что так легче, и к тому же успешное решение задач поднимает настроение. Порой может показаться, что чередование практикуемых способов (например, при повторении материала к экзамену, когда вы повторяете сразу много задач в разных главах и разделах) только затрудняет процесс, однако на самом деле такой способ помогает глубже усваивать материал.

### **Не копируйте решения – переключайте режимы мышления**

«При выполнении домашних заданий порой приходится решать по десять одинаковых задач сразу. После второй или третьей студент уже не думает, он просто копирует решение предыдущей задачи. Я всегда советую следующее: делая домашнюю работу, решите несколько задач, например, из раздела 9.4, вернитесь назад и займитесь задачей из раздела 9.3, потом решите еще одну-другую задачу из 9.4, после этого решите одну из раздела 9.1. Это позволит переключить режимы мышления примерно таким же образом, каким потребуются это сделать на экзамене.

Кроме того, мне кажется, что слишком многие делают домашние уроки просто для того, чтобы их сделать. Они решают задачу, сверяют результат с ответом, данным в конце учебника, потом улыбаются и переходят к следующей задаче. Я всегда говорю, что между улыбкой и переходом к другой задаче полезно вставить еще один этап – спросить себя: “Если я увижу такую задачу среди задач другого типа и не буду знать, из какого раздела учебника она взята, то каким образом я определю нужный способ ее решения?” К каждой задаче, решаемой дома, нужно относиться не как к части задания, которое нужно сейчас выполнить, а как к части подготовки к контрольным и экзаменам».

*Майк Розенталь, старший преподаватель математики, Международный университет Флориды*

### **Обобщение**

- Практические упражнения помогают создавать стойкие нейронные паттерны – т. е. понятийные порции информации.
- Практические упражнения делают сознание более живым и гибким, как и требуется для экзаменов.
  - Порции информации лучше всего создаются при помощи:
    - сфокусированного внимания;
    - понимания общей идеи;
    - практики, помогающей увидеть широкий контекст.
  - Простое вспоминание – когда вы вызываете в памяти ключевые пункты материала, не глядя в текст, – один из лучших методов, способствующих формированию порций информации.



В некотором смысле вспоминание помогает формировать нейронные зацепки – «крючки», которые можно использовать в качестве опоры для мышления

## ОСТАНОВИТЕСЬ И ВСПОМНИТЕ

**В следующий раз, проводя время с родственником, другом или однокурсником, перескажите ему суть того, что вы изучали (из этой книги или из материала, относящегося к учебным предметам). Пересказ изучаемого материала не только подпитывает ваш энтузиазм и делает его заразительным, но также проясняет и укрепляет в сознании нужные понятия и идеи – так вы лучше будете их помнить в ближайшие недели и месяцы. Даже если вы изучаете очень сложные дисциплины, их упрощенное изложение тем, кто имеет другую специальность, может укрепить ваше собственное понимание предмета.**

## Проверьте свои знания

1. Как порция информации соотносится со следом памяти?
2. Выберите тему, которая вам интересна. Опишите относящуюся к этой теме порцию информации, которая вначале была сложной для вашего понимания, а сейчас кажется простой.
3. Какова разница между подходом «снизу вверх» и подходом «сверху вниз» при изучении учебного материала? Является ли какой-то один из этих подходов более предпочтительным, чем другой?
4. Достаточно ли *понимания* для формирования порции информации? Поясните, почему «да» или «нет».
5. Какова ваша самая привычная иллюзия компетентности? Какая стратегия поможет вам избегать этой иллюзии в будущем?

## Преодолеть травму мозга и научиться учиться в режиме ограниченного времени. История Пола Кручко



Пол Кручко с женой и дочерью, которые помогли ему найти мотивацию для жизненных перемен

«Я рос в бедной, неблагополучной семье, с трудом окончил школу. После этого я ушел в армию, и меня отправили пехотинцем в Ирак. Восемь раз из двенадцати обстрелов в нашу машину попадали снаряды из придорожных засад.

По счастливой случайности в одной из поездок я встретил свою чудесную жену. Встреча с ней убедила меня оставить службу и завести семью. Однако я не знал, что делать. Хуже того, после возвращения домой у меня начались проблемы с вниманием и пониманием, появилась несвойственная мне раздражительность. Иногда я даже не мог закончить фразу. Лишь позже я прочел о том, что солдаты, вернувшиеся из Ирака и Афганистана, часто страдают недиагностированным травматическим повреждением мозга (ТВИ).

Я начал изучать компьютерную технику и электронику. Болезнь была настолько сильна, что я даже с трудом понимал дробь.

Однако это обернулось во благо. Учиться значило для меня делать что-то осознанно. Попытки сосредоточиться, пусть и нелегкие, перестраивали мозг и помогли ему исцеляться. Мне это напоминало тренировки в спортзале: я прилагаю усилия, и кровь бежит в мышцы, делая их сильнее. Со временем мозг вылечился – я с отличием окончил колледж и получил работу, стал техническим специалистом по электронике.



Я решил вновь пойти учиться, в этот раз на инженера. Математика, особенно математический анализ, еще более важна для инженера, чем для простого техника. На этом этапе стало ясно, что мне не хватает математических знаний – они оставались на уровне средних классов школы.

К этому времени я женился, у меня родилась дочь, я работал полный рабочий день. Мне приходилось не только работать, но и пытаться выкраивать время на образование. У меня были считанные часы в день на изучение сложных математических понятий на более глубоком уровне, чем когда-либо в жизни. После нескольких крупных неудач (я заработал неуд по дифференциальным уравнениям – вот так провал!) я решил применить более стратегический подход.

Каждый семестр я получаю от преподавателей программу курса и начинаю читать учебники за две-три недели до занятий, а то и раньше. Я стараюсь опережать сокурсников как минимум на одну главу, хотя часто в середине семестра это бывает невыполнимо. Главное здесь – практика решения задач, т. е. формирование порций информации. За время учебы я выработал для себя правила, которые позволили мне удовлетворительно закончить учебу. Моя цель сейчас – сделать хорошую карьеру, чтобы содержать семью, и эти правила помогают мне двигаться в нужном направлении».

### **Правила Пола для обучения в условиях ограниченного времени**

1. Прочтите (но пока не решайте) домашние задания и практические задачи для экзаменов / зачетов. *Этот шаг помогает настроить «мыслительный насос» на изучение новых понятий, т. е. на новые порции информации.*

2. Перечитайте конспект лекции (*по возможности не пропускайте лекций*). Один час лекции стоит двух часов чтения учебника. *Если я хожу на лекции и пишу подробные конспекты (а не просто смотрю на часы и жду, когда все закончится), то учусь более эффективно. Я перечитываю конспект на следующий день, по свежим следам. Я также обнаружил, что полчаса, проведенные с преподавателем за работой над вопросами и ответами, стоят трех часов чтения учебника.*

3. Заново решите задачи, приводившиеся на лекции в качестве примера. *Мне всегда было мало толку от задач, которые не снабжены готовыми ответами. Задачи, представляемые на лекциях, уже содержат пошаговое решение, и заново их решать – значит укреплять порции информации. В процессе учебы пишу ручками разных цветов: не только черными, но и синими, зелеными, красными. Я обнаружил, что это помогает мне лучше сосредоточиться на чтении конспектов: нужные фрагменты выделяются цветом, тогда они не сливаются в непонятную хаотическую массу.*

4. Сделайте домашнее задание и попрактикуйтесь в ответах на вопросы для экзаменов и зачетов. Так формируется «мышечная память» мозга – порции информации, необходимые ему для решения определенных видов задач.

## 5. Как не поддаться прокрастинации *Сделайте привычки (зомби) своими помощниками*

В течение многих веков мышьяк был излюбленным средством отравителей. Стоит посыпать им утренний бутерброд – и мучительная смерть к концу дня гарантирована. Поэтому можете представить себе потрясение публики во время 48-й конференции Ассоциации наук и искусств Германии в 1875 г., когда два человека на глазах у зрителей радостно проглотили по двойной смертельной дозе мышьяка. На следующий день оба вновь присутствовали на конференции в добром здравии и отличном настроении. Анализ мочи показал, что никакого обмана не было: эти люди в самом деле переварили яд<sup>[94]</sup>.

Как же можно проглотить смертельную отраву и остаться в живых – и даже выглядеть совершенно здоровым?

Ответ некоторым образом связан с прокрастинацией. Понимание некоторых аспектов когнитивной психологии прокрастинации, как и понимание химического действия яда, может оказаться полезным для принятия превентивных мер.

В этой и следующей главах я научу вас ленивому способу борьбы с прокрастинацией. Вы узнаете о своих внутренних зомби – рутинных привычных откликах, которыми мозг отзывается на определенные сигналы. Эти зомби-отклики часто сосредоточены на том, чтобы вы лучше чувствовали себя *здесь и сейчас*. Как вы увидите, некоторых таких зомби можно поставить себе на службу, и тогда прокрастинация к вам не подступится, если она нежелательна (не всякая прокрастинация плоха)<sup>[95]</sup>. Затем вы сможете – в режиме интерливинга – ознакомиться с главой, посвященной упрочению навыков по формированию порций информации, а затем вернетесь к прокрастинации в итоговой главе, где собраны подсказки, уловки и другие удобные приемы.

Начнем с важного. В отличие от прокрастинации, которой так легко поддаться, сила воли встречается не так часто, поскольку она требует существенных нейронных затрат. Это значит, что в борьбе с прокрастинацией *не стоит* обильно воздействовать на нее силой воли, будто дешевым освежителем воздуха. Не тратьте силу воли на попытки покончить с прокрастинацией, если без этого можно обойтись! В лучшем случае, как вы увидите, вам это не потребуется.

Яд. Зомби. Ничего лучше не нашлось?

Ах да – еще эксперименты! Ха-ха-ха, что может быть веселее?

### Поводы отвлечься и прокрастинация

«Прокрастинация – одна из крупнейших проблем нынешнего поколения. У нас столько соблазнов! Мысли текут примерно так: сейчас начну делать домашние задания, только сначала проверю Facebook, Twitter, Tumblr и почту. И даже не замечаю, как пролетел час. Даже когда я приступаю к заданиям, эти сайты у меня открыты на рабочем столе. Мне нужно найти способ просто-напросто сосредоточиться на учебе и домашних заданиях. Наверное, это сильно зависит от окружающей обстановки. Не нужно все откладывать на последнюю минуту».

*Студент-математик*

## Прокрастинация и дискомфорт

Вообразите, как болели бы икроножные мышцы, если бы вы, готовясь к крупному забегу, откладывали тренировки до последней полуночи перед соревнованием. Точно так же *невозможно добиваться результатов в математике и естественных науках, если оставлять все на последнюю минуту.*

У большинства людей результаты изучения математики и естественных наук зависят, во-первых, от коротких занятий, во время которых закладываются нейронные «кирпичи», и, во-вторых, долгих периодов между ними, во время которых мыслительный «котел» успевает остыть. Поэтому прокрастинация как невероятно распространенная проблема многих студентов<sup>[96]</sup> особенно важна для тех, кто изучает математику и естественные науки.

**Мы прокрастинируем в отношении того, что нам неприятно<sup>[97]</sup>.** Исследования мозга показали, что математикофобы, например, стремятся избегать математики потому, что даже мысль о ней болезненна. Когда они думают о необходимости заниматься математикой, болевые центры их мозга активизируются<sup>[98]</sup>.

Здесь требуется важное замечание. Болезненным было только предчувствие, мысль о предстоящем занятии. Когда математикофобы приступали к занятию, боль исчезала. Эксперт по прокрастинации Рита Эмметт поясняет: «Страх перед математикой отнимает больше времени и сил, чем сами занятия математикой»<sup>[99]</sup>.

Избегать неприятных занятий – с виду разумное поведение, однако, к сожалению, его результат со временем может оказаться весьма неприятным. Когда занятия математикой все больше откладываются, приступать к ним становится все страшнее. И если вы откладываете подготовку к экзаменам, то в решающий день вы задыхаетесь от недостатка знаний, поскольку у вас не сформирован нейронный фундамент, который позволил бы вам уверенно обращаться с материалом. И все ваши надежды на стипендию идут прахом.

Возможно, вам понравилась бы профессия, связанная с математикой или естественными науками, но вы сдаетесь и выбираете другой путь. Вы говорите окружающим, что не способны к математике, хотя на самом деле вы просто поддались прокрастинации.

Прокрастинация – отдельная, неоспоримо важная, «ключевая» вредная привычка<sup>[100]</sup>. То есть привычка, влияющая на многие важные аспекты жизни. Избавьтесь от нее – и в вашей судьбе постепенно начнут происходить тысячи благоприятных перемен.

Есть и еще один критически важный пункт. Дистанцироваться от того, в чем вы не преуспеваете, довольно легко. Однако чем лучше вы овладеваете каким-то навыком или предметом, тем больше удовольствия он вам доставляет.

## Как прокрастинирует мозг

Би-и-ип, бип, бип... Суббота, 10:00, сладкий сон прерван будильником. Через час вы уже сидите с кружкой кофе за учебниками и компьютером. Вы сделали все, чтобы уделить целый день занятиям, чтобы закончить домашние задания на понедельник. Вы также планируете начать эссе по истории и заглянуть в тот раздел химии, в котором нужно разобраться.

Вы бросаете взгляд на учебник математики. Душа отзывается легким, едва ощутимым стоном. Болевые центры мозга загораются при одной мысли о сложных таблицах и запутанных формулировках. Как не хочется сейчас заниматься математикой! Мысль о том, что над математикой придется провести ближайшие несколько часов, никак не улучшает самочувствия.

Вы переводите взгляд с учебника на компьютер. Ага, тут занятие поприятнее. Никаких отрицательных ощущений, только легкое удовольствие, когда вы открываете почту и начинаете проверять письма. Ах, какую милую картинку прислала Джесс...

Через два часа вы обнаруживаете, что делать домашнее задание еще и не начинали.



Это типичная схема при прокрастинации. Вы думаете о чем-то не очень приятном, болевые центры вспыхивают. Поэтому вы переносите фокус внимания, одновременно сужая, на что-то более приятное<sup>[101]</sup>. От этого вы испытываете удовольствие, пусть и временное.

**Прокрастинация похожа на болезненное пристрастие.** Она на некоторое время возбуждает и отвлекает вас от скучной реальности. Вы без труда можете убедить себя, что, скажем, в данной ситуации лучше потратить время на поиск информации в Интернете, нежели на чтение учебника и решение задачи. Вы начинаете себя уговаривать. Дескать, для органической химии необходимо пространственное воображение (с которым у вас плохо), и поэтому, конечно же, вы плохо ее понимаете. Вы изобретаете абсурдные обоснования, которые кажутся чрезвычайно разумными: «Если я начну заниматься задолго до экзамена, то все успею забыть». (Вы очень удачно забываете об экзаменах по *другим* предметам, которые вам придется сдавать в ту же сессию, и о том, что невозможно выучить все сразу.) И только под конец семестра, когда вы начнете лихорадочно зубрить материал к экзамену, вы понимаете настоящую причину провала по органической химии: вы слишком много прокрастинировали.

Исследования показали, что прокрастинация даже может стать источником гордости и заодно оправданием неудач: «Я вчера готовился к экзамену вечером, после лабораторного отчета и маркетингового опроса. Конечно, мог бы сдать и получше, но невозможно же успеть все сразу!»<sup>[102]</sup> Даже те, кто усердно занимается, время от времени любят похвалиться прокрастинацией для придания себе большего веса и интереса в глазах окружающих: «Наконец-то вчера заставил себя сесть и подготовиться к экзамену».

Прокрастинации, как и любой другой привычке, легко поддаться. Как только вы решите отложить намеченное дело на потом, вы расслабляетесь до привычного прокрастинативного состояния. Привычная, «зомбированная» тяга к этим крохам удовольствия может постепенно ослабить вашу уверенность в себе, так что вам уже не так захочется учиться эффективной трате времени. У тех, кто подвержен прокрастинации, уровень стресса обычно выше, здоровье хуже и оценки ниже<sup>[103]</sup>. Со временем привычка может укорениться, и тогда попытки от нее избавиться будут казаться безнадежными<sup>[104]</sup>.

## Перемены возможны!

«Я страдала прокрастинацией, но теперь все по-другому. Некоторые занятия в старшей школе научили меня дисциплине. На домашние задания по истории США уходило от четырех до шести часов ежедневно, и я научилась делать уроки небольшими порциями. Я поняла, что удовлетворение от выполненного подталкивает вперед и не дает сойти с дистанции».

*Пола Меершарт, первый курс, литературное творчество*

Время от времени вам удастся просидеть за учебниками всю ночь и заработать приличную оценку – и в итоге вы даже порой чувствуете подъем. Как и в случае азартных игр, небольшой выигрыш такого типа может восприниматься как награда, которая будет подталкивать вас к тому, чтобы использовать полученный шанс и вновь скатиться к прокрастинации. Вам даже под силу убедить себя, что прокрастинация – ваша неотъемлемая черта, как рост или цвет волос. Да и вообще – если бы от прокрастинации было легко избавиться, то вы бы уже избавились, не правда ли?

Однако чем дальше вы продвигаетесь в процессе изучения математики и естественных наук, тем важнее овладеть контролем над прокрастинацией. Привычки, которые срабатывали в более ранние годы, могут обернуться против вас. В нескольких следующих главах я расскажу о том, как стать повелителем своих привычек. Вы сами должны принимать собственные решения, а не доброжелательные, но бездумные зомби – ваши привычки. Как вы увидите, способы борьбы с прокрастинацией просты. Они просто не являются интуитивно очевидными.

Давайте вернемся к истории, с которой началась эта глава. Люди, проглотившие мышьяк, начинали с малых доз яда, который в небольших количествах безвреден. Можно добиться иммунитета к его воздействию, и тогда даже при больших дозах вы будете выглядеть здоровым, хотя яд в это время станет работать на повышение риска возникновения раковых заболеваний и разрушать ваши внутренние органы.

Подобным же образом прокрастинаторы откладывают на потом одно небольшое дело. Затем повторяют это вновь и вновь, привыкая к процессу. Такие люди даже выглядят здоровыми. А каковы же долговременные результаты?

Не так уж они и хороши.

## Меньше усилий – больше пользы

«Когда студент жалуется на проваленный экзамен и сообщает, что накануне занимался *целых десять часов*, я отвечаю: “Вот почему вы провалились”. И когда студент отвечает недоуменным взглядом, добавляю: “Нужно было заниматься *пнемногу*, но постоянно”».

*Ричард Нейдел, старший преподаватель математики, Международный университет Флориды*

## Обобщение

- Мы прокрастинируем из-за того, что занятие, которое мы откладываем, нам неприятно. Но то, что приносит удовольствие на короткое время, не всегда полезно в долгосрочной перспективе.

- Прокрастинация похожа на яд, принимаемый небольшими дозами. В каждом мелком случае она может показаться невинной. Однако ее отдаленные последствия могут быть разрушительны.

## ОСТАНОВИТЕСЬ И ВСПОМНИТЕ

**В главе 4 мы узнали, что полезно повторять материал в непривычной обстановке – не там, где вы обычно занимаетесь. Это помогает отвыкнуть от «подсказок» привычного окружения и не зависеть от них. Позже вы заметите, что вам удобно вспоминать материал в любом месте, где бы вы ни находились. Это часто бывает важно при сдаче экзаменов.**

**Давайте опробуем это на практике. Каковы основные идеи данной главы? Вы можете попытаться сформулировать их там, где вы сейчас сидите, а затем вызвать в памяти еще раз, но в другом помещении или, что еще лучше, за пределами здания.**

## Проверьте свои знания

1. Влияет ли привычка к прокрастинации на вашу жизнь? Если да, то как?
2. Какие истории о прокрастинации вы слышали от других людей? Можете ли вы увидеть нестыковки в некоторых из этих историй? Каковы слабые места в ваших собственных рассказах о прокрастинации?
3. Перечислите некоторые возможные для вас шаги, которые могли бы помочь избавиться от прокрастинации без особых волевых усилий.

**Активно обращайтесь за полезными советами!  
Рекомендация Нормана Фортенберри, ведущего  
эксперта США по техническому образованию**



«Когда я учился на первом курсе, я уже знал, что хочу стать инженером, поэтому вместо простого курса математического анализа, на который ходили мои товарищи, я записался на углубленный. Это было ошибкой. Многие из тогдашних моих сокурсников изучали матанализ в старших классах и теперь лишь расширяли знания. Конкурировать с ними было бесполезно. Хуже того, поскольку на этот курс ходили немногие, мне почти не из кого было выбрать партнера по учебе, а ведь в том учебном заведении, в отличие от школы, не приветствовалась и даже порицалась работа в одиночку: преподаватели инженерных наук (сферы, где умение работать в команде считается важным профессиональным качеством) обычно уверены, что ты работаешь – и выполняешь домашние проекты – в партнерстве с другими. Я с трудом добивался оценки “хорошо”, но всегда понимал, что у меня плохо с концептуальным и интуитивным пониманием основ матанализа и всех базирующихся на нем последующих курсов. Я много занимался в одиночку, едва успевая усвоить нужный объем материала к очередному занятию, однако на это тратилось лишнее время, которое я мог бы употребить на другие цели.

Мне повезло, и я благополучно получил степень бакалавра в сфере машиностроения, а затем при содействии и под руководством нескольких однокурсников и научного руководителя перешел в магистратуру и получил докторскую степень по машиностроению. Главное, что я из этого вынес, – когда выбираете учебные предметы, всегда спрашивайте совета у соучеников и преподавателей. “Коллективная мудрость” будет вам полезна».

## 6. Зомби вокруг нас

### *Углубимся в причины прокрастинации*

Чарльз Дахигг в своей книге «Сила привычки» описывает неудачницу Лайзу Аллен – женщину среднего возраста, которая всю жизнь борется с лишним весом и с 16 лет курит и пьет. Муж бросил ее ради другой, ни на одной работе она не задерживалась больше года и влезла в долги.

Однако за четыре года Лайза совершенно переменила свою жизнь: похудела на 30 кг, вплотную подобралась к магистерской степени, бросила выпивку и сигареты и восстановила здоровье настолько, что даже пробежала марафон.

Для понимания того, каким образом Лайзе удалось добиться таких перемен, мы должны сначала понять, что такое *привычка*.

Привычки бывают полезными и вредными. Привычка – это когда мозг впадает в ранее запрограммированное «зомбированное» состояние. Вы, вероятно, не удивитесь, узнав, что формирование порций информации – нейронных паттернов, автоматически образующихся в результате частого повторения, – очень близко соотносится с привычкой<sup>[105]</sup>.

**Привычка – средство экономии наших сил, она позволяет освободить сознание для других видов деятельности.** Вспомните, например, как вы впервые давали задний ход, чтобы съехать с дороги. Из-за потока информации, лившейся в мозг, задача казалась почти невыполнимой. Однако вы быстро научились формировать порции информации и, сами того не замечая, просто давали себе команду: «Едем!» – и съезжали с дороги. Мозг в таких случаях входит в зомбированное состояние, при котором сознание не контролирует некоторые процессы.

Вы впадаете в привычное зомбированное состояние чаще, чем думаете. В том-то и состоит польза от привычки: при выполнении привычного действия вы не применяете сфокусированный режим для обдумывания того, что делаете. Это экономит вам силы.

Привычные действия могут отличаться по продолжительности. Случаются короткие интервалы в несколько секунд, когда вы отстраненно улыбаетесь прохожему или смотрите на ногти – чисты ли. Однако привычные действия порой длятся и дольше – например, когда вы совершаете пробежку или добираетесь домой с работы.

У привычных действий четыре этапа:

1. **Сигнал.** Это тот триггер, который переключает вас в «зомбированное» состояние. Сигналы могут быть простыми – например, когда вы видите первую строку списка дел (пора делать домашние задания на следующую неделю!) или последнее сообщение от приятеля (пора бездельничать!). Сам по себе сигнал ни полезен, ни вреден. Имеет значение только последовательность действий, которыми мы на него реагируем.

2. **Последовательность действий.** Это ваше зомбированное состояние: привычный порядок действий, привычный отклик мозга на полученный сигнал. Зомбированные отклики могут быть безвредными, полезными или, в худшем случае, настолько деструктивными, что не подчиняются здравому смыслу.

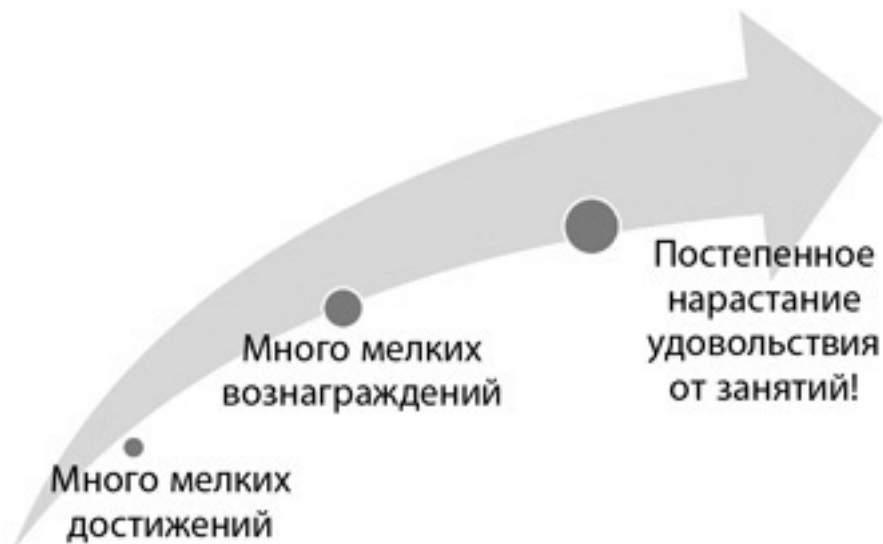
3. **Вознаграждение.** Привычки появляются и сохраняются потому, что мы получаем от них в награду капельку удовольствия. Прокрастинация развивается легко, поскольку награда – переключение сознания на что-то более приятное – приходит очень быстро. Однако полезные привычки тоже вознаграждаются. Найти способ вознаградить себя за привычку не поддаваться прокрастинации – жизненно важная вещь при изучении математики и естественных наук.



4. **Вера.** Привычки сильны из-за вашей веры в них. Например, вы можете верить, что никогда не сможете отказаться от привычки откладывать выполнение заданий на конец дня. Чтобы изменить привычку, нужно отвергнуть свое убеждение в ее силе.

«Я часто замечала: если не могу заставить себя приступить к какой-нибудь работе, то полезно совершить короткую пробежку или заняться чем-то активным – тогда дело пойдет гораздо легче».

*Кэтрин Фолк, первый курс, промышленное и системное машиностроение*



## Как поставить привычки (зомби) себе на службу

В этом разделе мы детально рассмотрим, как можно обратить привычки себе на пользу, чтобы они помогали избегать прокрастинации при *минимуме* задействованной силы воли. Вам не придется полностью менять все старые привычки, нужно лишь изменить часть из них и завести несколько новых. Ключевой метод перестройки привычки – найти чувствительное место: вашу реакцию на сигнал. **Единственный шаг, который требует силы воли, – изменить реакцию на сигнал.** Для понимания этого полезно взглянуть на все четыре компонента привычки с точки зрения прокрастинации.

«Мы с бойфрендом любим смотреть фильмы, поэтому в качестве награды за определенные достижения он приглашает меня в кино. Это не только мотивация к учебе или выполнению домашних заданий, но также и стимул выработать новые учебные привычки, используя и совершенствуя схему “сигнал – действие – вознаграждение”».

*Шарлин Бриссон, изучающая психологию в рамках курса медсестер второго уровня*

**1. Сигнал.** Выясните, от чего вы переключаетесь в зомби-режим – в состояние прокрастинации. Сигналы обычно имеют отношение к одной из следующих категорий: место, время, самочувствие, реакция на других людей или некое событие<sup>[106]</sup>. Бывает ли так, что вы заглядываете в поисковик, а через некоторое время обнаруживаете, что бродите по Интернету? Отвлекает ли вас SMS-сообщение от мыслей, так что вам требуется десять минут на то, чтобы вернуться в колею, даже если вы усиленно стараетесь сконцентрироваться на задании? В случае прокрастинации сложность состоит в том, что это автоматическая привычка, т. е. вы часто не замечаете, что начали тянуть время.

Студенты часто замечают, что очень полезно вводить в дело новые сигналы – например, приступать к домашним заданиям сразу после возвращения с занятий или после первого перерыва в занятиях. Эксперт по прокрастинации Пирс Стил, автор книги «Уравнение прокрастинации» (The Procrastination Equation), отмечает: «Если вы защищаете свой распорядок дня, со временем он начнет защищать вас»<sup>[107]</sup>. Вы можете избавиться от наиболее сильных отвлекающих сигналов, достаточно лишь на короткое время выключить ненадолго мобильный телефон или воздержаться от выхода в Интернет – как, например, во время 25-минутного выполнения домашних заданий. Первокурсница Юсра Хасан, изучающая страховое дело, любит оставлять свой телефон и ноутбук «под присмотром» сестры, и это приносит двойную пользу: здесь и публичное обязательство заниматься, и избавление от соблазна. Друзья и семья в таких случаях могут оказаться очень полезны!

**2. Последовательность действий.** Предположим, вместо занятий вы часто отвлекаетесь на что-то менее неприятное. Ваш мозг хочет автоматически перейти к одному из привычных действий, к которому вас подталкивает полученный сигнал. Поэтому здесь мы имеем дело с тем чувствительным моментом, когда вы должны активно сфокусироваться на перестройке старой привычки. **Ключ к изменению – действенный план и разработка нового ритуала.** Некоторые студенты, когда идут на занятия, заводят привычку оставлять смартфон в машине – это избавляет их от потенциальных поводов отвлечься. Многие открывают для себя пользу тихих уголков библиотеки или благоприятный эффект домашней атмосферы и любимого кресла в нужное время, когда перекрыт доступ к Интернету. Ваш план, возможно, не заработает в полную силу с самого начала, однако не останавливайтесь. Если нужно, подкорректируйте план и наслаждайтесь победой, когда он заработает. Не пытайтесь

изменить все сразу. Метод помидора<sup>1</sup> – прием с использованием 25-минутного таймера – может особенно пригодиться, когда вы тренируете новую реакцию на знаковые сигналы.

Кроме того, особо трудные занятия полезно начинать не на пустой желудок, чтобы у вас хватило энергии на то краткое проявление силы воли, которое вам понадобится в начале занятий<sup>[108]</sup>. Этим также устраняется потенциальный стимул отвлечься под предлогом «я сначала пойду чего-нибудь съем».

**3. Вознаграждение.** Иногда этот пункт требует пояснений. Почему мы прокрастинируем? Чем мы можем заменить положительный эмоциональный отклик? Гордостью за достижение, даже самое малое? Чувством удовлетворения? Можете ли вы выиграть внутреннее пари, игру с самим собой? Вознаградить себя чашкой кофе или посещением любимого сайта? Подарить целый вечер беззаботному просмотру телевизора или блужданию в Интернете, не испытывая при этом ни малейшего чувства вины? И каким крупным подарком вы вознаградите себя за более крупное достижение – билетами в кино, свитером, совершенно легкомысленной покупкой?

Помните: привычки сильны потому, что они формируют влечение на нейробиологическом уровне. Если вам нужно преодолеть предыдущую тягу к чему-то, придумайте новую награду. Изменение старых привычек и, соответственно, формирование новых произойдет лишь тогда, когда мозг начнет *ждать* вознаграждения.

Очень важно понимать, что запустить процесс перестройки сознания может ваша даже самая малая похвала в собственный адрес. Такая перестройка, иногда называемая *приобретенным трудолюбием*, помогает оживить деятельность, которая раньше казалась скучной и неинтересной<sup>[109]</sup>. Вы сами увидите, что погружение в работу может стать вознаграждением само по себе, поскольку вы будете видеть плодотворный результат собственных усилий, на который и не надеялись, когда приступали к делу. Многие замечают, что если награду соотнести с конкретным временем (например, перерыв в занятиях ради обеда с приятелем в полдень или прекращение работы над крупными заданиями в пять часов вечера), то такой жесткий мини-дедлайн помогает ускорить процесс.

Не расстраивайтесь, если не сразу включитесь в нужный ритм. У меня порой уходило несколько дней (по несколько циклов метода помидора каждый) на то, чтобы попасть в нужный режим и начать с удовольствием работать с новым материалом. Помните: чем лучше вы овладеваете материалом, тем больше удовольствия начинаете получать.

**4. Вера.** Для изменения привычки к прокрастинации необходима вера в свои силы. Вы наверняка заметите, что при нагрузках и напряжении вас будет тянуть обратно, к старым удобным привычкам. **Преодолеть эту тягу можно только одним: верой в правильность нового подхода.** Один из способов подкрепить такую веру – найти единомышленников. Общайтесь с сокурсниками, нацеленными на преодоление трудностей, т. е. обладающими тем качеством, которое вы хотите в себе развить. Общение с единомышленниками напоминает нам о нужных приоритетах даже в минуты слабости, когда мы сбиваемся с пути.

Один из действенных способов – **мысленное сравнение**<sup>[110]</sup>, когда вы сопоставляете текущее положение дел с тем, которого хотите достичь. Например, если вы мечтаете поступить в медицинскую академию, вообразите себя врачом: вы лечите людей и готовитесь к захватывающему путешествию, которое вам вполне по карману. Когда образ сформируется, *сравните его с вашей нынешней жизнью*. Вспомните ржавый автомобиль, макароны с сыром на обед и гору студенческих долгов. И при этом не отчаивайтесь – надежда есть!

При мысленном сравнении важен контраст между желаемым и действительным. Если развесить на работе и дома фотографии тех мест, где вы хотите побывать, то в рассеянном

---

<sup>1</sup> Этот метод подробно описан в книге: Нётеберг Ш. Тайм-менеджмент по помидору: Как концентрироваться на одном деле хотя бы 25 минут. – М.: Альпина Паблишер, 2012

режиме мышления это может стимулировать ваш мыслительный насос. Только не забудьте противопоставить мечту реальности, которая вас сейчас окружает. И тогда вы сможете изменить эту реальность.

### **Один неудачный день может привести ко многим хорошим**

«Мысленное сравнение – превосходный способ! Я пользовался им с детства и знаю, что его можно научиться применять к разным ситуациям.

Когда-то я несколько месяцев проработал на птицефабрике в Мэриленде, в разгар жаркого лета. Именно тогда я и решил получить высшее образование. Тот опыт я и использую сейчас для мысленного сравнения. Мне кажется, порой один тяжелый день может дать стимул для важных перемен, а после этого сосредоточиться на поисках выхода гораздо проще.

*Майк Оррел, первый курс, электротехника*

### **ВАША ПОПЫТКА!**

#### **Не слушайте своих зомби**

Вы любите проверять почту и Facebook по утрам, когда проснетесь? Вместо этого поставьте таймер на десять минут и поработайте, а потом в награду дайте себе время походить по Интернету. Вы с удивлением обнаружите, что это небольшое упражнение по самоконтролю серьезно помогает вам бороться с вашими зомби.

Предупреждение: при первой попытке некоторые из ваших зомби будут сопротивляться так, будто хотят пожрать ваш мозг. Не слушайте их! Упражнение, кроме прочего, нацелено на то, чтобы научиться смеяться над предсказуемыми попытками зомби убедить вас, будто сейчас самое время один разок заглянуть в Facebook.

## Сосредоточьтесь на процессе, а не на «продукте»

Если вы пытаетесь избегать какого-то неприятного или некомфортного занятия, то попробуйте сосредоточиться не на *«продукте»*, а на *процессе*.

Процесс – это течение времени, а также привычки и действия, с ним ассоциируемые. «Я собираюсь 20 минут поработать». «Продукт» – это то, что должно получиться в итоге: например, выполненное до конца домашнее задание.

Чтобы избежать прокрастинации, не сосредотачивайтесь на продукте. Мозг должен формировать процессы – привычки, – которые заодно позволят вам выполнять необходимую, но неприятную работу.

Например, вы не любите делать домашние задания по математике и поэтому все время их откладываете. *«Тут всего пять задач, – думаете вы. – Это же легко!»*

В глубине души вы знаете, что решить пять задач непросто. Гораздо легче жить в мире фантазий и считать, будто с пятью задачами (или 20 страницами доклада) можно справиться в последнюю минуту.

Главное здесь – отвлечься от **продукта**, т. е. от мысли о пяти законченных задачах. *Именно мысль о продукте повергает вас в дискомфорт и заставляет прокрастинировать.* Вместо этого лучше сосредоточиться на процессе – коротких отрезках времени в течение дней или недель, отведенных на задание или подготовку к экзамену. Кому нужно, чтобы вы решили задачу или усвоили материал всего за один недолгий период времени? Главное – спокойно сосредоточиться на коротком периоде, *процессе*.

Принцип здесь в том, что «зомбическая», отвечающая за привычки часть мозга *любит* процессы, поскольку, пока они идут, можно бездумно двигаться вперед. Гораздо легче завести полезную зомби-привычку, помогающую с *процессом*, а не с *результатом*.

### Делайте пометки!

«Очень полезно заранее помечать для себя в книге конец ежедневной “нормы” занятий – закладкой или клейкой бумагой для заметок. Так процесс получается нагляднее: когда вы видите финишную прямую, повышается мотивация!»

*Форрест Ньюман, преподаватель астрономии и физики, Городской колледж Сакраменто, Калифорния*

## Разделите работу на малые отрезки, затем занимайтесь интенсивно, но короткими периодами



Метод помидора – это техника, призванная помочь сфокусировать внимание на короткий промежуток времени. Помидором он называется потому, что Франческо Чирилло, изначально разработавший эту систему тайм-менеджмента в 1980-х, использовал кухонный таймер в форме помидора. Метод помидора предполагает, что таймер будет выставляться на периоды по 25 минут. (Эта идея вам уже была представлена в одном из разделов «Ваша попытка!» в главе 2.) Как только таймер запущен, вы в игре. Никаких вылазок в Интернет, телефонных разговоров или SMS-переписок с друзьями. У метода помидора есть удачное свойство: если вы занимаетесь в кругу семьи или друзей, расскажите им об этой системе, и, когда вас прервут во время занятий, вы можете просто сказать «Я занят помидором» или «У меня таймер» – тогда они оставят вас в покое и ничуть не обидятся.

Вы можете возразить, что работать по таймеру – это стресс. Однако исследователи выяснили нечто примечательное и неожиданное. Если заниматься в условиях легкого стресса, то вы будете легче переносить тяжелые стрессы. Например, исследовательница Шан Бейлок в своей книге «Ступор» (Choke) отмечает, что игроки в гольф, которые тренируются не одни, потом не теряются перед публикой. Аналогичное происходит и в том случае, если вы привыкаете учиться в условиях нехватки времени: тогда в нервной и напряженной обстановке экзамена у вас меньше шансов провалиться<sup>[111]</sup>. Крупные профессионалы в таких разных сферах, как медицинская хирургия и компьютерное программирование, время от времени специально ищут тренеров, которые поместили бы их в стрессовую ситуацию и тем самым заставили бы работать с большей отдачей<sup>[112]</sup>.



Чтобы избежать прокрастинации, важно сконцентрировать внимание не на «продукте», а на процессе. Наибольшее значение имеет *время*, которое вы постоянно и ежедневно тратите на то, чтобы войти в нужный режим. *Сфокусируйтесь на «помидоре» – 25-минутных рабочих периодах, а не на том, чем должна завершиться работа.* Таким же образом физик и серфингист Гаррет Лиси на этой фотографии сосредоточен на конкретном моменте, а не на чувстве удовлетворения от успешного покорения волны.

Когда начнете использовать «помидор», вы наверняка с удивлением заметите, как часто возникает желание на что-то отвлечься. Однако вас приятно удивит и легкость, с которой вы себя останавливаете и переключаете внимание обратно на работу. Двадцать пять минут – малый промежуток времени, в течение которого практически любой взрослый или почти взрослый человек вполне способен концентрировать внимание. А когда время закончится, можно расслабиться и насладиться чувством удовлетворения от достигнутого результата.

## Вперед!

«Один-единственный полезный совет, касающийся начала процесса. На первый взгляд, следовать ему несложно, но ведь хорошее начало – залог легкого дальнейшего продвижения. Я люблю уходить в какое-нибудь спокойное место библиотеки, где другие делают то же, что и я. Когда у меня перед глазами люди, занятые выполнением домашних заданий, у меня больше стимулов заняться тем же».

*Джозеф Койн, первый курс, отделение истории*

Когда возникает соблазн отвлечься (а он всегда будет возникать!), главное – научиться на него не реагировать. Это один из важнейших советов, которые я могу дать насчет прокрастинации: *не поддавайтесь отвлекающим мыслям.* Устроиться во время занятий так, чтобы было меньше поводов отвлекаться, – тоже отличный выход. Многие студенты гово-

рят, что сконцентрироваться им помогает тихое место или шумопоглощающие наушники (или и то и другое).

## Не отвлекаться!

«Я глух от рождения, у меня нет слуховых каналов (синдром Тричера – Коллинза). Поэтому, когда занимаюсь, я отключаю слуховой аппарат и тогда могу сосредоточиться. Дефект мне помогает! В первом классе я прошел тест IQ и получил 90, изрядно меньше среднего. Мама ужасно расстроилась, а я гордился: я думал, что это высший балл. Сейчас я понятия не имею, какой у меня IQ. Должно быть, на балл-другой ниже, ведь теперь я могу слышать. Хорошо, что человечество изобрело выключатели!»

*Билл Зеттлер, преподаватель биологии, открывший вместе с коллегами несколько вирусов, обладатель звания «Учитель года», Университет Флориды*

Каким делать перерыв после «помидора»? Зависит от того, чем вы занимаетесь. Если вы в начале долгого пути и результаты нужны через много недель, можно зайти в Интернет на полчаса и не чувствовать себя виноватым. Если сроки поджимают и работы много, будет достаточно двух-пятиминутного перерыва. Периоды «помидора» можно чередовать с занятиями без таймера, а если вы заметите, что стали отвлекаться и тянуть время, то вновь переходите на режим таймера.

При занятиях по принципу «помидора» на первый план выходит *процесс*, требующий простых сфокусированных усилий. Вы ни на чем не заикливайтесь и можете действовать автоматически, не заботясь о *необходимости* сделать что-то определенное<sup>[113]</sup>. Автоматизм открывает более легкий доступ к способностям, относящимся к рассеянному мышлению. **Фокусируясь на процессе, а не на продукте, вы выходите из режима постоянного самоконтроля и беспокойства («Скоро ли конец? Много ли еще осталось?») и расслабляетесь, погружаясь в рабочее состояние.** Это помогает избежать прокрастинации в случаях, связанных не только с математикой и естественными науками, но и с письменными заданиями по многим дисциплинам.

**Многозадачный режим похож на вытягивание растения из земли. Ввиду постоянного переключения внимания идеи и понятия не могут укорениться и зацвести.** Когда делаете сразу много дел при выполнении домашних заданий, вы быстрее устаете. Каждое переключение внимания отнимает силы, хотя такие переходы кажутся мелкими, усталость от них накапливается, и в результате вы тратите больше энергии, чем нужно. Кроме того, вы хуже запоминаете материал, делаете больше ошибок, и даже то небольшое, что вам удастся выучить, хуже поддается стыковке с другими контекстами. Типичный отрицательный пример: студенты, пытавшиеся заниматься сразу несколькими делами во время классных занятий или выполнения домашней работы, стабильно получали более низкие оценки<sup>[114]</sup>.

Прокрастинация часто приводит к тому, что вы отвлекаетесь на мелкие несущественные заботы вроде затачивания карандашей. При этом считаете, будто занимаетесь насущным делом, однако сознание вас обманывает. Вот почему роль экспериментального блокнота так важна (об этом мы поговорим позже).



## **ВАША ПОПЫТКА!**

### **Незнание – счастье**

В следующий раз, когда вам захочется проверить почту, остановитесь и прислушайтесь к своим ощущениям. Признайтесь себе, что вам хочется отвлечься. И не поддавайтесь этому желанию.

Учитесь игнорировать желание отвлечься. Это более действенный способ, чем пытаться силой воли заставить себя не питать этого желания.

### **Обобщение**

- Недолгий период работы над чем-то неприятным может в результате привести к благоприятным результатам.
- Прокрастинация и аналогичные привычки имеют четыре составляющих:
  - сигнал;
  - последовательность действий;
  - вознаграждение;
  - веру.
- Измените привычку, реагируя не так, как того требует сигнал, или вовсе игнорируйте сигнал. Вознаграждение и вера сделают такую перемену стабильной.
- Фокусируйтесь на процессе (способе времяпрепровождения), а не на продукте (желаемой цели).
- Используйте 25-минутные отрезки «помидора» для плодотворной работы. Вознаграждайте себя после каждого успешного периода сфокусированного внимания.
- Не забывайте об отдыхе как тренировке режима рассеянного мышления.
- Мысленное сравнение – действенный мотивирующий прием: вспомните худшие черты своего прошлого или нынешнего опыта и сопоставьте их с желанным будущим.
- Если вы делаете много дел сразу, то не способны целно и глубоко мыслить, поскольку часть мозга, отвечающая за необходимые связи, постоянно отвлекается от процесса раньше, чем нейронные связи успевают закрепиться.

### **ОСТАНОВИТЕСЬ И ВСПОМНИТЕ**

**Если вы запутались или сбились с мысли, пытаясь вспомнить ключевую идею изучаемого материала, или замечаете, что многократно перечитываете одну и ту же страницу, сделайте несколько приседаний, отжиманий или попрыгайте. Небольшая физическая разминка может на удивление благотворно повлиять на способность понимать и вспоминать материал. Попробуйте размяться прямо сейчас, а потом вспомнить основные пункты этой главы.**

## Проверьте свои знания

1. Почему «зомбированная», связанная с привычками часть вашего мозга может предпочитать концентрироваться на *процессе*, а не на *продукте*? Какими средствами можно способствовать ориентации на процесс даже через два года, т. е. спустя много времени после того, как вы прочтете эту книгу?
2. Каким мелким изменениям вы можете подвергнуть одну из ваших нынешних привычек, чтобы она помогала вам избегать прокрастинации?
3. Какую простую и необременительную *новую* привычку вы можете сформировать для борьбы с прокрастинацией?
4. Вспомните самый неприятный сигнал, переключающий вас в режим прокрастинации. Что вы можете сделать, чтобы изменить свою реакцию на этот сигнал или чтобы не замечать его?

### Преподаватель математики Оральдо «Бадди» Сауседо о неудаче, которая может привести к победе



Оральдо «Бадди» Сауседо – авторитетный преподаватель математики на RateMy-Professors.com, в качестве основной работы он преподает математику в Колледже округа Даллас, Техас. Один из профессиональных девизов – «Я предоставляю возможность преуспеть». Вот рассказ Бадди о неудаче, которая привела его к успеху.

«Время от времени студенты меня спрашивают, всегда ли я был такой умный, и мне становится смешно. Тогда я рассказываю им о моих первых экзаменах в Техасском университете сельского хозяйства и машиностроения.

Я пишу на доске “4,0” и говорю им, что в первом семестре почти получил этот балл. “Неплохо, правда?” – спрашиваю я их и жду реакции. Затем стираю запятую и переносу влево, цифра превращается в “0,4”.

Да, так и было. Я позорно провалился, и меня выгнали из университета. Ужасно, да? Однако я вернулся и со временем получил диплом бакалавра, а потом магистра.

Людей, пришедших от поражения к победе, очень много. Если вас постигла неудача, вы можете не осознавать, как она важна, что она может подтолкнуть вас к успеху.

Вот некоторые из истин, которым я научился на пути к успеху:

- Ваши оценки – не вы, вы лучше их. Оценки всего лишь показывают успешность тайм-менеджмента и уровень успеха.

- Плохие оценки не значат, что вы плохой человек.

- Прокрастинация убивает успех.

- Тайм-менеджмент и мелкие, легко осуществимые шаги на пути вперед – ключ к успеху.

- Подготовка – ключ к успеху.

- Неудачи бывают у всех. Вы не исключение. Поэтому контролируйте свои неудачи. Для этого мы и делаем домашние задания: они берут на себя изрядную долю наших неудач.

- “Практика приводит к совершенству” – наглая ложь. “Практика делает вас лучше” – неправда.

- Практика – это то, где вы можете потерпеть неудачу.

- Практикуйтесь дома, в классе, везде и всегда – только не на экзамене!

- Наспех вы зубрить и сдать экзамен – это не успех.

- Зубрить к экзамену – короткая игра, она приносит слишком мало удовлетворения и дает лишь временные результаты.

- Учеба – долгая игра, которая приносит самую большую награду.

- Учиться нужно *всегда и постоянно*. Всеми доступными способами.

- Неудача – повод не для расстройства, а для радости.

- Томас Эдисон дал неудачам другое название – «тысяча способов НЕ изобрести электрическую лампочку». Придумайте названия своим неудачам.

- Даже зомби встают и пытаются начать все сначала!

Говорят, что опыт – лучший учитель. Нет, лучший учитель – это неудача. Лучше всех учится тот, кто лучше справляется с неудачами и делает их ступенью для дальнейшего обучения».

## **7. Порции информации или ступор** ***Как повысить свой уровень*** ***знаний и снизить беспокойство***

Новые изобретения почти никогда не являются в мире безукоризненно идеальными. Обычно они проходят многочисленные стадии отладки и совершенствования. Первые мобильные телефоны весили как шар для боулинга, первые холодильники были громоздкими уродцами, использовавшимися при изготовлении пива. Самые первые двигатели, гигантские громадины, имели мощность не больше, чем у нынешнего мопеда.

Усовершенствования появляются только через некоторое время после того, как изобретение дойдет до масс и люди начнут им пользоваться. Отлаживать и исправлять процесс гораздо удобнее на уже существующих моделях – например, на работающем двигателе, как в случае с изобретением турбонаддува. Инженеры тогда обнаружили, что большее количество воздуха и горючего в камере внутреннего сгорания увеличивает мощность и полезную отдачу двигателя. Немецкие, швейцарские, французские и американские инженеры в числе прочих бросились отлаживать и совершенствовать изначальную идею.

Вы не забыли забежать вперед и просмотреть вопросы в конце главы, чтобы началось формирование порций информации?

## Как сформировать действенную порцию информации

В этой главе, как и в случае с совершенствованием и отладкой изобретений, мы научимся оттачивать и усиливать навык формирования порций информации. Если создать целую библиотеку таких порций, оценки за экзамены станут более высокими, а решения задач – более творческими. Эти процессы создадут фундамент, благодаря чему вы превратитесь в настоящего специалиста в той области, которой вы занимаетесь<sup>[115]</sup>. (Если вы удивлены, что после рассуждений о прокрастинации я возвращаюсь в этой главе к теме формирования порций информации, то здесь налицо пример *чередования*, когда после перерыва вы снова беретесь за уже знакомый материал для закрепления подхода, изученного ранее.)

Одна из главных идей состоит в следующем: *изучать основные понятия математики и естественных наук гораздо легче, чем изучать дисциплины, требующие механического запоминания больших объемов информации*. Я нисколько не преуменьшаю важность или сложность запоминания – спросите любого студента-медика, готовящегося к экзаменам!

Приведенное утверждение справедливо в числе прочего потому, что, **когда вы начинаете работать над математической или естественно-научной задачей, вы замечаете, что каждое завершённое действие даёт сигнал к следующему шагу**. Усвоение техники решения задач усиливает активность нейронов, и вы начинаете лучше слышать «шепот» подсознания – подсказки крепнущей интуиции. Когда при первом взгляде на задачу вы знаете – истинно *знаете*, – как она решается, это значит, что у вас уже сформировалась главная порция информации, которая пронизывает, как песня, ваше сознание. Библиотека таких порций информации уникальным образом позволяет вам понять основные концепции изучаемого материала.

Итак, переходим к действию.

### Пошаговая инструкция по формированию действенных порций информации

1. **Решите задачу сами либо** найдите ответ в учебнике и *запишите* решение, которое должно быть у вас под рукой (но не подглядывайте в него без нужды.) В процессе решения задачи не хитрите, не пропускайте этапы, не говорите «Ну, тут и так понятно» – решайте задачу до конца. *Убедитесь, что каждый шаг осмыслен*.

2. **Решите задачу заново, обращая внимание на главные этапы**. Если вам кажется странным решать ту же задачу повторно, напомните себе, что невозможно научиться играть песню на гитаре с одного раза или накачать мускулы одним-единственным поднятием гантели.

3. **Сделайте перерыв**. Можно обратиться к другим темам в рамках того же самого учебного предмета, но потом переключитесь на что-нибудь совсем иное – позанимайтесь другими науками<sup>[116]</sup>, поиграйте в баскетбол. Рассеянному состоянию нужно время, чтобы материал усвоился.

4. **Поспите**. Перед сном решите задачу еще раз<sup>[117]</sup>. Если решение не пойдет, *прислушайтесь к задаче*. Пусть подсознание подскажет следующий шаг.

5. **Решите задачу еще раз**. На следующий день (как можно раньше) поработайте над задачей снова. На этот раз вы заметите, что это займет меньше времени, поскольку вы уже будете лучше понимать процесс –

вы даже удивитесь, почему он раньше вызывал у вас трудности. На это раз можно не так пристально фокусироваться на каждом этапе решения – *сосредоточьтесь лишь на самых сложных действиях*. Такая концентрация на сложных действиях называется «намеренной тренировкой» – она порой утомительна, но всегда чрезвычайно важна для процесса обучения. (В качестве альтернативы или дополнения на этом этапе можно взяться за аналогичную задачу и посмотреть, легко ли она будет решаться.)

**6. Перейдите к другой задаче.** Выберите еще одну задачу и начните работать над ней по вышеописанной схеме. Решение этой задачи станет второй порцией информации в вашей библиотеке. Повторите шаги 1–5 применительно ко второй задаче. Когда освоитесь с ее решением, переходите к следующей. Вы удивитесь тому, как уверенно будете обращаться с материалом и как эффективно начнете решать задачи – и все из-за нескольких надежно сформированных порций информации.

**7. Делайте «активные» повторения.** Мысленно пройдите по основным этапам решения задачи во время активной деятельности – прогулки или тренировки. Повторением можно заниматься и на остановке, пока ждете автобуса, и в машине (если едете в качестве пассажира), и перед лекцией, пока ждете преподавателя. Такой вид активных «репетиций» усиливает вашу способность вспоминать основные понятия и принципы во время выполнения домашних или экзаменационных заданий.

Вот и все. Мы перечислили ключевые шаги к тому, чтобы сформировать библиотеку порций информации. Вы просто создаете и укрепляете сеть взаимосвязанных нейронов – обогащаете и укрепляете порции информации<sup>[18]</sup>. Этот процесс основан на так называемом *эффекте генерации*. **Генерация (т. е. вспоминание) материала помогает выучить его более эффективно, чем с помощью простого перечитывания.**

При всей полезности этой информации вы уже думаете: «Я и так трачу много часов в неделю на то, чтобы решать задачи хотя бы по одному разу, неужели нужно решать каждую задачу по четыре раза?»

У меня есть встречные вопросы. Какова ваша истинная цель? Сдать домашнюю работу? Или успешно сдавать экзамены, которые служат индикатором уровня владения материалом и становятся основой для главных оценок за курс? Не забывайте: если вы просто решаете задачу, держа перед глазами открытый учебник с решением, то это не гарантия того, что вы сможете решить такую задачу на экзамене, и, что важнее, это никак не значит, что вы понимаете материал.

*Если у вас мало времени, примените описанную технику к нескольким задачам, ключевым для понимания принципа. Эта намеренная практика ускорит и углубит процесс обучения и поможет вам усовершенствовать навык решения задач.*

## Закон озарений

Помните: госпожа Удача благоволит к тем, кто прилагает усилия и стремится к цели. Поэтому не ужасайтесь объему знаний, необходимых для усвоения нового учебного предмета. Сосредоточьтесь на понимании нескольких ключевых идей, и вы удивитесь эффективности такого подхода.

В этом смысле к математике может быть применен принцип, используемый музыкантами для совершенствования их мастерства. Опытный скрипач, например, не играет пьесу раз за разом с начала до конца, он фокусирует внимание на самых трудных фрагментах – тех,

которые сложны с точки зрения техники исполнения или которые плохо запоминаются<sup>[119]</sup>. Во время «намеренной тренировки» следуйте этому подходу, сосредотачиваясь на самых сложных этапах решения задач<sup>[120]</sup>.

Исследования показали: чем больше усилий вы прилагаете к тому, чтобы вспомнить материал, тем глубже он оседает в памяти<sup>[121]</sup>. Вспоминать, а не просто перечитывать – вот лучший способ «намеренной тренировки» при обучении. Эта стратегия схожа с подходом, применяемым шахматистами. Шахматные комбинации хранятся у них в долговременной памяти в виде порций информации, соотносимых с лучшим вариантом следующего хода. Эти ментальные структуры помогают им выбрать лучший вариант каждого хода в текущей игре<sup>[122]</sup>. Разница между рядовыми игроками и гроссмейстерами состоит в том, что гроссмейстеры больше времени уделяют выявлению своих слабых мест и работе над ними<sup>[123]</sup>. Это гораздо сложнее, чем сидеть и играть для удовольствия, однако ваши усилия будут вознаграждены.

Практика вспоминания – один из самых действенных способов усвоения знаний. Он намного более продуктивен, чем простое перечитывание материала<sup>[124]</sup>. Создание библиотеки, где собраны способы решения задач, эффективно как раз потому, что оно базируется на методах практики вспоминания. Не поддавайтесь иллюзиям компетентности. Помните: читая объяснения в книге, вы часто склонны думать, будто эту информацию уже усвоили, хотя на самом деле она остается только на бумаге.

Когда вы начинаете практиковать такой способ, он может показаться странным – как если бы 30-летний человек впервые в жизни учится играть на фортепиано. Однако со временем вы увидите, что материал усваивается все быстрее и легче. Не торопите себя: чем проще вам будет ориентироваться в материале, тем больше удовольствия вы станете получать от занятий. Требуется ли это усилий? Конечно, как и учиться красиво и технично играть на фортепиано. Зато результат окупает все усилия!

## Компьютерный подход

«Я учусь на инженера по полной учебной программе и работаю полный рабочий день техническим специалистом. Учебных предметов так много, что все их держать в голове сложно. Поэтому у меня есть уловка: я создаю порции информации для разных предметов – термодинамики, машиностроения, программирования и т. д. Когда мне нужно вспомнить конкретный проект, я пытаюсь расфокусировать внимание и перенести его на нужную порцию – для меня она похожа на ссылку на рабочем столе компьютера. Я либо фокусирую внимание на конкретном месте, либо (в рассеянном режиме) смотрю на весь рабочий стол и нахожу понятийные связи между порциями. Когда воображаемый рабочий стол четкий и упорядоченный, связи находятся легче – это дает мыслительную гибкость и позволяет легче проникать в глубь любой темы».

*Майк Оррелл, первый курс, изучает электротехнику*

## **Тупик: когда знания вдруг дают сбой**

Прирост знаний происходит неравномерно (нельзя сказать, что каждый день на вашей полке добавляется новая аккуратная стопка знаний). Порой при попытке понять новую информацию вы оказываетесь в тупике: то, что недавно было исполнено смысла, теперь сбивает с толку<sup>[125]</sup>.

Такой «крах знаний» обнаруживается в случаях, когда ваше сознание перестраивается – воздвигает более прочный фундамент. При изучении какого-нибудь иностранного языка, например, бывают периоды, когда он вдруг кажется совершенно непонятным, как инопланетный.

Не забывайте: усвоение новых знаний требует времени. У вас случатся периоды, когда изучаемый материал будет казаться непонятным, будто вас вдруг отбросило на шаг назад. Это естественный феномен, означающий, что материал обрабатывается и упорядочивается в глубинах сознания. По окончании каждого такого неприятного периода вы увидите, что ваши знания существенно продвинулись вперед.



## **Соберитесь с силами, или Как упорядочить материал**

При подготовке к экзамену аккуратно систематизируйте задачи и решения, чтобы вы могли их быстро повторить. Некоторые студенты приклеивают написанные от руки решения задач к соответствующим страницам учебника – так они всегда под рукой (если книга не ваша и ее нужно будет возвращать, можно использовать слабосклеивающую бумажную ленту или липкую бумагу для записей). Написанные от руки решения – важный пункт: больше шансов, что написанное останется в памяти. Как вариант можно скрепить все важные задачи и их решения, взятые из учебника и из упражнений в классе, и держать их в папке, которой вы воспользуетесь для быстрого повторения перед экзаменами.

### **Секрет запоминания. Мудрый совет от одного из величайших психологов в истории**

«Любопытная черта памяти: след остается прочнее при активном, чем при пассивном повторении. Например, при заучивании наизусть отрывка, когда мы уже почти его выучили, имеет смысл подождать и затем вспомнить “изнутри памяти”, а не заглядывать в книгу. Если мы извлечем текст из памяти самостоятельно, то в следующий раз, скорее всего, уже будем знать его наизусть, а если будем вспоминать его по книге – то книга нам наверняка понадобится еще раз».

*Уильям Джеймс, написано в 1890 г.<sup>[126]</sup>*

## **Постоянно экзаменуйте самих себя: экзамен – ценный опыт обучения**

Решение задачи, подкрепленное сформированными порциями информации, должно находиться в мозгу, готовое к использованию в любой момент. **Это помогает нам не впадать в ступор на экзамене.** Ступор – паническое состояние, доходящее до полной заторможенности, – может случиться в моменты, когда рабочая память полна до предела и уже не вмещает дополнительных сведений, необходимых для решения задачи. Формирование порций информации «сжимает» знания и высвобождает место в рабочей памяти, предотвращая мозговую перегрузку. Освобождая место в рабочей памяти, вы также даете себе возможность припомнить важные детали метода решения<sup>[127]</sup>.

Такая практика – почти мини-экзаменовка. Исследования показали, что тестирование – это не просто способ проверить уровень знаний. **Любой тест сам по себе – мощный обучающий опыт. Он реорганизует знания и добавляет к ним новые, а также ощутимо улучшает способность удерживать материал в памяти**<sup>[128]</sup>. Такое улучшение знаний, происходящее благодаря экзаменам, зачетам, контрольным и т. п., называется *эффектом тестирования*. Оно происходит оттого, что проверка усиливает и стабилизирует нужные нейронные паттерны в мозгу. Это именно то, что мы видели в главе 4 (раздел «Практика – путь к надежным знаниям»), где помещена иллюстрация со светлыми и темными паттернами в мозгу, появляющимися в результате повторений<sup>[129]</sup>.

Эффект тестирования благотворно сказывается на качестве знаний даже в случаях, когда экзамен сдан плохо и вам так и не удастся узнать правильные ответы на экзаменационные вопросы. Однако, когда вы экзаменуете сами себя, у вас есть возможность сверить свое решение с имеющимися (например, в конце учебника) ответами. Кроме того, общение с сокурсниками и преподавателями также упрощает учебный процесс (мы обсудим это позже)<sup>[130]</sup>.

Создание устойчивых порций информации полезно в числе прочего еще и потому, что во время их формирования вы устраиваете себе множество мини-экзаменов. Исследования показывают, что студенты и даже преподаватели порой очень плохо представляют себе выгоду мини-тестирования, в ходе которых применяется практика вспоминания<sup>[131]</sup>. Студенты считают, что во время таких мини-экзаменов они просто проверяют уровень своих знаний. Однако активное вспоминание – один из лучших учебных методов: он гораздо действеннее, чем просто пассивное перечитывание! Создание библиотеки порций информации плюс интенсивная практика многократного вспоминания материала – это лучшая из возможных методик получения глубоких, надежных знаний.

### **ВАША ПОПЫТКА!**

#### **Создайте в мозгу библиотеку решений**

Главное при достижении гибкости и наполненности мозга – создание библиотеки, которая включала бы в себя шаблоны решений задач, сформированные в порции информации. Такой банк данных с быстрым доступом к нужной информации хорош для ситуаций, когда может срочно понадобиться нужное решение. Он полезен не только в математике и естественных науках, но и во многих других сферах жизни. Вот почему

всегда полезно, в частности, запоминать расположение аварийных выходов в самолете или гостинице.

## Обобщение

- Сформировать порцию информации – значит интегрировать некое понятие в четко оформленный нейронный паттерн.
- Формирование порций помогает увеличить объем доступной рабочей памяти.
- Создание библиотеки сформированных порций информации, содержащих необходимые концепции и способы решения, помогает развитию интуиции при решении задач.
- При создании библиотеки порций важно сознательно фокусироваться на самых сложных понятиях и аспектах решения задач.
- Временами, как бы вы ни старались овладеть материалом, вас постигает неудача. В таких случаях не забывайте «закон озарений»: если вы эффективно поработаете над материалом и создадите хорошую библиотеку решений, то увидите, что удача все чаще будет на вашей стороне. Иными словами, если вы не стараетесь освоить материал, вам гарантирована неудача, однако те, кто целенаправленно прилагает усилия, достигнут гораздо больших успехов.

## ОСТАНОВИТЕСЬ И ВСПОМНИТЕ

**Каковы главные идеи этой главы? Если вы не вспомните всех деталей – так и должно быть. В будущем вы удивитесь, насколько быстрее будете овладевать материалом, если начнете оформлять идеи, относящиеся к изучаемой теме, в порции информации.**

## Проверьте свои знания

1. Какова связь между формированием порций информации и рабочей памятью?
2. Почему самостоятельное решение задачи – важная часть процесса формирования порции? Почему нельзя просто заглянуть в конец учебника, уяснить ответ и перейти к следующему заданию? Какие дополнительные действия помогают упорядочить порции непосредственно перед экзаменом?
3. Что такое эффект тестирования?
4. После того как вы попрактиковались в решении той или иной задачи, остановитесь и прислушайтесь к себе: появилось ли у вас чувство верного шага, когда вы понимаете, каким должен быть следующий этап решения?
5. Что такое закон озарений? Вспомните пример из собственного опыта, иллюстрирующий его свойства.
6. Чем ступор отличается от краха знаний?
7. Студенты обманчиво убеждают себя, будто лучший способ изучения материала – перечитывание, а не вспоминание. Каковы способы не впасть в это распространенное заблуждение?

## **Нил Сандаресан, старший директор исследовательских лабораторий eBay о вдохновении и шагах к успеху в математике и естественных науках**



Доктор Нил Сандаресан – создатель программы Inspire! помогающей студентам успешно осваивать математику, естественные и технические науки. Несколько стипендиатов Inspire! (группа первокурсников из неблагополучных семей) недавно зарегистрировали свой первый патент, ставший ценным интеллектуальным вкладом в развитие мобильной коммерции на eBay. Доктор Сандаресан рассказывает о своем пути к успеху.

«Я учился не в элитных школах, а в школе ниже среднего уровня – по многим предметам у нас не было нормальных учителей. Однако я старался находить что-то хорошее в каждом учителе, который попадался на моем пути: кто-то обладал отличной памятью, у кого-то просто была приятная улыбка. Такой доброжелательный подход помогал мне ценить преподавателей и относиться к их урокам без предубеждения.

Такое же отношение ко всему помогало мне и в дальнейшей карьере. Сейчас я всегда ищу вдохновения среди людей, с которыми – и для которых – я работаю. Если я падаю духом, понимаю: это оттого, что я перестал искать в людях хорошее. Значит, пора взглянуть внутрь себя и что-то изменить.

Я знаю, это прозвучит банально, но примером для меня всегда была моя мать. Она недоучилась в школе, потому что для учебы в старших классах ей пришлось бы уехать из маленького городка, где она жила. Она росла в интересное, но опасное время, когда Индия боролась за независимость. Для моей матери тогда были закрыты все двери, и именно это укрепило

во мне решимость открыть эти двери для других, помочь людям реализовать те бесчисленные возможности, которые лежат так близко.

Одно из правил моей матери гласило: «Писать – значит учиться». Когда учился в магистратуре и потом аспирантуре, я убедился в том, что систематически понимать и записывать каждый шаг того, что изучаешь, – мощное средство обучения.

Учась в магистратуре, я порой видел, что другие студенты интенсивно выделяют в учебнике этапы доказательств или подчеркивают предложения в абзацах. Я никогда этого не делал. Подчеркивание нарушает оригинал без всякой гарантии того, что выделенная информация отложится в сознании и принесет пользу.

Мой собственный опыт, таким образом, созвучен исследованиям и открытиям, о которых вы читаете в этой книге. Лучше не подчеркивать и не выделять фрагменты текста, поскольку – по крайней мере судя по моему опыту – это действие лишь создает иллюзию компетентности. Вспоминать и пересказывать текст – гораздо более мощное средство. Попробуйте добиться того, чтобы основная идея рассказанного на каждой странице отложилась у вас в сознании прежде, чем вы перейдете к следующей.

Мне обычно нравилось учить наиболее сложные для меня предметы – например, математику – по утрам, на свежую голову. Этот подход я применяю и до сих пор. Некоторые из самых лучших идей приходили ко мне в ванне и под душем, когда мозг совершенно отвлечен от предмета и в рассеянном состоянии творит чудеса».

## 8. Способы, советы и хитрости

Признанный специалист по менеджменту Дэвид Аллен отмечает: «Мы хитростью заставляем себя же самих делать то, что сделать надо... Люди, достигшие высокого уровня личной эффективности, сделали “трюки” обязательной составляющей своей жизни... Наше сознание принимает решения о действиях, тогда как наше подсознание почти автоматически вырабатывает поведение, способствующее достижению хороших результатов...»<sup>[132]</sup>.

Под «трюками» Аллен имеет в виду случаи, когда, например, он надевал спортивный костюм для того, чтобы исполниться решимостью позаниматься спортом, или клал важный отчет у входной двери, чтобы на него наткнуться. Я постоянно слышу от студентов, что новое место занятий – как, скажем, тихий закуток библиотеки, в котором почти нет отвлекающих сигналов, – творит чудеса с прокрастинацией. Исследования подтверждают, что специально отведенное для работы место очень помогает сосредоточению<sup>[133]</sup>.

Еще одна хитрость – с помощью медитаций научиться игнорировать отвлекающие мысли<sup>[134]</sup>. (Медитации могут пригодиться не только любителям эзотерики: многочисленные исследования подтвердили их действенность<sup>[135]</sup>.) Короткое полезное руководство по знакомству с медитацией – книга Тая Шеридана «Будда в синих джинсах» (Buddha in Blue Jeans), которая подходит людям любой веры. И, конечно же, существуют многочисленные программы по медитации – соответствующие сайты можно найти с помощью поисковика Google, а потом посмотреть, какая из программ вам больше подходит.

Последний важный трюк – перенастроить фокусировку. Один из студентов, например, может просыпаться в рабочие дни в 4:30, и в этом ему помогают не мысли о том, как ему тяжело, а предвкушение хорошего завтрака.

Одна из самых удивительных историй об изменении фокуса внимания связана с Роджером Баннистером – первым человеком, который пробежал милю меньше чем за четыре минуты. Баннистер был студентом-медиком и не мог себе позволить тренера или специальное питание, из-за занятий у него даже не было времени тренироваться в беге более получаса в день. И все же Баннистер сосредоточился не на логических аргументах в пользу невыполнимости задуманного, а на достижении цели доступным ему способом. Тем утром, когда он вписал свое имя в мировую историю, он встал, позавтракал как обычно, сделал обход своих пациентов в больнице, а затем поехал на автобусе на стадион.

Утешительно знать, что существуют *позитивные* мысленные уловки, способные работать в нашу пользу. Они уравновешивают собой некоторые негативные трюки, которые либо не срабатывают, либо усложняют жизнь, – например, попытки убедить себя, что доделать домашнюю работу можно и позже.

**Нежелание начинать работу – совершенно естественное чувство. Вопрос в том, как вы с ним справляетесь.** Исследователи обнаружили, что разница между теми, кто немедленно берется за работу, и теми, кто ее откладывает, состоит в том, что не склонные к прокрастинации люди не поддаются негативным мыслям и говорят себе: «Хватит терять время, берись за дело. Когда начнешь работать, станет легче»<sup>[136]</sup>.

### Позитивный подход к прокрастинации

«Я всегда говорю студентам, что прокрастинировать можно, если соблюдать три правила:

1. Не подходите к компьютеру во время прокрастинации – он отнимает бездну времени.

2. Перед прокрастинацией выберите самую легкую задачу из домашних заданий (решать ее пока не нужно).

3. Перепишите уравнения, необходимые для решения этой задачи, на небольшой лист бумаги и носите его с собой, пока не закончите прокрастинировать и не решите вернуться к занятиям.

Я обнаружила, что такой подход очень полезен, поскольку задача в это время обдумывается в рассеянном режиме – студенты над ней работают даже во время прокрастинации».

*Элизабет Плауман, преподаватель по физике, Колледж Камосан, Виктория, Британская Колумбия*

## Самозэкспериментирование – ключ к самосовершенствованию

Доктор Сет Робертс – почетный профессор психологии в Калифорнийском университете (Беркли). Изучая в магистратуре психологические эксперименты, он начал ставить опыты на самом себе. Первые эксперименты были связаны с угревой сыпью. Дерматолог прописал ему тетрациклин, и Робертс просто-напросто считал количество угрей на лице при разных дозах тетрациклина. В результате оказалось, что тетрациклин не влияет на количество угрей!

Робертс обнаружил то, на что медикам потребовались бы десятилетия: он выяснил, что тетрациклин, считающийся мощным лекарством, не всегда лечит угревую сыпь. Зато пероксид бензоила в виде мази помогает вопреки изначальным ожиданиям Робертса. Психолог отмечал: «Из своего эксперимента с угревой сыпью я узнал, что опыты на самом себе могут использоваться и неспециалистами, чтобы: а) выяснить, правы ли специалисты, и б) узнать что-то им неизвестное. Прежде я не думал, что такое возможно»<sup>[137]</sup>. За прошедшие с тех пор годы Робертс ставил на себе эксперименты, исследуя свое настроение, вес, а также влияние препарата «омега-3» на качество работы мозга.

В результате Робертс выяснил, что опыты на себе чрезвычайно важны при опробовании новых идей, а также при формировании и разработке гипотез. Он писал: «Самозэкспериментирование по природе своей предполагает резкие изменения в жизни: сначала вы не делаете что-то в течение нескольких недель, потом вы делаете что-то в течение нескольких недель. Мало того – мы при этом наблюдаем за собой в разных проявлениях, и потому в результате таких опытов мы легко открываем неожиданные побочные эффекты... Кроме того, ежедневное пересчитывание угрей, или часов сна, или чего угодно другого дает основу для еще более легкого выявления неожиданных изменений»<sup>[138]</sup>.

Предметом ваших опытов на самих себе должна быть (по крайней мере поначалу) прокрастинация. Ведите заметки – отмечайте, что из запланированного вы не завершили, что являлось сигналом к прокрастинации, какова была привычная зомби-реакция на сигналы. Зная эту реакцию, вы сможете приложить нужные усилия и изменить отклик на сигналы и со временем изменить привычки, касающиеся работы. Автор книги «Легкий способ перестать откладывать дела на потом» Нейл Фьоре предлагает составлять подробное ежедневное расписание дел на неделю или две вперед, чтобы определить проблемные точки для прокрастинации<sup>[139]</sup>. Следить за своим поведением при этом можно разными способами, главное – вести письменный отчет за несколько дней, который поможет изменить ситуацию. Кроме того, для разных людей предпочтительные места для работы будут разными: одним нужно людное кафе, другим – тихая библиотека. Что лучше для вас – выясните сами.

### Одиночество или работа в группе. Разные подходы к борьбе с прокрастинацией

«Полезный совет при прокрастинации: изолируйте себя от отвлекающих факторов, в том числе людей. Уйдите в другую комнату или в библиотеку, чтобы вас ничего не отвлекало».

*Аукури Кауарт, второй курс, изучает электротехнику*



«Если я не понимаю материал, мне полезнее заниматься вместе с сокурсниками: можно задать им вопрос, и мы вместе выясним то, что непонятно. Вполне возможно, я знаю, как помочь им, а они – мне».

*Майкл Паризо, первый курс, изучает машиностроение*

## Заговор против зомби: ежедневник-планировщик как личная книга лабораторных наблюдений

Лучший способ взять под контроль свои привычки очень прост: раз в неделю пишете короткий список ключевых задач на неделю. Затем ежедневно пишете список задач, над которыми нужно поработать или которые нужно завершить (задачи должны быть выполнимыми!)<sup>[140]</sup>. *Составление списка перед сном – отличный метод поставить зомби себе на службу: они помогут вам выполнить задания из списка на следующий день.*

Многие используют календарь (телефонный, или онлайнный, или бумажный) для отслеживания важных дат и сроков окончания дел – у вас, вероятно, тоже такой есть. Выпишите оттуда недельный список дел, включающий 20 или менее пунктов. Каждый вечер составляйте для следующего дня список дел из пяти – десяти пунктов, входящих в недельный список. Старайтесь не дополнять дневной список после составления, разве что появится что-то непредвиденное и важное (вам же не нужны бесконечные списки!). И старайтесь не переносить дела на другой день.



Если не систематизировать дела посредством списка, они будут толпиться в мозгу, готовясь обосноваться в четырех или более ячейках рабочей памяти, и занимать ценное пространство. А после составления списка дел рабочая память высвобождается для решения задач. Ура! Только не забывайте заглядывать в список запланированных дел: если ваше подсознание сомневается, что вы вспомните о списке, то задачи вновь начнут всплывать в сознании, блокируя рабочую память.

И еще одно. Дафна Грей-Грант – коуч, работающий с писателями, – обычно советует своим клиентам: «Съедайте лягушек сразу поутру». Делайте самую важную и неприятную работу в первую очередь, как только проснетесь. Это невероятно эффективно.

Далее я привожу пример дня, взятый из моего ежедневника (свой план-образец на неделю можете составить сами). Там только шесть пунктов. Некоторые из них ориентированы на процесс – например, через несколько месяцев мне нужно сдавать статью в жур-

нал, поэтому я почти каждый день уделяю некоторое время работе над ней в сфокусированном режиме, чтобы закончить к сроку. Другие дела ориентированы на продукт, но только потому, что на них отводится ограниченное время.

## 30 ноября

- Статья для Национальной академии наук (1 час);
- прогулка;
- книга (один раздел);
- ISE 150<sup>2</sup>: подготовка презентации;
- EGR 260: подготовить 1 вопрос к финальному экзамену;
- закончить ближайший доклад.

*Внимание, удовольствие!*

Конец работы на сегодня: 17:00.

Обратите внимание на напоминания: я хочу сосредоточиться на каждом пункте работы и в то же время я хочу получить удовольствие. На сегодня список почти выполнен. Я, правда, немного нарушила свой план, потому что забыла выключить электронную почту. Чтобы вновь обрести рабочий настрой, я включила режим «помидора» на 22 минуты с помощью таймера на рабочем столе компьютера. (Почему 22 минуты? А почему нет? Необязательно выставлять одно и то же время каждый раз. И заметьте заодно, что переходом в режим «помидора» я включила ориентирование на процесс.) Все пункты списка довольно нетрудоемки, поскольку у меня есть и другие дела – встретиться с нужными людьми, прочитать лекцию. Иногда я вставляю в список несколько пунктов, связанных с физической активностью, – например, прополку сорняков или уборку на кухне. Обычно это не самые любимые виды деятельности, но я пользуюсь ими как перерывом на рассеянный режим и часто им рада. Когда вы перескакиваете с одних дел на другие, все они начинают казаться более приятными и вместе с тем вы отвлекаетесь от долгих периодов сидячей работы.

С опытом я стала все лучше определять, сколько времени требуется на конкретное дело. Когда вы начнете более реалистично оценивать, какой объем работы можно выполнить за определенное время, вы сами заметите, что обучение дается вам легче. Некоторые помечают пункты списка цифрами от единицы до пятерки: единица означает высший приоритет, пятерка – занятие, которое можно отложить на завтра. Другие ставят звездочку рядом с высокоприоритетными задачами. Третьи рисуют квадратик – тогда в нем можно ставить галочку. Лично мне нравится вычеркивать сделанные дела жирной черной линией. Делайте как вам удобно, лишь бы система работала.

## Свобода расписания

«Для борьбы с прокрастинацией я делаю себе расписание, куда включаю все необходимые дела. Например, я говорю себе: “В пятницу нужно начать статью и закончить ее к субботе. В субботу нужно также сделать домашнее задание по математике. В воскресенье надо готовиться к экзамену по немецкому”. Это помогает организовывать время и не впадать в стрессы.

---

<sup>2</sup> ISE 150, EGR 260 – названия учебных курсов, имеющих отношение к техническим наукам. – Прим. ред.

Если выбиться из расписания, то на следующий день приходится вдвое больше работы, а этого я стараюсь избегать».

*Рэнделл Бродуэлл, изучает машиностроение и немецкий язык*

Если ваши прежние попытки завести себе планировщик или расписание не увенчались успехом, можно попробовать схожий метод, с более наглядным напоминанием: пишите список дел мелом или маркером на доске у входной двери. Представьте себе удовольствие, с которым вы будете вычеркивать пункты из такого списка!

Обратите внимание на поставленную мной цель – окончание работы в 17:00. Странно, да? Ничего удивительного, это один из важнейших компонентов ежедневного планирования. *Заранее определять для себя время окончания работы не менее важно, чем планировать рабочий период.* Обычно я намереваюсь заканчивать работу в пять часов вечера, но когда я изучаю что-то новое, то с удовольствием просматриваю материал еще раз после вечернего перерыва в занятиях, перед сном. А время от времени у меня бывают крупные проекты, требующие завершения. Рубеж отмечен пятью часами вечера потому, что я люблю проводить время с семьей и предпочитаю оставлять много времени на чтение перед сном. Если это кажется слишком легким распорядком дня, то имейте в виду, что шесть дней в неделю я рано встаю – как и все, для кого работа и занятия составляют изрядную нагрузку.

Вы можете подумать, что, дескать, *вы же преподаватель, отмучились в юности, потому и заканчиваете работу так рано.* Однако один из самых моих уважаемых экспертов по делам обучения Кэл Ньюпорт практиковал окончание занятий в 17:00 в течение всех лет обучения<sup>[141]</sup> (он получил степень доктора наук в Массачусетском технологическом институте). То есть этот метод, с виду неприемлемый, может подойти студентам и младших, и старших курсов в рамках самых жестких программ обучения. Раз за разом те, кто предпочитает оставлять себе время на здоровый отдых после трудной работы, превосходят успехами тех, кто бесконечно занят только делом<sup>[142]</sup>.

Как только вы покончили с ежедневным списком, день завершен. Если вы постоянно работаете сверх запланированного времени или не успеваете закончить назначенные самому себе дела – ежедневник поможет вам упорядочить усилия и мало-помалу изменить подход к работе. Каждый день у вас есть важная цель: набросать список из нескольких дел на завтра и (будем надеяться) отметить несколько текущих дел как выполненные.

Разумеется, жизнь такова, что запланированный распорядок занятий и отдыха окажется нереальным, особенно если вы разрываетесь между двумя работами и многочисленными учебными занятиями. Однако при любых обстоятельствах старайтесь оставлять время на отдых.

**Разбивать работу на дневные порции – важная часть процесса.** Завершайте дело шаг за шагом. Большие задания нужно делить на малые и заносить эти «дозы» в ежедневный список. Дорогу в тысячу миль можно пройти только одним способом – продвигаясь по ней постепенно и размеренно.

## ВАША ПОПЫТКА!

### Планирование – путь к успеху

Выберите небольшую часть задания, подступаться к которому вы избегали. Запланируйте, когда и где вы займетесь этой порцией. Пойдете ли после обеда в библиотеку и поставите телефон в режим «полет»? Уединитесь ли дома в отдельной комнате завтра вечером без компьютера

и начнете писать от руки для начала? Что бы вы ни решили – сам процесс планирования того, как вы исполните задуманное, будет способствовать успеху<sup>[143]</sup>.

Возможно, вы слишком привыкли к прокрастинации и чувству вины и вам кажется странной сама мысль о том, что можно успешно жить по-другому. Более того, вы вряд ли сразу сумеете правильно распланировать время, поскольку раньше у вас не было роскошной возможности узнать, сколько времени потребуется на тщательное выполнение работы, если делать ее не наспех. Хронические прокрастинаторы, как выясняется, чаще всего считают каждый акт прокрастинации уникальным и необычным феноменом, который случается «только в этот раз и больше никогда». Пусть это и неправда, зато звучит убедительно – настолько убедительно, что вы будете верить этому вновь и вновь, поскольку у вас нет ежедневника с запланированными делами, который мог бы доказать обратное. Как сказал однажды Чико Маркс, «кому вы верите, мне или собственным глазам?».

### **Как избежать прокрастинации? Советы Джонатана Маккормика, изучающего промышленное машиностроение**

1. Я записываю в ежедневник все дела таким образом, как будто они должны быть выполнены на день раньше, чем на самом деле. Так мне никогда не придется заниматься ими в спешке в последнюю минуту: у меня всегда будет в запасе целый день на обдумывание задания, прежде чем сдать его преподавателю.

2. Я говорю друзьям, что пошел делать домашнее задание. И когда кто-нибудь из них застает меня в Facebook, с меня требуют отчет, почему я не занимаюсь делом.

3. У меня на столе стоит в рамке лист бумаги с написанной на нем начальной зарплатой инженера. Когда я не могу сфокусироваться на деле, я смотрю на рамку и напоминаю себе, что мои усилия в будущем окупятся.

Время от времени прокрастинация в малых количествах неизбежна. Однако для эффективного изучения математики и естественных наук вам нужно стать хозяином своих привычек и взять своих зомби под контроль. Ежедневник с запланированными делами – это средство отслеживать, насколько эффективно вы действуете. Когда вы поначалу заводите список дел, вам порой может показаться, что вы слишком много хотите: ведь выполнить такой насыщенный план просто невозможно! Однако по мере того, как будете все четче отлаживать нужный подход, вы быстро научитесь ставить осмысленные, достижимые цели.

Вы можете подумать: *«Да, но как же система тайм-менеджмента? И откуда мне знать, над чем сейчас важнее работать?»* Для этого-то и существует недельный список дел: он помогает вам спокойно отстраниться, оценить перспективы и расставить приоритеты. Составить вечером список дел на следующий день – тоже отличный способ избежать поспешных решений, которые со временем могут вам дорого обойтись.

Приходится ли вам иногда менять планы из-за непредвиденных обстоятельств? Конечно! Однако помните закон озарений: удача благоволит к тем, кто прилагает усилия и стремится к цели. Хорошее планирование – часть таких усилий. Не упускайте из виду цель и старайтесь, чтобы случайные помехи не сбивали вас с пути.

## О списках и о важности начала

«В течение недели я строю свой режим, исходя из списков дел на каждый день. Такие списки я обычно веду на линованной бумаге, которую складываю и кладу в карман. Несколько раз в день я перепроверяю: что сделано и что еще предстоит сделать в этот день. Выполненные пункты вычеркиваю с удовольствием, особенно если список длинный. У меня целый ящик стола заполнен такими сложенными списками.

Мне нравится начинать дело или даже сразу несколько дел и знать, что в следующий раз, когда я к ним вернусь, они уже будут частично выполнены и не вызовут у меня особого беспокойства».

*Майкл Гашадж, второй курс, изучает промышленное машиностроение*

## Советы по технологии: лучшие приложения и программы для обучения

Простейший таймер, карандаш и бумага – часто самые действенные средства избежать прокрастинации, однако незачем пренебрегать достижениями технологии. Вот перечень некоторых из наиболее эффективных средств, предназначенных для студентов.

### ВАША ПОПЫТКА!

#### Лучшие приложения и программы, способствующие концентрации на задаче

(в виде бесплатных версий, если не указано обратное)

##### Таймеры:

- Метод помидора (различные цены и источники): <http://pomodorotechnique.com/>.

##### Задачи, планирование, карточки:

- 30/30 – комбинация таймеров со списком дел: <http://3030.binaryhammer.com/>;
- StudyBlue – комбинация карточек и заметок с SMS-напоминанием, когда надо приступить к работе, а также с прямой ссылкой на материал: <http://www.studyblue.com/>;
- Evernote – одно из моих любимых средств, очень популярное из-за заметок со списком дел и возможности разрозненных записей отдельных фрагментов информации (заменяет бумажные блокноты, которые писатели носили с собой, чтобы записывать идеи): <http://evernote.com/>;
- Anki – одна из лучших систем для работы с карточками, имеет прекрасный алгоритм интервальных повторений, предлагает отличный набор готовых наборов карточек для различных учебных предметов: <http://ankisrs.net/>;
- Quizlet.com – позволяет вводить собственные карточки; можно работать с сокурсниками, разделяя обязанности (бесплатно): <http://quizlet.com/>;
- Google Tasks and Calendar: <http://mail.google.com/mail/help/tasks/>.

##### Ограничение времени пребывания на ненужных сайтах:

- Freedom – предмет восторга для множества пользователей, версии для MacOS, Windows, and Android: <http://macfreedom.com/>;
- StayFocusd – для Google Chrome: <https://chrome.google.com/webstore/detail/stayfocusd/laankejkbhbdhmpfmgcngdelahlfoji?hl=en>;
- LeechBlock – для Firefox: <https://addons.mozilla.org/en-us/firefox/addon/leechblock/>;
- MeeTimer – для Firefox; отслеживает и записывает, где вы проводите время: <https://addons.mozilla.org/en-s/firefox/addon/meetimer/>.

### **Взбодритесь сами и взбодрите других:**

- 43 Things – сайт для установки целей: <http://www.43things.com/>;
- StickK – сайт для установки целей: <http://www.stickk.com/>;
- Coffitivity – тихий фоновый шум, похожий на звуки в кафе: <http://coffitivity.com/>.

### **Самое доступное средство блокировки:**

- Отключите звук в компьютере и смартфоне!

## **Обобщение**

• Ментальные трюки могут быть действенным средством. Вот некоторые из наиболее эффективных:

– чтобы избежать прокрастинации, устройтесь в месте, где вас не будут беспокоить (например, в библиотеке);

– практикуйтесь в игнорировании отвлекающих мыслей: просто не обращайтесь на них внимания, пусть они вас не затрагивают;

– если у вас пропал настрой на работу, измените фокус внимания так, чтобы переключиться с негативных мыслей на позитивные;

– не забывайте: нежелание начинать работу – совершенно нормальное чувство.

• Планирование развлечений – один из самых действенных способов борьбы с прокрастинацией и один из важнейших стимулов *избегать* прокрастинации.

• Основа борьбы с прокрастинацией – составление осмысленного ежедневного списка дел с еженедельной проверкой того, правильно ли вы продвигаетесь вперед.

• Составляйте список дел на день накануне вечером.

• Лягушек съедайте сразу.

## **ОСТАНОВИТЕСЬ И ВСПОМНИТЕ**

**Закройте книгу и отведите взгляд. Каковы основные идеи этой главы? Не забудьте поздравить себя с окончанием этого раздела – каждое достижение заслуживает мысленного поглаживания!**

## **Проверьте свои знания**

1. Если для студента нежелание начинать работу – совершенно естественное чувство, то что вы можете сделать для преодоления этого состояния?

2. Каков наилучший способ побороть прокрастинацию?

3. Почему может быть полезно составлять список дел накануне того дня, когда дела должны быть выполнены?

4. Как вы можете изменить отношение к чему-то, что вы сейчас воспринимаете негативно?

5. Объясните, почему так важно заранее определить для себя постоянное время окончания работы или занятий.



## **ВАША ПОПЫТКА!**

### **Как ставить себе разумные цели**

Мне хотелось бы, чтобы окончание этой главы стало началом нового этапа вашей жизни. В следующие две недели записывайте свои цели в начале каждой недели. Затем выписывайте для каждого дня от пяти до десяти умеренно сложных дел, основанных на списке недельных целей. Вычеркивайте пункты по мере завершения дел и мысленно наслаждайтесь каждым выполненным делом, которое вычеркиваете. Если нужно, разбейте конкретную работу на три «мини-дела» и составьте соответствующий список – это поможет сохранить мотивацию.

Не забывайте: часть задания – закончить ежедневные дела так, чтобы оставить себе время на отдых и не испытывать при этом чувство вины. Вы создаете целый новый набор привычек, который сделает вашу жизнь более приятной!

Можно использовать бумагу либо блокнот или поставленную у двери доску для записей. Начните с того способа, который вам кажется наиболее эффективным!

### **Как справляться с жизненными проблемами с помощью волшебного математического маринования. История Мэри Ча**



«Мой отец бросил семью, когда мне было три недели от роду, а мать умерла, когда мне исполнилось девять лет. В результате я ужасно училась в школе и ушла от приемных родителей еще тинейджером, всего с \$60 в кармане.

Сейчас у меня почти максимальный средний балл, я изучаю биохимию и готовлюсь поступать в медицинскую школу в следующем году.

В 25-летнем возрасте я поступила на военную службу, иначе не получалось сводить концы с концами. Армия стала для меня наилучшим выходом, хотя армейская жизнь совсем не легка. Особенно тяжело мне пришлось в Афганистане. Работой я была довольна, но общих тем для разговоров с коллегами не могла найти. Мне часто бывало одиноко, и в свободное время я начала заниматься математикой, чтобы не забыть то, что знала.

Военный опыт дал мне полезные для обучения привычки. Не в смысле умения часами чем-то заниматься, а в смысле способности пользоваться доступным временем: «Есть несколько минут – посмотрим, что можно сделать!» Покоя там не было, постоянно всплывало то одно, то другое, и приходилось заниматься урывками.

Тогда-то я неожиданно обнаружила «волшебное математическое маринование» – эквивалент рассеянного режима мышления. Порой я билась над задачами и заходила в совершеннейший тупик, и если в такой момент меня вызывали на службу из-за очередного взрыва, то, что бы я ни делала – шла во главе отряда или просто спокойно сидела в ожидании, – задача крутилась в мозгу в фоновом режиме. И когда я позже возвращалась к себе, решение уже было готово!

Я обнаружила и еще одну хитрость – я назвала ее «активным повторением». Когда я причесываюсь или принимаю душ, мысленно повторяю задачи, которые уже решила. Так они остаются в активной памяти, и риск забыть их снижается.

Процесс изучения материала проходит у меня так:

1. Решаю все старые задачи в данном разделе (или как минимум столько задач каждого типа, сколько нужно для понимания).
2. Оставляю задачи «мариноваться».
3. Выписываю все важные понятия и по одному примеру к каждому типу задач.
4. Перед экзаменом повторяю все ранее выписанное: темы, типы задач, которым посвящен тот или иной раздел учебника, способы решений. Вы удивитесь тому, как важна и полезна простая способность перечислить разделы и темы, не говоря уже о типах задач и методах решения. Такой вид вербального повторения позволяет быстрее распознавать типы задач и укрепляет уверенность в своих силах, так необходимую перед экзаменом.

В юности я считала, что, если я не получаю желаемое сразу же, значит, уже никогда не смогу это получить: нет способностей. Теперь же я понимаю, что главное – начать работу загодя, чтобы было время все переварить. Тогда понимание придет без стрессов и изучение материала станет более приятным процессом».

## 9. Зомби-прокрастинации, окончание

В последних главах мы рассмотрели ряд явлений, относящихся к прокрастинации. Время перейти к завершающим штрихам, способным пролить новый свет на прокрастинацию.

## Плюсы и минусы нещадной работы в «зоне повышенного риска»

Случайный разговор двух специалистов компании Microsoft, встретившихся на пятничной вечеринке в 1988 г., закончился потрясающим прорывом – давно зависший проект, на котором компания почти поставила крест, получил новую жизнь. Эти двое, решив дать шанс старой идее, ушли с вечеринки, включили компьютер и просмотрели проблемный код строка за строкой. В тот же вечер стало ясно, что из их затеи вырисовывается нечто. Это «нечто», как говорит Франс Йоханссон в своей книге «Поворотный момент» (The Click Moment), сделало из почти отвергнутого проекта систему Windows 3.0, которая способствовала превращению Microsoft во всемирного гиганта, каким мы его сейчас знаем<sup>[144]</sup>. Бывают времена, когда вдохновение приходит ниоткуда.

Такие креативные прорывы – расслабленные моменты озарений, перетекающие в целую ночь напряженной, самозабвенной и неотрывной работы, – не похожи на типичный день изучения математики и естественных наук. Они подобны скорее спорту. Время от времени выпадает день соревнований, когда вам нужно выложиться до конца в режиме повышенного напряжения. Однако тренироваться каждый день в таком режиме вы не станете.

В наиболее плодотворные дни, когда вы засиживаетесь за работой всю ночь, вы можете выполнить невероятный ее объем, однако если в последующие дни вы сверитесь с ежедневником, то заметите, что работоспособность понизилась. Те, кто привык работать запоем, в основном менее продуктивны, чем те, кто делит работу на разумные ограниченные порции<sup>[145]</sup>. Если оставаться в «зоне повышенного риска» слишком долго, то немудрено перегореть<sup>[146]</sup>.

Неотвратимость дедлайна может повысить уровень стресса и толкнуть вас в зону, где включившиеся гормоны стресса помогут ментальным процессам. Однако полагаться на адреналин – опасная практика: если уровень стресса повышается сверх меры, способность ясно мыслить может отключиться. Более того, важен еще факт, что изучение математики и точных наук – не то же самое, что написать доклад за одну ночь. Математика и естественные науки требуют развития нового внутреннего фундамента, отличающегося от социальных, графических и ориентированных на язык опор, на которые человеческий мозг привык ориентироваться за века своего развития. Для многих людей опоры, связанные с математикой и естественными науками, возводятся медленно, по мере чередования сфокусированного и рассеянного мышления в ходе усвоения материала. Применительно к изучению математики и естественных наук отговорка «Мне лучше всего работается в условиях сжатых сроков и подступающих дедлайнов» не соответствует действительности<sup>[147]</sup>.

Помните поедателей мышьяка, упомянутых в самом начале рассказа о прокрастинации? В 1880-х гг., когда среди немногочисленного населения Австрии распространилась тенденция потреблять мышьяк, люди не обращали внимания на тот факт, что в долгосрочной перспективе это вещество вредно даже при сформировавшемся иммунитете. Прокрастинация примерно так же опасна.

Избавиться от привычки прокрастинировать – значит прежде всего признать, что нечто болезненное может со временем оказаться полезным. Преодоление тяги к прокрастинации имеет много общего с другими стрессорами, которые в конечном результате приносят пользу.

«Когда я не работаю, я должен расслабиться и не заниматься ничем другим».

*Психолог Б. Скиннер о принципиально важном открытии, ставшем поворотной точкой его карьеры<sup>[148]</sup>*

## Мудрое ожидание

Мы уже знаем, что хорошие с виду привычки могут привести к плохим последствиям. Эффект установки в шахматах – невозможность найти хороший ход из-за застревания на прежде найденных алгоритмах – служит этому отличным примером. Сфокусированное внимание, желательное в обычном случае, держит мозг в слишком большом напряжении, так что он не видит более удачных решений.

Как сфокусированное мышление не всегда полезно, так и прокрастинация не всегда вредна. Например, когда вы составляете список необходимых дел, всегда можно сказать, что все то, что не вошло в первый пункт, является попыткой прокрастинации. Здоровая форма прокрастинации предполагает умение *остановиться и поразмыслить* перед тем, как бросаться что-то делать. Тем самым вы учитесь мудро ждать. Дел всегда много, есть чем заняться. И умение расставлять приоритеты позволяет ориентироваться в более широком контексте при принятии решений. Порой ожидание позволяет ситуации разрешиться самостоятельно.

**Остановиться и поразмыслить – ключ** не только к избавлению от прокрастинации, но и вообще к решению математических и естественно-научных задач. Как ни удивительно, разница между подходом к решению физических задач у математиков – преподавателей и студентов магистратуры и математиков – младших студентов состоит в том, что первые *медленнее* приступают к решению<sup>[149]</sup>. Им требуется в среднем 45 секунд, чтобы определиться с подходом к задаче на основе известных им физических принципов. Новички же бросаются решать задачу через 30 секунд. Неудивительно, что выбранный ими способ решения зачастую оказывается неверным, поскольку они исходят из поверхностных представлений, а не из знаний глубинных принципов: как если бы эксперты, некоторое время поразмыслив, заключили, что брокколи – это овощ, а лимон – фрукт, тогда как новички без размышлений заявили бы, что брокколи – мини-дерево, а лимон – однозначно яйцо. Пауза перед принятием решения дает вам время оценить собственную библиотеку порций информации и позволяет мозгу установить связи между конкретной задачей и общей картиной.

Ожидание также важно и применительно к более широким контекстам. Когда вам не удастся усвоить какое-либо математическое или естественно-научное понятие, главное – не расстраиваться и не считать его непостижимым или слишком сложным для вас. В своей книге «Остановить время» (Stalling for Time) Гэри Неснер, эксперт ФБР по ведению переговоров в ситуациях захвата заложников, отмечает, что нам всем есть чему поучиться на примере успехов и неудач в переговорах с лицами, совершившими захват<sup>[150]</sup>. В начале переговорного процесса накал эмоций чрезвычайно высок, попытки ускорить дело часто ведут к трагедии. Отказ же от естественного желания агрессивно реагировать на эмоциональные провокации дает время на то, чтобы эмоции мало-помалу рассосались. В результате страсти остывают, и это спасает человеческие жизни.

Эмоции, подталкивающие к действию, – «делай, делай: кажется, способ верен», – тоже могут быть вредны. Например, при выборе профессии подход «следуй своим желаниям» часто схож со стремлением жениться на любимой кинозвезде: когда в дело вступает реальность, этот подход не кажется таким уж радужным. **По данным нескольких последних десятилетий студенты, которые слепо следовали своей мечте, не пытались рационально осмыслить разумность выбора, испытывали больше разочарования в своей профессии, чем те, кто сверял желания с реальностью**<sup>[151]</sup>.

Сказанное относится и к моей собственной жизни. Изначально у меня не было ни стремления, ни таланта, ни способностей к математике. Однако в результате бесстрастных рассуждений я *захотела* постигнуть эту науку. Я прилагала серьезные *усилия*, чтобы ею

овладеть. И я знала, что одних усилий недостаточно, – *нужно было еще и не обманывать себя.*

Математику я одолела, это открыло мне двери к естественным наукам – я постепенно овладела и ими тоже. Чем лучше я их усваивала, тем сильнее становилось желание ими заниматься и дальше.

Любовь к изучаемому предмету появляется тогда, когда мы в нем преуспеваем. Считать, что, если какое-то занятие нам не дается, мы никогда не сможем его полюбить, – ошибка.

## **Часто задаваемые вопросы о прокрастинации**

**Мне столько всего нужно делать, что я стараюсь об этом не думать, даже если ситуация от этого только ухудшается. Как быть, если работы столько, что я впадаю в ступор от одной только мысли о ней?**

Напишите, какие три «микрзадания» вы можете выполнить в течение нескольких минут. Не забывайте, что удача благоволит к тем, кто прилагает усилия и стремится к цели: просто постарайтесь сосредоточиться на чем-то полезном.

На этом этапе закройте глаза и велите своему сознанию ни о чем другом не беспокоиться, кроме как о конкретной микроцели. (По поводу «закрывать глаза» я не шучу: это помогает отвлечься от предыдущих шаблонов мышления<sup>[152]</sup>.) Можно сыграть с самим собой в «помидор»: удастся ли в ближайшие 25 минут начать работу над нужной главой?

Выполнение сразу большого количества трудных дел похоже на поедание салями: ломтик за ломтиком, кусочек за кусочком. Поздравляйте себя с каждым успехом, даже самым малым. Ведь вы продвигаетесь вперед!

**Сколько времени понадобится на изменение привычных подходов к прокрастинации?**

Некоторые результаты становятся заметны сразу же, однако полная перестройка рабочих привычек в режим, который вам будет удобен и приятен, может занять около трех месяцев. Будьте терпеливы и подходите к делу рационально. Не стремитесь к резкой и быстрой трансформации – зарождающиеся привычки не так-то легко поддерживать, и если вы на каком-то этапе выпадете из нового режима, то это может отбить охоту к переменам.

**Я не могу сосредоточиться, внимание постоянно отвлекается. Я так и останусь вечным прокрастинатором?**

Нет, конечно! Многие творческие и успешные студенты преодолели синдром дефицита внимания и гиперактивности и сопутствующие проблемы с вниманием, используя именно методы, описанные в этой книге. Вам это тоже под силу.

Если вы легко отвлекаетесь, вам будут особо полезны приемы, помогающие ненадолго сфокусироваться на конкретной задаче: списки дел в ежедневнике, доска у двери, таймер, компьютерные и смартфонные приложения для планирования распорядка дня. Все перечисленное обычно помогает превратить зомби-привычки к прокрастинации в обыкновенные ответственно подходить к намеченным делам.

## **Советы студента с синдромом дефицита внимания**

«У меня синдром дефицита внимания, и поэтому приходится ежедневно бороться с прокрастинацией. Надежно ее избежать можно только одним способом – структурным подходом. Для меня это значит записывать в ежедневник-планировщик все без исключения – сроки сдачи заданий, время начала и окончания работы, время досуг и общение с друзьями. И еще это значит заниматься каждый день в одном и том же месте, избегая всего, что может отвлечь, – например, я всегда выключаю телефон.

Сейчас я за каждым из своих обычных дел закрепил определенное время на неделе: мой организм любит жить по порядку и расписанию, поэтому в самом начале было так трудно сдвинуть с места привычку



к прокрастинации. Однако эти же свойства моей психики облегчают мне поддержание новых привычек после переходного периода, который длится месяц».

*Вестон Джешурун, второй курс*

**Вы посоветовали как можно меньше полагаться на силу воли при борьбе с прокрастинацией. А разве не нужно, наоборот, применять силу воли более активно, чтобы ее укрепить?**

Сила воли во многих отношениях похожа на мышцы. Чтобы укрепить мускулы и со временем увеличить мышечную силу, нужно их упражнять. Однако в каждый отдельный момент времени ваши мышцы обладают лишь ограниченной силой. Развивать силу воли – это почти как балансировать на цирковой проволоке<sup>[153]</sup>. Поэтому зачастую для того, чтобы добиться изменений, важно выбирать только какое-то одно занятие, требующее самодисциплины.

**Мне не составляет труда сесть за домашние задания. Однако стоит мне начать – и меня начинает тянуть то в Facebook, то в почту, и я не замечаю, как просиживаю восемь часов за работой, на которую достаточно трех.**

**Что вы обычно говорите тем студентам, которые прокрастинируют, но отказываются признавать собственную ответственность и обвиняют других, а не себя? Или тем студентам, которые проваливают каждый экзамен, но считают, будто они знают материал лучше и оценка занижена?**



Лучшее средство отвлечь ваших зомби – таймер-«помидор». Никто не говорит, что, борясь с привычкой к прокрастинации, вы должны быть всегда на высоте и никогда не срываться. Вам нужно лишь контролировать процесс и стараться его совершенствовать.

Если вы постоянно попадаете в ситуации, когда вынуждены говорить себе «Это не моя вина», – значит, тут что-то не так. В конце концов, вы хозяин своей судьбы: если получаете

не те оценки, каких желаете, нужно что-то менять и добиваться лучших оценок, а не сваливать вину других.

За многие годы я не раз слышала от студентов фразу: «На самом деле я же знаю материал». Они утверждают, будто провалили экзамен только потому, что плохо себя чувствуют в жесткой атмосфере тестирования. Однако часто их сокурсники рассказывают мне, что эти жалующиеся студенты совсем не занимаются или занимаются слишком мало. К сожалению, неверное представление о собственных силах порой доходит до самообмана. Я убеждена, что частично именно поэтому работодатели предпочитают нанимать тех, кто преуспел в математике и точных науках: хорошие оценки по этим дисциплинам часто являются объективными показателями способностей претендента справляться со сложными задачами.

Нелишне повторить: работающие в различных сферах эксперты мирового класса говорят, что их профессиональный путь был нелегким и только тяжелым упорным трудом они достигли такого высочайшего уровня профессионализма, что кажется, будто им все дается без особых усилий<sup>[154]</sup>.

## **ВАША ПОПЫТКА!**

### **Как справляться с вашими зомби. Практические советы**

Вспомните какую-нибудь проблему, решение которой давно откладываете. Какие мысли вам помогут ею заняться? Например, вы можете подумать: «Не так-то уж это и трудно: как только я начну – станет легче. Полезно иногда заниматься делами, которые не очень нравятся, зато награда того стоит»<sup>[155]</sup>.

## **Обобщение**

Тема прокрастинации очень важна, поэтому текущий раздел содержит ключевые идеи из всех глав этой книги, посвященных борьбе с прокрастинацией:

- Ведите ежедневник-планировщик, чтобы было легче отслеживать выполнение поставленных целей и определять, какие методы работают, а какие нет.
- Определите, какому роду занятий вы посвящаете каждый день недели, и следуйте этой схеме.
- Составляйте список дел, намеченных на тот или иной день, накануне вечером – так у мозга будет больше возможности их осмыслить и обеспечить успех.
- Разделите работу на отдельные небольшие порции; не забывайте о щедрых наградах для себя (и своих зомби!); уделяйте несколько минут тому, чтобы насладиться радостью от успеха.
- Вознаграждайте себя только после достижения результата.
- Отслеживайте сигналы, обычно ведущие к прокрастинации, и не поддавайтесь им.
- Смените обстановку, чтобы сигналов было меньше, – например, занимайтесь в тихом месте библиотеки.
- Препятствия всегда будут, но не привыкайте винить во всем внешние факторы. Если вы во всем вините других – пора взглянуть в зеркало.
- Научитесь доверять новой системе занятий. В сфокусированном режиме работайте интенсивно, но не забывайте и о рассеянном состоянии: научитесь расслабляться и не испытывать при этом чувство вины.

- Имейте запасной план на случай прокрастинации. Никто из нас не безгрешен.
  - Лягушек съедайте сразу.
- Удачи в экспериментировании!

## **ОСТАНОВИТЕСЬ И ВСПОМНИТЕ**

**Закройте книгу и отведите от нее взгляд. Каковы основные идеи этой главы? Сегодня вечером постарайтесь вспомнить их снова: время перед сном считается полезным для усвоения материала.**

## **Проверьте свои знания**

1. Если вы слишком легко отвлекаетесь от решения задач, какие полезные подходы могут помочь вам не поддаться прокрастинации?
2. Как различить, когда прокрастинация полезна, а когда вредна?
3. В каких случаях вы замечаете, что остановиться и подумать, перед тем как совершить поступок, полезно?
4. Если вы сели поработать, но обнаруживаете, что просто тянете время, – какие действия могут помочь вам вернуться к работе?
5. Задумайтесь о своей реакции на неудачи. Принимаете ли вы на себя всю ответственность за неуспех? Или предпочитаете роль жертвы? Какая реакция более полезна в конечном итоге? Почему?
6. Отчего те, кто при выборе профессии прислушивался только к своим желаниям и мечтам и не подвергал их рациональному анализу, скорее всего будут не удовлетворены своей работой и карьерой?

## 10. Совершенствование памяти

Джошуа Фоер был таким, как все. Однако обычные люди подчас могут славиться необычными делами.

Недавний выпускник колледжа, Фоер жил с родителями и пытался начать карьеру журналиста. Хорошей памятью он не отличался: часто забывал важные даты (например, день рождения своей девушки), не мог вспомнить, куда положил ключи от машины, забывал еду в духовке. То же и на работе: как Джошуа ни старался следовать правилам, он вечно делал орфографические ошибки.

Фоер очень удивился, обнаружив людей, которые не испытывали таких проблем. Они могли всего за полминуты запомнить порядок карт в перетасованной колоде или десятки телефонных номеров, имен, лиц, событий и дат. Если дать таким людям случайно выбранное стихотворение – через считанные минуты они воспроизведут его наизусть.

Фоер был заинтригован. Он решил, что у этих блестящих повелителей памяти какой-то редкостный мозг, позволяющий легко запоминать огромные объемы информации.

Однако мнемонисты, с которыми говорил Фоер, в один голос утверждали, что их изначальная нетренированная память была совершенно обычной. Эти люди заявляли то, что казалось невероятным: быстро и легко запоминать они научились с помощью старинных техник визуализации. Любой так может, постоянно слышал Фоер. *Даже ты так можешь*<sup>[156]</sup>.



Журналист Джош Фоер готовится к национальному чемпионату по запоминанию в США. Заглушающие шум наушники и маска с крошечными отверстиями для глаз помогают ему не отвлекаться. Это мощное напоминание о том, что, когда необходимо запомнить какую-то информацию, нужно сосредоточиться и не отвлекаться на посторонние раздражители

Именно эти стимулирующие слова и привели начинающего журналиста к тому, во что он прежде никогда не поверил бы: к победе на чемпионате США по запоминанию.

«Мы, преподаватели, всегда рекомендуем студентам формировать порции информации, а не просто запоминать разрозненные факты и тем самым порой создаем впечатление, будто запоминание не так уж существенно (зачем запоминать уравнение, которое можно посмотреть в учебнике?). Однако запоминание ключевых фактов чрезвычайно важно, поскольку эти факты и составляют основу творческого процесса

формирования порций информации! Нужно продолжать мысленно жонглировать и играть фактами, которые мы запомнили, и тогда из них образуются порции информации».

*Форрест Ньюман, преподаватель астрономии и физики, Городской колледж Сакраменто, Калифорния*

## **Помните ли вы, где находится кухонный стол? Зрительно-пространственная память**

Вас, вероятно, удивит тот факт, что у людей имеются феноменальные системы зрительной и пространственной памяти. Применяя методы, основанные на работе этих систем, вы не просто полагаетесь на повторение информации (которая тем самым отпечатывается в мозгу) – нет, вы используете забавные, запоминающиеся, креативные подходы, которые позволяют вам лучше видеть, чувствовать и слышать то, что вы хотите запомнить. Более того, эти методы освобождают вашу рабочую память. Группируя предметы способом зачастую нестандартным, но дающим возможность логически воспроизвести замиаемую информацию, вы легко улучшаете долговременную память. А это может ощутимо уменьшить стресс во время экзаменов.

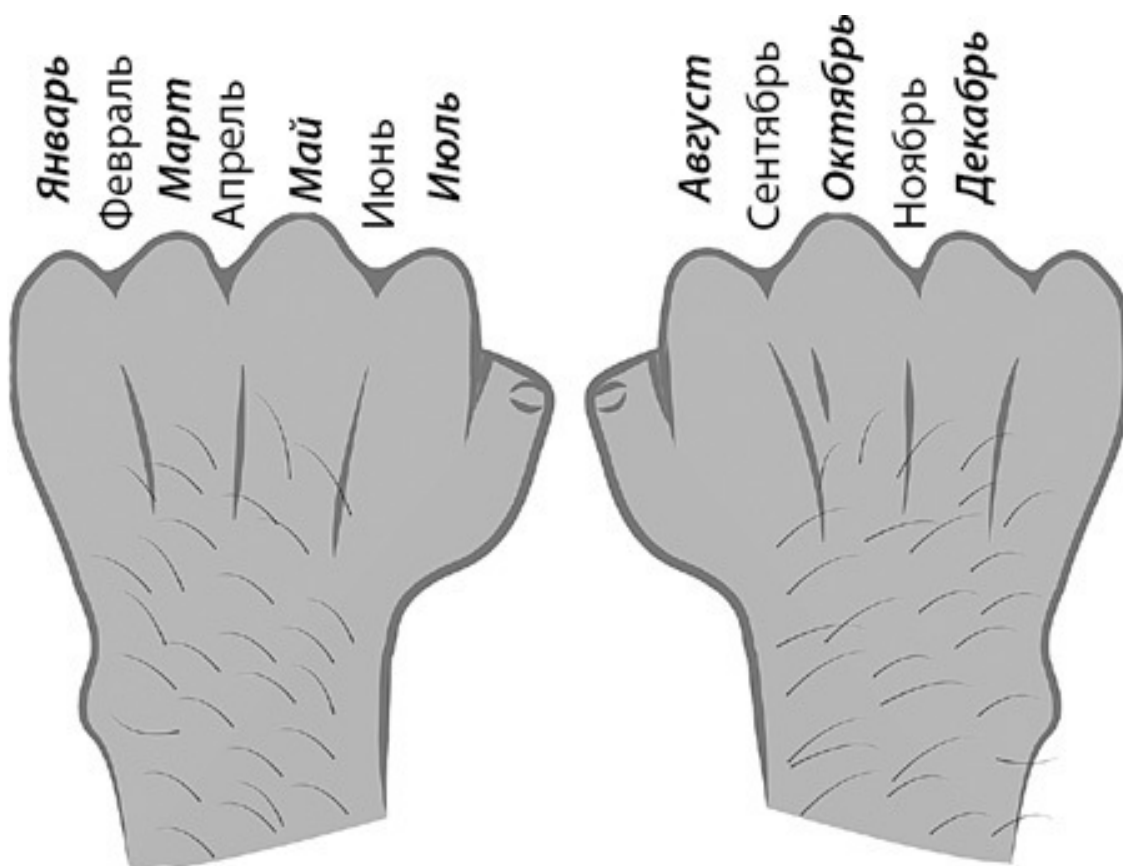
Говоря о хорошей зрительной и пространственной памяти, я подразумеваю вот что. Если бы вам предложили осмотреть дом, в котором вы никогда раньше не бывали, вы довольно быстро составили бы представление об общем расположении комнат и мебели, цветовой гамме, о лекарствах на полочке в ванной (да-да!). За считанные минуты ваше сознание приняло бы в себя и надежно удержало тысячи новых фрагментов информации. Даже через несколько недель вы сохраняли бы в памяти гораздо больше информации, чем если бы провели то же количество времени, уставившись в пустую стену. Ваш мозг призван удерживать такого рода информацию о каком-либо месте.

Мнемонические приемы, которые использовались в древности и применяются до сих пор, основаны именно на этих природных способностях зрительно-пространственной памяти. Нашим предкам не нужна была вместительная память на имена и цифры, зато нужно было помнить то, как добраться домой после трехдневной охоты или до густых зарослей черники на скалистых склонах к югу от стойбища. Эти обусловленные эволюцией потребности и помогли созданию приоритетных систем памяти, связанных с расположением и внешним видом вещей.

## О важности запоминания зрительных образов



Для подключения к системе зрительной памяти попытайтесь создать очень запоминающийся зрительный образ, символизирующий один ключевой предмет, который вы хотите запомнить<sup>[157]</sup>. Например, можете использовать этот рисунок для запоминания второго закона Ньютона:  $f = ma$ . (Чтобы вывести эту фундаментальную формулу, связывающую силу с массой и ускорением, человечеству понадобились многие тысячелетия.) Буква  $f$  в формуле может означать *flying* (полет),  $m$  – *mule* (мул), а слово для  $a$  придумайте сами.



Креативный способ запоминания: месяцы, которые приходятся на костяшки пальцев, насчитывают по 31 дню. «Такой простой способ – и я теперь никогда не забуду, в каких меся-



цах 31 день! За десять секунд я выучил то, чего избегал 20 лет, считая, что сидеть и зубрить эту информацию о месяцах слишком утомительно», – заметил студент-математик

Причина того, что образы так важны для запоминания, частично заключается в том, что они напрямую связаны с ответственными за зрительно-пространственное восприятие центрами в правом полушарии<sup>[158]</sup>. Посредством этих участков мозга с усиленными способностями к запоминанию образы создают новую «оболочку» для понятий, с виду запутанных и труднозапоминаемых.

Чем больше нейронных зацепок, связанных с органами чувств, вы создадите, тем легче вам будет вспомнить нужное понятие и его значение. Вы не просто *видите* мула – вы *чувствуете* его запах и тот же порыв ветра, который мул ощущает на своей шкуре. Вы даже *слышите* свист ветра. Чем забавнее образ и чем больше ассоциаций он навеивает, тем лучше.

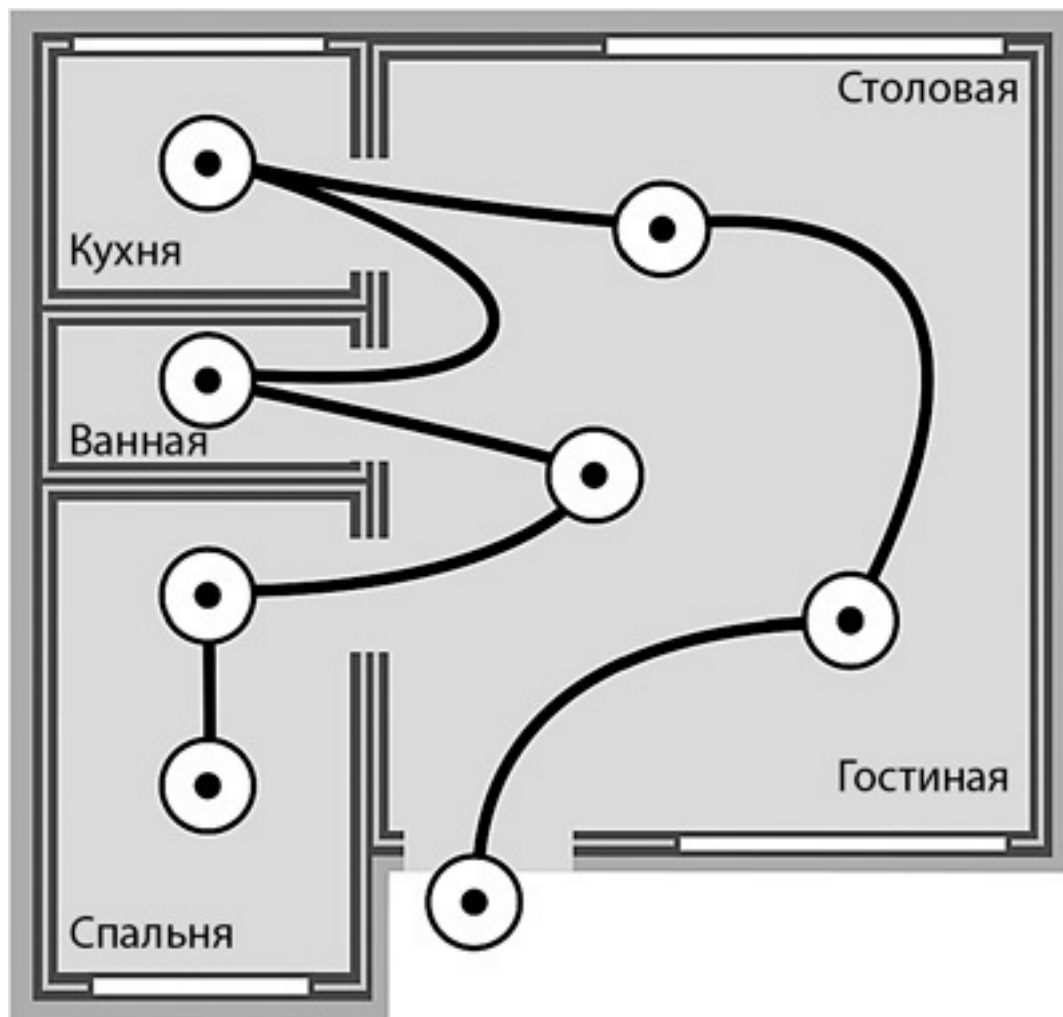
## «Дворец памяти»

Метод «дворца памяти» основан на том, чтобы вызвать в памяти знакомое место – скажем, ваш дом – и использовать его в качестве визуальной основы («блокнота»): на нее можно наложить образы-понятия, которые вы хотите запомнить. Нужно всего лишь вспомнить, например, интерьер вашей квартиры, маршрут в колледж, любимый ресторан. И все! В мгновение ока это место становится «дворцом памяти», которое вы будете использовать как блокнот для записей.

Метод «дворца памяти» полезен для запоминания разрозненных предметов – например, списка покупок (молоко, хлеб, яйца). Чтобы заставить «дворец памяти» работать, можно вообразить, например, гигантскую бутылку молока в прихожей, хлеб на диване, а разбитое яйцо пусть стекает каплями с кофейного столика. Иными словами, вы должны вообразить, будто идете по знакомому помещению или местности, где в неожиданных местах торчат предметы, которые вам нужно запомнить.

Скажем, вы пытаетесь запомнить твердость минералов по шкале от 1 до 10 (1 – тальк, 2 – гипс, 3 – кальцит, 4 – флюорит, 5 – апатит, 6 – ортоклаз, 7 – кварц, 8 – топаз, 9 – корунд, 10 – алмаз). Можно придумать мнемоническую фразу – «Толстые гиганты крадут фиолетовые арбузы оптом, когда тролли кормят аллигаторов», но проблема будет в том, что саму фразу запомнить непросто. Гораздо проще использовать «дворец памяти». У входа лежит толстый гигант с фиолетовым арбузом, на котором торчит табличка «оптом», в прихожей тролли – в общем, идея понятна. При изучении финансов, экономики, химии, чего угодно – подход будет аналогичным.

В первый раз все получится медленно: на формирование цельного ментального образа нужно время. Однако чем чаще вы будете прибегать к этому методу, тем меньше времени он будет требовать. Одно из исследований показало, что человек, применяющий метод «дворца памяти», может запомнить более 95 % списка из 40–50 предметов после одной-двух мысленных «прогулок» по местному университету, на территории которого были «разложены» эти предметы<sup>[159]</sup>. При таком использовании памяти запоминание может стать прекрасным упражнением на креативность и одновременно отличным инструментом создания нейронных зацепок для еще большей креативности. Чем плохо? (Впрочем, плохо здесь одно: поскольку этот метод использует зрительно-пространственную систему, «дворец памяти» нежелательно использовать во время других видов пространственной деятельности – например, когда вы ведете машину<sup>[160]</sup>. Отвлекаться от дороги в таких случаях может быть опасно.)



Пройдитесь по «дворцу памяти» и расположите в нем запоминаемые предметы. Это полезный способ запоминать перечни – например, пять компонентов рассказа или семь этапов научного исследования.

Песни, которые помогают укрепить материал в сознании, также имеют отношение к «дворцу памяти» в том смысле, что они тоже преимущественно используют правое полушарие мозга. Есть мелодии, помогающие запомнить формулу квадратного уравнения, формулы исчисления объема геометрических фигур и другие. Если вбить в поисковик запрос «квадратное уравнение» и «песня», то найдутся примеры, а можно придумать и свой собственный. Многие детские песенки предполагают движение вместе с пением, чтобы лучше усваивались слова, и разные типы осмысленных движений (притопывание, подпрыгивание и пр.) могут дать дополнительное количество нейронных зацепок, необходимых для сохранения материала в памяти, поскольку движения будут составлять часть запоминаемого.

Эти приемы могут пригодиться не только для уравнений, формул и списков покупок. Даже доклады и презентации (во время которых порой теряешь дар речи от ужаса) становятся легче, когда вы обнаруживаете, что ключевые понятия, о которых вы собираетесь говорить, можно уложить в памяти в виде запоминающихся образов, так что они не вылетят из головы во время выступления. Вам нужно всего-навсего привязать основные идеи выступления к запоминающимся образам. Посмотрите виртуозную лекцию Джошуа Фоера на конференции TED, где он демонстрирует метод «дворца памяти» применительно к запоминанию речей<sup>[161]</sup>. Если вы хотите увидеть, как этот метод применяется для запомина-

ния формул, зайдите на сайт SkillsToolbox.com, где даны легко запоминающиеся подсказки для математических символов<sup>[162]</sup> (например, символ деления «/» – это детская горка).

## ВАША ПОПЫТКА!

### «Дворец памяти» – в дело!

Преподаватель анатомии Трейси Магранн о методе «дворца памяти» применительно к изучению пяти слоев эпидермиса:

«Эпидермис имеет пять слоев. Снизу вверх: stratum basale, stratum spinosum, stratum granulosum, stratum lucidum и stratum corneum. Чтобы запомнить, который из них самый глубинный, вообразите подвал своего дома. Это stratum basale. Чтобы подняться из подвала (глубинный слой) к крыше (верхний слой), повернитесь к ступенькам... Осторожнее! Не наткнитесь на спинку стула (stratum spinosum). Лестница ведет на кухню, здесь кто-то рассыпал по всему полу гранулированный сахар (stratum granulosum). Затем вы поднимаетесь выше и перед выходом на крышу останавливаетесь, чтобы намазаться лосьоном от загара. Stratum lucidum похож на слой лосьона от загара – он защищает нас от ультрафиолетовых лучей, но присутствует только на ладонях и подошвах ног – туда-то вы и наносите воображаемый лосьон. Теперь вы готовы подняться на крышу и посидеть там с вкусным попкорном (stratum corneum)».

Можете ли вы придумать, как применить «дворец памяти» для своих занятий?

Средства для облегчения запоминания – будь то яркие образы, привязчивые песни или легко воображаемые «дворцы» – полезны потому, что они помогают сосредотачиваться в тех случаях, когда мозг готов отвлечься на что-то другое. Они напоминают, что для запоминания важно значение, даже если оно представлено в нетривиальном виде. Иными словами, методы запоминания побуждают вас делать изучаемый материал значимым, запоминающимся и приятным.

### Песенки для взбадривания мозга

«На уроках химии в школе мы проходили число Авогадро –  $6,02214 \times 10^7$ , – которое никто не мог запомнить. Кто-то из моих друзей сочинил о нем песенку на мотив рекламного ролика для хлопьев Golden Grahams. И даже теперь, 30 лет спустя, я помню число Авогадро именно благодаря той песенке».

*Малькольм Уайтхаус, выпускной курс, изучает компьютерную технику*

### Советы Трейси

«Когда вы заучиваете материал, полезно походить туда-сюда. Стоит заранее перекусить, ведь при мыслительной деятельности мозгу нужны силы. Кроме того, занимаясь, важно задействовать разные участки мозга.

Зрительные участки коры головного мозга используются для запоминания визуальной информации, слуховые – для слуховой, сенсорные – для ощущений, моторные – для движений. Чем больше участков мозга работают при обучении, тем надежнее будут сформированные шаблоны памяти: они теснее переплетутся друг с другом, образуя сеть, которой не страшны экзаменационные волнения. Например, в анатомической лаборатории студенты должны взять анатомическую модель, закрыть глаза, ощупать все компоненты и вслух назвать каждую из частей. Можно, впрочем, обойтись без ощущения запаха и вкуса – нужно же где-то поставить точку!»

*Трейси Магранн, преподаватель биологии, Колледж Сэддлбек, Калифорния*

## Обобщение

- Метод «дворца памяти» (условное размещение запоминаемых объектов в знакомом месте) позволяет вам подключать к делу мощный ресурс зрительной памяти.
- Когда вы учитесь использовать свою память более упорядоченным, но все же более творческим образом, это помогает вам научиться фокусировать внимание – в том числе и тогда, когда вы создаете обширные ассоциативные связи, способствующие прочному запоминанию.
- Если вы хорошо *понимаете* запоминаемый материал, вы можете несравнимо глубже его усвоить. Кроме того, вы пополняете и укрепляете свою мыслительную «библиотеку», необходимую для полного овладения материалом.

## ОСТАНОВИТЕСЬ И ВСПОМНИТЕ

**Закройте книгу и отведите от нее взгляд. Каковы главные идеи этой главы? Завтра утром, когда проснетесь и будете начинать новый день, попробуйте выяснить, сколько из этих идей вы сможете вспомнить.**

## Проверьте свои знания

1. Придумайте и опишите какой-либо образ, который можно использовать для запоминания важного уравнения.
2. Возьмите четыре или более понятий, относящихся к изучаемому предмету. Опишите, как можно закодировать каждое из этих понятий в запоминающийся образ и в каком месте своего «дворца памяти» вы бы его разместили. (Ради спокойствия преподавателя сдерживайте свое воображение и подвергайте цензуре некоторые из наиболее запоминающихся образов. Как сказала одна остроумная британская актриса, «мне все равно, где они этим занимаются, лишь бы не пугали лошадей на улице».)
3. Объясните метод «дворца памяти» так, чтобы его могла понять ваша бабушка.

**Преподаватель, специалист по системам  
машинного зрения Шерил Сорби:  
пространственные навыки – дело наживное**



Шерил Сорби – заслуженный инженер со многими наградами, чьи научные интересы включают в себя проектирование трехмерной компьютерной графики для визуализации сложных действий. Вот что она рассказывает<sup>[163]</sup>:

«Многие ошибочно полагают, что пространственное воображение – постоянная величина: либо оно есть, либо его нет. Заявляю со всей ответственностью: это неправда, и я – живое свидетельство тому, что пространственным навыкам можно научиться. Я когда-то чуть не решила бросить изучать инженерное дело из-за плохо развитого пространственного воображения, однако занялась им вплотную, развила навыки и успешно получила научную степень. Именно те студенческие проблемы подтолкнули меня к решению посвятить свою жизнь тому, чтобы помогать студентам в развитии пространственного воображения. Практически все студенты, с которыми я работала, в конечном итоге сумели улучшить свои способности к пространственному мышлению благодаря практике.

Человеческие способности чрезвычайно разнообразны – от музыкальных и вербальных до математических и дальше. Одна из важнейших способностей – пространственное мышление. Люди с хорошим пространственным мышлением могут представить себе, как будет выглядеть объект в другом ракурсе, или после вращения, или будучи разделен пополам. В некоторых случаях пространственное мышление вступает в действие, когда при наличии одной лишь карты надо найти самый удобный путь из одной точки в другую.

Способность мыслить пространственными категориями важна в машиностроении, архитектуре, компьютерных науках и других сферах. Например, авиадиспетчеры должны представлять себе направление пути нескольких самолетов в данный момент времени и делать так, чтобы машины не столкнулись. Не обойтись без пространственного мышления и автомеханику, который должен вставить нужные детали в двигатель. Недавние исследования установили связь между пространственным мышлением, с одной стороны, и творчеством и инновациями – с другой. Это значит, что чем лучше у вас пространственное мышление – тем более креативным и инновационным будет ваш подход!

Мы обнаружили, что у некоторых студентов низкий уровень пространственного восприятия: это может быть связано с недостатком детского опыта, который помог бы развить эти навыки. Дети, которые часто разбирали предметы и собирали их вновь, обычно обладают хорошим пространственным мышлением, как и дети, занимавшиеся определенными видами спорта. Возьмем, к примеру, баскетбол: игрок должен, находясь в любом месте площадки, уметь вообразить себе дугу, по которой мяч гарантированно попадет в корзину.

Если вы в детстве ничем таким не занимались – еще не поздно все исправить. Пространственные навыки могут развиваться и во взрослом возрасте, нужны лишь практика и терпение.

Как добиться результата? Попробуйте нарисовать какой-нибудь предмет, а потом изобразить его еще раз, изменив точку зрения. Помогают и трехмерные компьютерные игры, где нужно собирать трехмерные головоломки (можно начать с двухмерных). Выключите GPS и старайтесь ориентироваться по карте. А главное – не сдавайтесь, продолжайте тренироваться!»

## 11. Еще несколько советов по запоминанию

### Придумайте яркую визуальную метафору или аналогию

Один из лучших способов не просто запомнить, а *постигнуть смысл* математического и естественно-научного понятия – **придумать для него метафору или аналогию**, причем чем более зримым будет образ, тем лучше<sup>[164]</sup>. Метафора – отличный способ увидеть, что один предмет похож на другой. Простейшие сравнения – как, например, предложенные одним преподавателем, который, описывая очертания некоторых стран, уподобил Сирию (Syria) миске каши (cereals), а Иордан (Jordan) – кроссовкам Nike Air Jordan, – могут остаться в памяти учащихся на десятки лет.

Если вы пытаетесь понять феномен электрического тока, можно вообразить его в виде воды, а электрическое напряжение – как давление. Напряжение гонит электрический ток в нужном вам направлении, как механический насос качает воду за счет физического давления. Продвигаясь к более глубинному пониманию электричества или любого другого изучаемого вами явления, вы можете пересматривать метафоры или избавляться от старых в пользу более осмысленных.

Если вы изучаете понятие предела в математике, представьте себе бегуна на финишной прямой. Чем ближе спортсмен к финишной ленте, тем медленнее он движется: будто в замедленной съемке, где бегун так и не касается ленты – так же, как и мы никогда не можем физически достичь истинного предела. Книга Сильвануса Томпсона «Упрощенное исчисление» (Calculus Made Easy) помогает освоить математику целым поколениям студентов. Порой учебники описывают такое количество деталей, что учащиеся могут упустить важные понятия, составляющие общую картину. Скромные на вид книги вроде упомянутой хороши тем, что простыми способами помогают сосредоточиться на самом главном.

Порой полезно вообразить даже самого себя тем понятием, которое вы пытаетесь усвоить. Поставьте себя на место электрона, уносящегося в глубины медного бруска, или загляните внутрь икса, стоящего в алгебраическом уравнении, и представьте себе, каково это – то и дело высовывать голову из кроличьей норы (только не дайте ему погибнуть от неосторожного деления на ноль!).

### Лунные лучи и школьные сны

«Я всегда занимаюсь перед сном, и почему-то мне обычно снится то, что учу. Такие “школьные сны” по большей части странны, но благотворны. Например, когда я ходил на лекции по технологическим операциям, мне снилось, будто я бегаю туда-сюда между узлами технологической цепи, физически воспроизводя алгоритм определения кратчайшего расстояния. Меня считают сумасшедшим, а мне такие сны полезны – ведь мне приходится заниматься меньше, чем другим! Наверное, эти сны появляются потому, что мое подсознание пытается создавать метафоры для изучаемого материала».

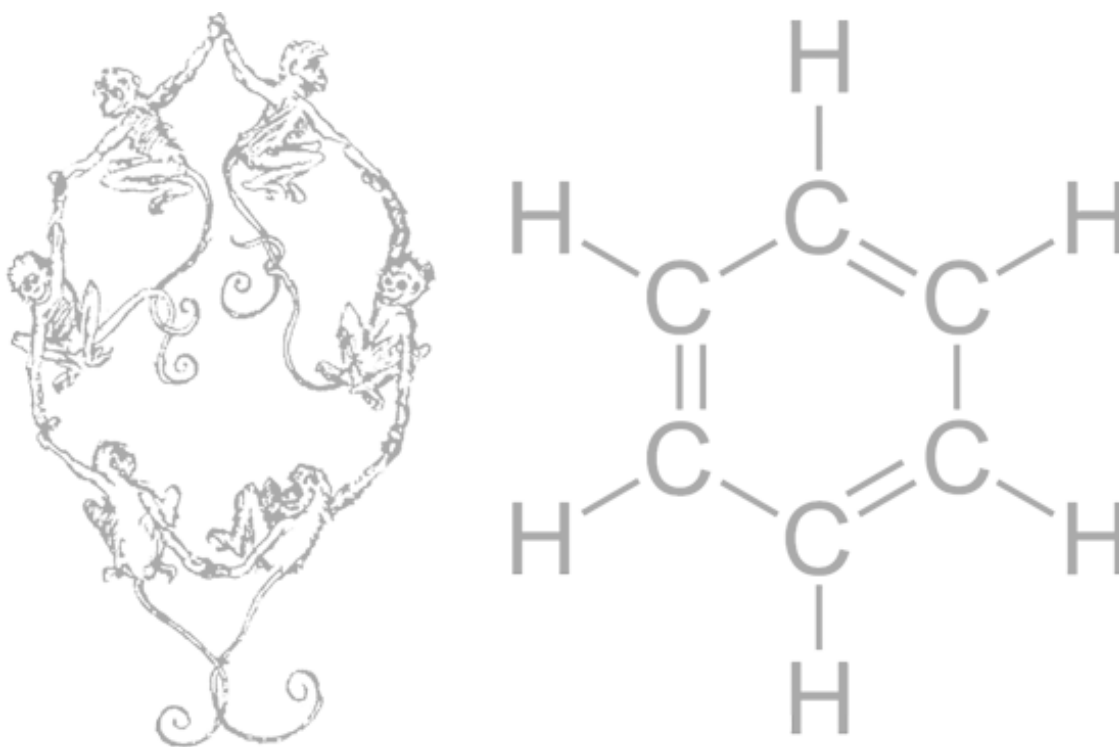
*Энтони Шутто, выпускной курс, промышленное и системное машиностроение*



Метафоры никогда не идеальны, но ведь *все* научные модели – всего-навсего метафоры, т. е. они тоже на определенном этапе распадаются<sup>[165]</sup>. Однако и метафоры, и модели жизненно необходимы для понимания центральной идеи, стоящей за математическими или научными процессами или понятиями, которые вы пытаетесь изучить. Интересно, что метафоры и аналогии полезны для выхода из *Einstellung* – состояния, когда мозг застревает на неверном восприятии какого-либо явления. Например, непритязательный рассказ о солдатах, атакующих крепость сразу со всех сторон, может дать творческий толчок к интуитивному пониманию того, сколько рентгеновских лучей низкой интенсивности можно эффективно использовать для уничтожения раковой опухоли<sup>[166]</sup>.

Метафоры также помогают зафиксировать идею в сознании, поскольку они устанавливают связь с уже существующими нейронными структурами. Это похоже на вычерчивание рисунка по кальке: метафоры по меньшей мере помогают осознать общую картину. Если вам вдруг не удастся придумать метафору, просто возьмите ручку или карандаш и положите перед собой лист бумаги. Не важно, чем пользоваться – словами или картинками, но через минуту-другую вы с удивлением увидите результаты такого «бездумного» ничегонеделания.

### Метафоры и визуализация в науке



Метафоры и визуализация – способность увидеть нечто внутренним зрением – непревзойденно мощное средство для поддержания научного и технического прогресса<sup>[167]</sup>. Например, когда в XIX веке химики начали визуализировать миниатюрный мир молекул, это явилось значительным шагом вперед. Вот прекрасная иллюстрация с обезьянами и бензольным кольцом из шуточного немецкого журнала 1886 г., пародировавшего химические статьи<sup>[168]</sup>. Обратите внимание на одинарные связи, создаваемые обезьяньими лапами, и двойные – созданные с помощью хвостов.

## Интервальные повторения как средство уложить знания в памяти

Благодаря концентрации внимания некоторая часть усвояемого материала оказывается в вашей временной рабочей памяти. Однако, чтобы эта часть перешла из рабочей памяти в долговременную, нужны два условия: 1) материал должен быть **запоминаемым** (у меня на диване гигантский летучий мул, ревущий « $f = ma$ ») и 2) требуется **повторение**. Иначе ваши природные метаболические процессы, как мелкие вампиры, высосут из сознания слабые зарождающиеся паттерны связей. Такое похищение вампирами слабых паттернов на деле полезно: изрядная часть происходящего вокруг вас – довольно тривиальные действия, и если их все запоминать, то станешь похож на скрягу, неспособного оторваться от бездонной коллекции совершенно ненужных воспоминаний.



Если не повторять то, что хочется сохранить в памяти, метаболические вампиры высасывают нейронный паттерн, относящийся к этому воспоминанию, еще до того, как он оформится и окрепнет.

Повторение очень важно. Даже когда вы уже запомнили нужную информацию, повторение надежно укореняет ее в долговременной памяти. Но сколько раз нужно повторять? Сколько времени должно проходить между повторениями?<sup>[169]</sup> Есть ли средства сделать процесс повторения более эффективным?

Здесь могут помочь данные исследований. Давайте возьмем практический пример. Скажем, вам нужно запомнить сведения, относящиеся к понятию плотности, – а именно то, что она обозначается забавной буквой  $\rho$  (произносится «ро») и измеряется в килограммах на кубический метр.

Каким образом можно удобно и надежно уложить эту информацию в памяти? (Теперь вы уже знаете, что укладывание в долговременную память малых порций информации, подобных этой, постепенно приводит к более общему пониманию предмета.) Хороший способ расширить кодирование (т. е. преобразование в нейронные шаблоны памяти) изучаемого материала – ведение записей. Пока вы пишете «килограмм на кубический метр», представьте себе килограмм (почувствуйте эту тяжесть!), болтающийся в огромном чемодане, у которого каждая из сторон – метр длиной. Чем больше изучаемой информации вы превратите в запоминающиеся образы – тем легче вам будет ее вспомнить. Можно прибегать и к слуховым зацепкам: для этого полезно проговаривать слово и его значение вслух.

В качестве следующего шага взгляните на карточку с буквой  $\rho$  на лицевой стороне и попытайтесь вспомнить написанное на обороте. Если не можете – переверните карточку и прочтите. Если можете – отложите карточку.

Теперь займитесь чем-то другим: например, сделайте другую карточку и проверьте себя. Когда накопится несколько карточек, пройдите по всем сразу и проверьте, сколько из них вы помните (это помогает чередованию видов деятельности). Не огорчайтесь, если кое-что вспомнить не удастся: проверив все карточки, отложите их и пересмотрите еще раз перед сном. Не забывайте: во сне сознание повторяет заложенные в него шаблоны и соединяет части решений в единую картину.

Кратко пересказывайте информацию, которую стремитесь запомнить, в течение нескольких дней, по несколько минут утром и вечером. Время от времени меняйте порядок карточек. По мере того как материал будет надежнее оседать в мозгу, постепенно увеличивайте время между повторениями – так материал лучше закрепится<sup>[170]</sup>. (Компьютерные системы карточек типа Anki имеют специальный алгоритм повторений, рассчитанный на периоды от нескольких дней до месяцев.)

Интересно, что один из лучших способов запоминать имена людей – мысленно повторять их через увеличивающиеся промежутки времени<sup>[171]</sup>. Информация, которую вы не повторяете, легко теряется или забывается: метаболические вампиры высасывают ее связки с памятью. Вот почему **нужно тщательно относиться к тому, какие фрагменты материала вы решите не повторять перед экзаменами: если вы пытаетесь вспомнить материал, который не повторяли, память может дать сбой**<sup>[172]</sup>.

### **Интервальные повторения полезны и студентам, и преподавателям**

«Я всегда рекомендовал студентам практиковать интервальные повторения в течение дней и недель – применительно не только к моему аналитическому курсу, но и к курсу древней истории инженерного дела. Экзотические имена и термины лучше повторять каждые несколько дней. Это именно то, чем занимаюсь и я сам, готовясь к лекциям: повторяю термины вслух на протяжении нескольких дней, и тогда в аудитории они легко слетают с языка».

*Фабриан Хадиприоно Тан, преподаватель по гражданскому строительству,  
Университет Огайо*

## **ВАША ПОПЫТКА!**

### **Придумайте метафору для лучшего запоминания**

Выберите явление или понятие, которое вы сейчас изучаете. Есть ли что-нибудь подобное в других областях знаний? Удастся ли вам найти подходящую метафору? (За дурашливость и забавность – отдельный бонус!)

## Группируйте явления по смыслу

Еще один способ облегчить запоминание – объединять явления, понятия, факты и прочее в группы, чтобы упростить материал. Допустим, вы хотите запомнить четыре растения, отпугивающие вампиров: чеснок, боярышник, розу и горчицу. Первые буквы складываются в аббревиатуру ЧБРГ – и вам всего лишь остается закрепить в памяти образ ЧИЗБУР-ГЕРА. (Достаньте чизбургер с кухонной полки в вашем «дворце памяти», стряхните лишние буквы – и готово!)

Числа гораздо удобнее запоминать, если ассоциировать их с памятным событиями. Например, 1965 может быть годом рождения кого-то из ваших родственников. Можно соотносить числа и со знакомыми вам системами: например, 11,0 секунды – хорошее время для стометровки, а 75 может быть количеством петель, набираемым на спицу при вязании ваших любимых лыжных шапочек. Лично мне нравится соотносить числа с чувствами, которые я испытывала в конкретном возрасте: в 18 лет я начала самостоятельную жизнь, а в 104 года буду старой, но очень счастливой прабабушкой!

Существуют **специальные фразы для запоминания**, помогающие студентам удерживать в памяти информацию о различных явлениях: первая буква каждого слова в такой фразе является также первой буквой слова из того списка, который нужно запомнить. Простейший пример – предложение «Каждый охотник желает знать, где сидит фазан» для запоминания цветов спектра. Такие мнемонические приемы не раз подтверждали свою полезность. Если вам нужно запомнить что-то общеизвестное, поищите в Интернете: возможно, кто-нибудь уже придумал подходящую мнемоническую фразу. Если нет – придумайте свою!

### Внимание: не путайте мнемонические подсказки с фактами

«В химии есть фраза “Skít tí vicer man feconi kuzin”, произносимая в манере рэпа. Она соотносится с названиями переходных металлов первого ряда (Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn) в периодической таблице химических элементов. Остальные переходные металлы и их места в периодической таблице можно запомнить благодаря другим мнемоническим приемам. Например, можно запомнить, что Ag (серебро), Au (золото) и Cu (медь) стоят в одной вертикальной группе, поскольку и то, и другое, и третье используется для изготовления монет.

Но, к сожалению, некоторые студенты начинают думать, что тот факт, что из этих трех металлов делают монеты, и есть истинная причина, по которой они находятся в одном столбце таблицы. На самом же деле причина – в сходстве химических свойств и валентностей.

Это пример того, как студенты порой принимают мнемоническую наводку за истинный факт. Помните об этой опасности и не путайте знание с метафорами, используемыми для запоминания».

*Уильям Пьетро, преподаватель химии, Йоркский университет, Торонто*

## Сочиняйте истории

Обратите внимание, что описанный выше прием группирования часто приводит к созданию связной истории, пусть и короткой. Сочинение историй – давний способ понимания и сохранения информации. Профессор Вера Паври, преподающая историю науки и технологий в Йоркском университете, учит студентов не относиться к лекциям как к лекциям, а видеть в них связный рассказ, где есть сюжет, персонажи и общая цель повествования. Лучшие лекции по математике и естественным наукам часто имеют форму триллера, начинающегося интригующей задачей, которую вам просто необходимо решить! Если преподаватель или учебник не дополняет свое объяснение вопросом, на который вам хочется найти ответ, постарайтесь задать такой вопрос самостоятельно – и ответьте на него!<sup>[173]</sup> И не забудьте, что история должна быть интересной, а не просто полезной для запоминания!

### Пишите!

«Отвечая на вопросы студентов, я всегда отмечаю: между рукой и мозгом существует прямая связь, и, когда вы переписываете и упорядочиваете конспекты, информация сама собой распадается на легкоусвояемые порции. Многие из моих студентов набирают лекции на компьютере в виде документа Word или слайдов, и, когда им становится сложно усваивать информацию, я рекомендую им начать писать от руки. И каждый раз при прохождении следующей темы такие студенты демонстрируют более уверенное знание материала».

*Джейсон Дечант, доктор наук, руководитель программ по продвижению и развитию здравоохранения (Школа медицинских сестер в Питсбургском университете, Пенсильвания)*

## Мышечная память

Мы уже говорили о том, что рукописные карточки помогают знаниям надежнее осесть в мозгу. И хотя исследований по этому поводу довольно мало<sup>[174]</sup>, многие преподаватели отмечали, что, когда человек пишет ручкой, срабатывает его мышечная память. Например, если вы впервые посмотрите на уравнение, оно может показаться совершенно бессмысленным. Но после того как его несколько раз внимательно переписать на лист бумаги, оно удивительным образом начнет выглядеть более осмысленным. Аналогично и многие учащиеся замечают, что чтение вслух задач и формул способствует лучшему пониманию. Только не пытайтесь переписывать уравнения по сотне раз: первые несколько раз будут полезны, а дальше все станет просто-напросто механическим упражнением, и это время куда полезнее потратить на что-нибудь другое.

## Говорите сами с собой

«Я часто советую студентам разговаривать самим с собой, а не просто подчеркивать или перечитывать текст учебника. В ответ студенты смотрят с недоумением, будто считают меня ненормальной (может, так оно и есть). Однако многие из них приходили ко мне снова и говорили, что этот метод не только помог, но и стал одним из любимых способов обучения».

*Дина Мийоши, доцент, преподаватель психологии, Колледж Меса, Сан-Диего, Калифорния*

## **Истинная мышечная память**

Если вы *действительно* хотите развить память, а заодно и общую способность к усвоению материала, то один из лучших способов – физические упражнения. В результате недавних экспериментов на животных и людях обнаружилось, что регулярные физические упражнения способствуют значительному улучшению памяти и повышению способностей к обучению. Они, судя по результатам, помогают формировать новые нейроны в участках, связанных с памятью, а также создают новые сигнальные пути<sup>[175]</sup>. Разные виды упражнений – например, бег или ходьба, с одной стороны, и силовые тренировки, с другой, – могут давать слегка отличающиеся эффекты на молекулярном уровне. Однако и аэробные упражнения, и упражнения с нагрузкой имеют схожее по силе мощное воздействие на обучение и память.



## Приемы запоминания помогают быстрее овладеть знаниями

В качестве итога можно заметить, что запоминание материала в виде ментальных образов вместо слов способствует развитию профессионального мастерства: вы можете стать настоящим специалистом в своем деле. Иными словами, *научиться визуально обрабатывать идеи и понятия из мира математики и естественных наук – значит облегчить себе процесс овладения учебным материалом*<sup>[176]</sup>. Применение других приемов запоминания также существенно повышает способность заучивать материал.

Пуристы могут презрительно фыркнуть: чудаческие трюки с запоминанием – не обучение! Однако исследования свидетельствуют, что студенты, использующие такие приемы, лучше успевают, чем те, кто эти методы не применяет<sup>[177]</sup>. Кроме того, исследование того, как люди становятся специалистами, показало, что мнемонические техники ускоряют формирование порций информации и паттернов, отвечающих за представление об общей картине, и тем самым помогают более скорому продвижению от начального уровня владения материалом к среднему, даже на протяжении недель<sup>[178]</sup>. Эти методы способствуют расширению рабочей памяти и облегчают доступ к долговременной памяти.

Более того, процесс запоминания как таковой становится творческим упражнением. Чем больше информации вы запоминаете с применением этих инновационных техник, тем более креативным вы сами становитесь – а все потому, что заранее, на самом начальном этапе создаете нестандартные пути для формирования будущих связей между идеями. Чем больше вы упражняете такие «мышцы памяти», тем легче вам дастся запоминание. Пусть поначалу на создание опорного образа какого-либо уравнения и размещение его, например, в кухонной раковине вашего «дворца памяти» уйдет четверть часа – зато потом, с практикой, на такую же операцию у вас будут уходить считанные минуты и даже секунды.

Вы также обнаружите, что усвоение ключевых аспектов информации плюс быстрое их размещение в памяти – отличный путь к более глубокому пониманию материала. При таком подходе формулы наполнятся более глубоким смыслом, чем при простом чтении учебника, и вы станете намного смелее с ними обращаться и на экзаменах, и в реальной жизни.

Одно из исследований, изучавшее актерские способы запоминания текста, показало, что артисты избегают дословного заучивания – напротив, при запоминании реплик они опираются на понимание характера и мотиваций своего персонажа<sup>[179]</sup>. Точно так же и ваш опыт запоминания информации по большей части должен основываться на *понимании* смысла формул и способов решений. Понимание существенно помогает запоминанию.

Вы можете возразить и сказать, что не так уж вы креативны и что уравнения и теории сами по себе вряд ли дают эмоциональный стимул для их понимания и запоминания, однако всегда помните про внутреннего двухлетнего ребенка. *Ваша детская творческая натура никуда не делась – просто нужно уметь с ней взаимодействовать.*

### Как работают техники запоминания

«У меня сейчас последний этап перед получением инженерного диплома, а кроме того – последние два месяца до получения лицензии парамедика. Приходится запоминать огромные списки лекарств и доз как для взрослых пациентов, так и для детей. Поначалу задача казалась невозможной, особенно с учетом того, что от меня будет зависеть жизнь других людей. Однако я быстро обнаружил приемы, облегчавшие

заучивание. Возьмем, к примеру, фуросемид, он же лазикс – лекарство, выводящее жидкость из организма. Мне нужно было запомнить дозу 40 миллиграммов, и это было удачей: слова “four” и “o”, обозначающие 4 и 0, для меня составляют часть слова “фур-о-семид”. Именно такими способами и закрепляются в мозгу знания. Мне теперь даже не приходится делать усилия. Замечательный способ».

*Уильям Келер, второй курс, изучает машиностроение*

## **ВАША ПОПЫТКА!**

### **Песни для запоминания материала**

Придумайте песню, чтобы запомнить какое-нибудь тождество, интеграл или формулу, необходимую для занятий. Сохранение в памяти этих важных понятий, какой бы способ вы ни избрали, облегчит и ускорит решение сложных задач в будущем.

## **Обобщение**

- Метафоры помогают быстрее запомнить сложные идеи.
- Повторение – важный этап запоминания, не позволяющий усвоенной информации выветриться из памяти.
- Осмысленное объединение фактов в группы и создание аббревиатур упрощает понимание и помогает формированию порций информации, из-за чего материал в целом легче укладывается в памяти.
- Рассказы и истории – даже если они придуманы только как забавные мнемонические приемы – позволяют легче удержать в памяти изучаемый материал.
- Писать от руки и произносить вслух то, что вы изучаете, облегчает процесс сохранения материала в памяти.
- Физические упражнения – мощное средство, позволяющее нейронам расти и создавать новые связи.

## **ОСТАНОВИТЕСЬ И ВСПОМНИТЕ**

**Не забывайте, как важно порой бывает вспоминать изученный материал не в том месте, где вы его изучали. Попробуйте вновь применить этот способ при вспоминании ключевых идей этой главы. Некоторым удастся вспомнить детали обстановки, в которой они прежде изучали материал, вплоть до подушек на кресле, музыки или картины на стене кафе – такие воспоминания помогают восстановить в памяти изученное.**

## **Проверьте свои знания**

1. Возьмите лист бумаги и попробуйте придумать визуальную или вербальную метафору для математического или естественно-научного явления, которое вы сейчас пытаетесь усвоить.

2. Выберите главу учебника по математике или естественным наукам. Придумайте вопрос, который побудил бы вас больше узнать об изучаемом материале.

3. Перед сном мысленно повторите то, что вы сейчас учите. Для усиления эффекта повторите то же самое еще раз утром после пробуждения.

## 12. Учимся ценить свой талант

### Вперед к интуитивному пониманию

Спорт – отличный источник знаний о том, как заниматься математикой и естественными науками. Например, в баскетболе не научишься за один день попадать в корзину: тело приравнивается к броску за многие годы постоянных повторений одних и тех же движений. От повторений появляется мышечная память, и тело начинает повиноваться одной только мысли – одной порции информации, а не воспоминаниям о всех тех сложных движениях, которые приводят к удару по мячу<sup>[180]</sup>.

Точно так же и с математикой и естественными науками: когда вы поняли, *почему* нечто делается именно так, а не иначе, вам уже не нужно каждый раз объяснять себе, *каким образом* это делается. Не нужно ходить с сотней горошин в кармане и раз за разом выкладывать десять рядов по десять горошин, чтобы *понять*, что  $10 \times 10 = 100$ . В какой-то момент вы уже знаете это на память. Например, вы запомнили принцип, по которому показатели степени (мелкие цифры над числом) при перемножении чисел с одной и той же основой нужно просто складывать ( $10^4 \times 10^5 = 10^9$ ). Если постоянно производить такую процедуру при решении различных задач, то вы будете знать все «почему» и «как» гораздо лучше, чем из традиционного параграфа в учебнике или объяснений преподавателя. Четкое понимание чаще происходит тогда, когда ваш мозг самостоятельно выстраивает структуры понятий, а не тогда, когда вы просто принимаете на веру чужие слова.

*Помните: мы учимся с помощью попыток сопоставить информацию, которую получаем. Сложные понятия вряд ли можно усвоить, просто слушая чей-то рассказ.* (Преподаватели математики обычно говорят: «Математика не зрелищный вид спорта».)



Когда, изучая математику или естественные науки, вы понимаете, почему поступаете так, а не иначе, сразу же отпадает необходимость снова и снова объяснять себе, *каким именно образом* это делается. Такое излишнее сосредоточение приводит к ступору.

Шахматным гроссмейстерам, врачам реанимации, боевым летчикам и представителям многих других профессий часто приходится быстро принимать сложные решения. В таких случаях они перестают прислушиваться к разуму и пускают в ход хорошо тренированную интуицию, полагаясь на широкий набор глубоко укоренившихся порций информации<sup>[181]</sup>. В некоторых случаях осознанное «понимание» того, почему вы что-то делаете именно так, замедляет и усложняет процесс принятия решений, в результате чего вы делаете худший выбор.

*Учителя и преподаватели невольно могут слишком рьяно следовать правилам.* В интересном исследовании, иллюстрирующем это утверждение, шестерых человек снимали на видео в то время, как они делали искусственное дыхание; только один из них был профессиональным парамедиком<sup>[182]</sup>. Затем парамедиков-профессионалов попросили угадать, кто из персонажей был настоящим парамедиком. Девяносто процентов опрошенных угадали правильно, попутно делая ремарки наподобие: «Он знал, что делает»<sup>[183]</sup>. Когда тот же самый вопрос был задан инструкторам по искусственному дыханию, они ответили верно лишь в 30 % случаев: эти слишком требовательные теоретики критиковали реальных специалистов, снятых в фильме, за то, что те сначала не прикинули, куда класть руки. Точное следование правилам было для инструкторов важнее, чем практические действия.

## Незачем завидовать гениям

Олимпийские спортсмены достигают нужной формы не просто пробежками по выходным или несколькими отжиманиями в свободное время, а шахматные гроссмейстеры формируют нейронные связи отнюдь не зубрежкой в последнюю минуту перед матчем. Напротив, их навыки развиваются постепенно, в результате долгой и постоянной практики, укрепляющей понимание общего контекста. Такая практика оставляет заметные следы в долговременной памяти, откуда при необходимости можно легко и быстро извлечь нужные нейронные паттерны<sup>[184]</sup>.

Давайте вернемся к гроссмейстеру Магнусу Карлсену – блестяще мыслящему гению быстрых и классических шахмат. Карлсен обладает потрясающей способностью видеть закономерности и устойчивые шаблоны в тысячах ранее сыгранных шахматных партий: он может взглянуть на комбинацию фигур в эндшпиле и немедленно сказать, в какой из десятка тысяч партий, сыгранных за последние века, эта комбинация встречалась. Иначе говоря, Карлсен создал огромную библиотеку порций информации, содержащую потенциальные решения. Быстро перебрав нужные порции, он может увидеть ходы, к которым прибегали другие шахматисты, оказавшиеся в такой же ситуации<sup>[185]</sup>.

Карлсен не уникален, хотя за всю историю шахмат, включая ее современный этап, было не так много шахматистов, равных ему по способностям. Обычно гроссмейстеры не менее десяти лет практикуются и изучают тысячи комбинаций, которые становятся порциями информации в их памяти<sup>[186]</sup>. Эти готовые шаблоны позволяют им опознавать ключевые элементы любой диспозиции фигур гораздо быстрее, чем любителям, и развитый таким образом профессиональный взгляд помогает им интуитивно находить наилучшее решение в любой шахматной ситуации<sup>[187]</sup>.

Однако погодите. Разве гроссмейстеры и те уникамы, которые способны перемножать в уме шестизначные числа, не просто обладатели соответствующего таланта? Не обязательно. Скажу прямо: разумеется, ум играет свою роль. Хороший ум часто подразумевает большую рабочую память. Усиленная память «с форсированным двигателем» может удерживать девять объектов вместо четырех, и вы вцепляетесь в них, как бульдог, отчего овладение математикой и естественными науками дается проще.

Однако такая память затрудняет проявление креативности.

Как так может быть?

Виной этому наш старый знакомец и враг – эффект установки. Та идея, которая первой пришла на ум, блокирует мозг и не впускает в него более свежие задумки. Усиленная рабочая память может удерживать мысли так надежно, что новые идеи не смогут проникнуть в сознание. Такое жестко контролируемое внимание может быть развеяно порывом свежего ветра – легким приступом дефицита внимания. То есть внимание переключается даже тогда, когда вам этого не хочется. Способность справляться со сложными задачами может привести к слишком усложненному подходу при решении простых задач, имеющих очевидное решение. Исследования показали, что умным людям часто свойственно теряться в затруднительных ситуациях, а люди с меньшими умственными способностями легче находят простые решения<sup>[188]</sup>.

## Важно не что вы знаете, а как мыслите

«Мой опыт говорит, что существует почти обратная корреляция между высокими баллами на вступительных экзаменах и будущим карьерным

успехом. Многие студенты с низшими баллами преуспевают потом в карьере и жизни, зато удивительно большое число “гениев” по разным причинам сходит с дистанции»<sup>[189]</sup>.

*Билл Зеттлер, доктор наук, преподаватель биологии, научный консультант с большим стажем, обладатель звания «Учитель года», Университет Флориды*

Если вы из тех, кто не может удерживать в уме сразу много информации – отвлекаетесь, или начинаете мечтать на лекциях, или вынуждены искать укромное место, где можно сосредоточиться и включить рабочую память, – то добро пожаловать в клан креативных натур. Сравнительно небольшой объем рабочей памяти означает, что вы можете легко обобщать изучаемый материал и реорганизовывать его в новые, креативные комбинации. Ваша рабочая память, которая берет начало в способности сфокусироваться, коренящейся в префронтальной зоне коры головного мозга, не запирает информацию слишком жестко, и поэтому вы можете легко получать помощь от других участков мозга. Эти участки, в том числе сенсорная зона, не только больше настроены на происходящее вокруг вас, но также служат источниками сновидений и креативных идей<sup>[190]</sup>. Вам приходится иногда (или даже почти всегда) прилагать больше усилий к тому, чтобы понимать материал, но, как только у вас сформировалась нужная порция информации, вы можете вертеть ее как хотите, пропуская через любые творческие процедуры, – хотя раньше вам и в голову бы не пришло, что вы на такое способны!

А вот и еще кое-что для очередной порции информации в вашем сознании: в шахматах – этом бастионе интеллектуалов – есть некоторые *элитные игроки со средним IQ*. Благодаря практике их с виду ничем не выдающийся интеллект способен на более ощутимые результаты, чем те, которых добиваются более умные игроки<sup>[191]</sup>. В этом-то и состоит главное: каждый шахматист (хоть средний, хоть элитный) усиливает талант практикой. **Именно практика – особенно целенаправленная работа с самыми сложными аспектами материала – может возвысить средние способности мозга до уровня интеллектуальных возможностей людей, обладающих «природным» даром.** Подобно тому, как вы можете тренироваться в поднятии тяжестей и со временем нарастить мышцы, можно развивать навыки формирования ментальных паттернов, углубляющих и расширяющих сознание. Практика даже, по-видимому, способна расширить рабочую память. Исследователи, изучающие способность вспоминать, обнаружили, что рабочая память улучшается от таких упражнений, как повторение все более длинных цепочек цифр в обратном порядке<sup>[192]</sup>.

У даровитых людей свои трудности. Талантливых детей порой обижают одноклассники, поэтому они приучаются прятать или подавлять свои способности, и избавиться от последствий этого бывает очень тяжело<sup>[193]</sup>. Умные зачастую испытывают трудности из-за того, что могут легко увидеть проблемы и преимущества там, где их на самом деле нет. Очень талантливые люди по сравнению с обычными гораздо чаще впадают в прокрастинацию, поскольку в их детстве и юности такой подход всегда срабатывал, а это значит, что в ранние годы жизни они не приобрели некоторых принципиально важных навыков.

Кем бы вы ни были – урожденным гением или обычным человеком, который с усилием постигает основы наук, – вы должны понимать: вы не одиноки, когда чувствуете себя выскочкой и считаете хорошие оценки на экзамене случайностью, а от следующего экзамена ждете неминуемого провала, который покажет вам (и друзьям, и семье) вашу истинную ничемность. Такая реакция настолько широко распространена, что у нее даже есть название – «феномен самозванца»<sup>[194]</sup>. Если вы испытываете такие приступы неадекватности, не забывайте, что многие люди втайне страдают тем же.

У каждого свой талант. Как гласит старая пословица, «когда одна дверь закрывается, следующая открывается». Не вешайте нос и не сводите глаз с открывающейся двери!

## Тянуться к бесконечности

Некоторые считают, что рассеянное мышление и интуиция созвучны нашей духовности. Творчество, порожаемое рассеянным мышлением, порой кажется выходящим за рамки человеческого понимания.

Альберт Эйнштейн однажды заметил: «Есть два способа прожить жизнь. Один – считать, что чудес не бывает. Другой – считать, что все на свете чудо».

## Не нужно себя недооценивать

«В нашем учебном заведении я тренирую команду для научной олимпиады. Мы выигрывали чемпионат штата восемь раз за последние девять лет. В этом году нам не хватило всего одного балла до победы в штате, а на чемпионатах США мы часто попадаем в десятку лучших. Мы обнаружили, что некоторые из лучших студентов, имеющих высший балл по всем дисциплинам, в ситуации стресса на олимпиаде показывают себя хуже, чем те, кто умеет мысленно манипулировать своими знаниями и применять их к ситуации. Эти так называемые “второсортные” студенты порой считают, что уступают своим “первосортным” однокашникам. На деле же я лучше возьму на олимпиаду студентов с более низкой успеваемостью, но способных творчески мыслить, а не отличников, которые теряются, если вопрос задан не так, как он отложился у них в мозгу после заучивания».

*Марк Портер, преподаватель биологии, Высшая школа Мира-Ломы, Сакраменто, Калифорния*

## Обобщение

- После того как порции информации сформированы, наступает момент, когда вы перестаете осознанно отслеживать каждую мелкую деталь и начинаете действовать автоматически.
- Порой кажется унизительным заниматься вместе со студентами, которые схватывают материал быстрее, чем вы. Однако «средние» студенты подчас обладают преимуществами в плане инициативы, трудолюбия и креативности.
- Ключ к творческому подходу частично зависит от способности переключаться с полной концентрации на расслабленный и мечтательный рассеянный режим.
- Слишком сильная сосредоточенность может помешать поискам верного решения – как попытка забить шуруп молотком таким образом, словно вы имеете дело с гвоздем. Когда вы зашли в тупик, порой лучше отвлечься от задачи и ненадолго заняться чем-то другим или просто лечь спать.



## ОСТАНОВИТЕСЬ И ВСПОМНИТЕ

**Закройте книгу и посмотрите в сторону. Каковы главные идеи этой главы? Вспомните также ключевые идеи всей прочитанной части книги.**

## Проверьте свои знания

1. Вспомните ситуацию, в которой вы преуспели благодаря упорству. Не появилась ли в вашей жизни новая сфера деятельности, в которой вы бы хотели развивать упорство? Какой план вы можете придумать на случай ухудшения настроения, когда будете чувствовать себя неудачником?

2. Многие подчас пытаются заставить себя не мечтать, поскольку «витание в облаках» мешает сосредоточиться на полезной деятельности – например, на ходе важной лекции. Что более действенно для вас – стараться как можно больше сконцентрироваться на текущем процессе или просто снова обращать на него внимание, как только вы заметите, что отвлеклись?

## Из середняка – в суперзвезды. История Ника Эплларда



Ник Эпллард – один из ведущих американских предпринимателей, вице-президент высокотехнологичной компании, разрабатывающей и поддерживающей продвинутое средства моделирования физической среды, которые применяются в энергетике, биомедицине, а также авиакосмической, автомобильной и других отраслях. Изучал машиностроение в Шеффилдском университете, Англия.

«В детстве меня считали медленно соображающим учеником и причисляли к проблемным детям. Эти ярлыки глубоко меня ранили. Мне казалось, что учителя со мной обращаются так, будто не надеются добиться от меня успехов. Родители тоже расстраивались из-за меня и моей неуспеваемости. Больше всего меня угнетало разочарование моего отца, одного из ведущих врачей в крупной клинике (позже я узнал, что у него в детстве были схожие проблемы). Это был заколдованный круг, который не позволял мне чувствовать себя уверенным, чем бы я ни занимался.

Главная проблема была в математике и во всем, что с ней связано: в дробных числах, таблице умножения, делении в столбик, алгебре и т. п. Все казалось скучным и совершенно бессмысленным.

Но однажды все изменилось, хотя в тот момент я этого не понял. Отец привез домой компьютер. Я уже слышал рассказы о тинейджерах, создававших дома компьютерные игры, которые быстро становились популярными и делали своих авторов миллионерами. Одним из таких изобретателей я и хотел стать.

Я читал, практиковался, писал все более сложные программы, каждая из которых требовала определенных знаний по математике. Некоторое время спустя популярный британский компьютерный журнал принял к публикации одну из моих программ – можете представить мой восторг!

Сейчас я каждый день наблюдаю, как математика применяется для проектирования автомобилей нового поколения, для запуска ракет в космос, для анализа работы человеческого организма.

Математика больше не бессмысленна. Она не прекращает меня удивлять и приносить и радость, и профессиональный успех!»

## 13. Формируем мозг

На этот раз 11-летний Сантьяго Рамон-и-Кахаль провинился тем, что построил небольшую пушку и разнес в щепки новенькую соседскую калитку. В крестьянской Испании 1860-х гг. было не так-то много способов перевоспитывать юных нарушителей закона, и мальчика заперли в кишасей блохами тюрьме.

У мятежного и упрямого Сантьяго была одна всепоглощающая страсть: рисование. Однако что толку с картин и рисунков? А прочему парнишка не учился – в частности, математику и другие науки он считал совершенно бесполезными.

Отец Сантьяго, строгий дон Хусто, когда-то начинал практически с нуля, и семья вела жизнь отнюдь не аристократическую. Чтобы научить сына дисциплине и укротить его нрав, дон Хусто определил его в подмастерья к цирюльнику. Дела пошли еще хуже, мальчик только больше избегал занятий. В наказание его били и оставляли без еды, в результате он становился еще озлобленнее и отвечал на все насмешками и неповиновением.

Кто мог знать, что Сантьяго Рамон-и-Кахаль не только получит Нобелевскую премию, но и станет известен как отец современной нейробиологии?



Сантьяго Рамон-и-Кахаль получил Нобелевскую премию за важный вклад в понимание структуры и функционирования нервной системы<sup>[195]</sup>. На этой фотографии он больше похож на художника, чем на ученого. В глазах исследователя – отсвет того мятежного духа, который приносил ему в детстве столько бед.

За свою жизнь Рамон-и-Кахаль успел поработать со многими блестящими учеными, которые зачастую превосходили его умом. Однако в своей откровенной автобиографии он писал, что, хотя гении способны, как и любые другие люди, отлично работать, они могут быть слишком безответственными и нестабильными. Рамон-и-Кахаль считал, что ключом к его успеху послужила выносливость («добродетель тех, кто не стал гением»<sup>[196]</sup>) в сочетании с гибкостью ума и способностью признавать свои ошибки. И в основе всего лежала поддержка, которую оказывала ему любящая жена – донья Сильверия Фаньянас Гарсия (у них было семеро детей). Ученый говорил, что любой человек даже среднего ума способен правильно сформировать свой мозг, так что даже самый слабый сможет добиться больших успехов<sup>[197]</sup>.

## Изменить образ мыслей – изменить жизнь

Только после 20 лет Рамон-и-Кахаль отказался от былых мятежных привычек и стал изучать медицину. Он сам этому удивлялся и говорил, что, возможно, его мозг просто «устал от вольностей и бунтарства и начал успокаиваться»<sup>[198]</sup>.

Существуют свидетельства того, что миелиновые оболочки, окружающие отростки нервных клеток в мякотных волокнах, содействующие скорейшему продвижению сигнала по нейрону, заканчивают развитие только после 20-летнего возраста. Этим может объясняться тот факт, что подростки часто не способны контролировать свое поведение: связь между зоной намерения и зоной контроля еще не полностью сформирована<sup>[199]</sup>.

«Недостаток способностей может компенсироваться постоянным трудом и сосредоточенностью. Можно сказать, что работоспособность заменяет собой талант или, еще лучше, создает талант»<sup>[200]</sup>.

*Сантьяго Рамон-и-Кахаль*

Используя нейронные цепи, мы, похоже, помогаем создавать поверх них миелиновую оболочку, не говоря уже о многочисленных микроскопических изменениях<sup>[201]</sup>. Практика усиливает и укрепляет связи между участками мозга, создавая пути между «командными центрами» мозга и центрами хранения данных. В случае Рамон-и-Кахаля, вероятно, естественные процессы взросления совпали с его усилиями по развитию мышления, что позволило ему полностью изменить поведение<sup>[202]</sup>.

По всей видимости, человек в состоянии *усилить* развитие нейронных цепей, если будет прибегать к способам мышления, *используя* эти нейроны<sup>[203]</sup>. Наше понимание нейронного развития пока находится в зачаточной форме, однако проясняется одно: **мы можем существенно менять мозг, меняя способ мышления.**

В истории Рамон-и-Кахаля интересно то, что он достиг научных вершин даже не будучи гением – по крайней мере в общепринятом значении этого слова. Рамон-и-Кахаль глубоко сожалел, что никогда не обладал «быстротой, уверенностью и ясностью в обращении со словом»<sup>[204]</sup>. Хуже того: когда он поддавался эмоциям, он с трудом мог подбирать слова. Он не мог зубрить, из-за чего школа (где бессмысленное повторение материала только приветствовалось) была для него мучением. Лучший из доступных ему способов состоял в том, чтобы усваивать ключевые принципы; он часто разочаровывался в своих скромных способностях<sup>[205]</sup>. Однако некоторые из самых захватывающих сфер нейробиологии обязаны своим существованием именно оригинальным открытиям Рамон-и-Кахаля<sup>[206]</sup>.

По воспоминаниям великого ученого, его преподаватели ошибочно подходили к оценке способностей. Быстроту реакции они принимали за ум, наличие памяти – за наличие способностей, конформизм – за хорошее поведение<sup>[207]</sup>. Успех Рамон-и-Кахаля, достигнутый им несмотря на его «недостатки», демонстрирует нам, что и сегодня учителя с легкостью могут недооценивать учеников, а ученики – себя самих.

## Новая жизнь порций информации

Рамон-и-Кахаль благополучно выучился на врача, потом работал на Кубе в качестве военного лекаря и предпринял несколько неудачных попыток найти работу. В конце концов он получил должность профессора гистологии и начал изучать под микроскопом анатомию биологических клеток.

Каждое утро, изучая клетки мозга и нейронную систему, Кахаль тщательно готовил препараты для микроскопа, затем часами пристально наблюдал за выделенными клетками. После обеда он окидывал мысленным взором абстрактную картину, запечатлевшуюся у него в памяти в ходе утренних исследований, и начинал рисовать клетки. По завершении он сравнивал рисунок с картинкой под микроскопом. Затем он вновь возвращался к доске и начинал рисовать на ней заново, перерисовывать, сравнивать и опять перерисовывать. Уходил на отдых он лишь тогда, когда рисунок отражал целостную суть клетки – не одного, а всех снимков конкретного вида клеток<sup>[208]</sup>.

Рамон-и-Кахаль был отличным фотографом, он даже первым написал по-испански книгу о цветной фотографии. Однако он всегда считал, что фотографии не отражают истинной *сущности* наблюдаемого, и предпочитал рисунки, которые помогали ему обобщать – т. е. организовывать в порции информации – полученные изображения тем способом, который лучше всего помогал другим видеть истинную суть порций информации.

Синтез – обобщение, формирование в порции; основная идея – это нейронный паттерн. **Хорошие порции информации создают нейронные паттерны, которые могут действовать в рамках не только изучаемого предмета, но и других дисциплин и сфер жизни. Абстрактное обобщение помогает переносить идеи из одной сферы в другую<sup>[209]</sup>.** Вот почему великие произведения живописи, поэзии, музыки и литературы находят в нас такой отклик. Когда мы усваиваем очередную порцию информации, в нашем сознании она находит новую жизнь: мы формируем идеи, которыми укрепляются и проясняются нейронные паттерны, и из-за этого лучше видим и разрабатываем другие соответствующие паттерны.

Как только мы сформировали порцию информации как нейронный паттерн, мы можем легче передать этот шаблон дальше – как это делали Рамон-и-Кахаль и другие великие художники, поэты, ученые и писатели на протяжении тысячелетий. Как только порция информации передана другому человеку, он не просто может ею пользоваться: ему теперь легче формировать схожие порции, относящиеся к иным сферам жизни, – а это важная часть творческого процесса.



Здесь вы можете увидеть, что левая порция информации – извивающаяся нейронная лента – очень похожа на правую. Это иллюстрация к тому, что если вы усвоили одну порцию по одному учебному предмету, то вам будет легче усвоить или сформировать аналогичную порцию по другому предмету. Основы математики, например, применимы к физике, химии и инженерным специальностям, а также используются в экономике, бизнесе и моделировании человеческого поведения. Вот почему студентам, специализирующимся на физике или инженерном деле, защитить магистерскую степень по бизнес-администрированию легче, чем тем, кто занимается языками или историей<sup>[210]</sup>.

Метафоры и физические аналогии также способны формировать порции информации, позволяющие идеям из разных областей влиять друг на друга<sup>[211]</sup>. Поэтому люди, любящие математику, естественные науки и технику, часто обнаруживают, к своему удивлению, что им помогают деятельность или знания, связанные со спортом, музыкой, языками, изобразительным искусством или литературой. Мои собственные знания о том, как изучать языки, помогли мне найти нужный способ освоить математику и естественные науки.

Один из важных принципов, помогающих быстро выучиться математике и естественным наукам, состоит в том, что практически любое изучаемое вами понятие имеет аналогию с чем-то, что вам уже известно<sup>[212]</sup>. Порой аналогия или метафора довольно примитивна – как идеи о том, что кровеносные сосуды похожи на шоссе или что ядерная реакция напоминает падающие костяшки домино. Однако эти простые аналогии и метафоры могут быть мощным средством, помогающим вам применять уже существующие нейронные связи в качестве опоры для строительства новых, более сложных нейронных структур. Как только начинаете применять эту новую структуру, вы обнаруживаете, что из-за некоторых своих черт она более полезна, чем ваши первые простейшие структуры. Новые структуры могут, в свою очередь, становиться источником метафор и аналогий для еще более новых идей в разных сферах знания. (Потому-то физики и инженеры так востребованы в финансовой сфере.) Например, физик Эмануэль Дерман (автор блестящего исследования по физике частиц) работал в банк Goldman Sachs, где был одним из разработчиков модели Блэка – Дермана – Толя. Со временем он возглавил одну из аналитических групп, входящих в Goldman Sachs.

## Обобщение

- Мозг у разных людей становится зрелым не в одном и том же возрасте. Многие достигают зрелости только к 25 годам.
- Некоторые из особо выдающихся ученых начинали как безнадежные сорвиголовы.
- Успешные профессионалы в естественных науках, математике и технике постепенно учатся формировать порции информации, чтобы абстрагировать ключевые идеи.
- Метафоры и аналогии – средство формирования порций информации, которые позволяют сведениям из разных областей взаимодействовать друг с другом.
- Независимо от вашей профессии – нынешней или той, которой вы только овладеваете, – не замыкайтесь в одной области и обязательно изучайте математику и естественные науки. Это даст вам богатый запас порций информации, благодаря которому вы станете лучше справляться с любыми жизненными и профессиональными трудностями.

## ОСТАНОВИТЕСЬ И ВСПОМНИТЕ

**Закройте книгу и отведите от нее взгляд. Каковы основные идеи этой главы? Вы наверняка отметите, что вспоминать идеи легче, если соотносить их со своими жизненными и профессиональными целями.**

## Проверьте свои знания

1. За время профессиональной деятельности Сантьяго Рамон-и-Кахаль обнаружил способ совместить страсть к искусству с любовью к науке. Знаете ли вы других людей (звезд, родственников, друзей, знакомых), известных чем-то подобным? Возможно ли такое совмещение в вашей жизни?
2. Как можно избежать заблуждения, будто люди с быстрой реакцией более умны?
3. Выполнять что велено – подход со своими плюсами и минусами. Сравните жизнь Рамон-и-Кахаля со своей. Когда принцип «делай что велено» приносил пользу, а когда создавал проблемы?
4. В сравнении с «недостатками» Рамон-и-Кахаля каковы ваши собственные слабые стороны? Можете ли вы найти способ обратить их в достоинства?



## 14. Развитие внутреннего зрения через уравнения-стихи

### Научитесь писать стихи об уравнениях

Поэтесса Сильвия Плат однажды написала: «День, когда я вошла в кабинет физики, был днем моей смерти»<sup>[213]</sup> – и продолжила:

«Темноволосый коротышка с высоким сюсюкающим голосом, звавшийся мистер Манци, стоял перед классом в тесном синем костюме, держа в руках деревянный шарик. Он положил его на крутую скошенную горку и дал ему скатиться вниз. Затем он начал говорить о том, что пусть  $a$  обозначает ускорение, а  $t$  – время, и начал покрывать доску буквами, цифрами и уравнениями. И тогда мое сознание умерло».

Мистер Манци, по крайней мере в этом полуавтобиографическом рассказе Плат, написал 400-страничную книгу без рисунков и фотографий, с одними диаграммами и формулами. Это можно сравнить с попыткой оценить поэзию Плат по критическим заметкам о ее творчестве, а не исходя из ознакомления с ее стихами как таковыми. Плат, как говорится в книге, была единственной ученицей, получившей высший балл, но она ушла с занятий в полном ужасе перед физикой.

«Что есть математика, как не поэзия ума, и что есть поэзия, как не математика сердца?»

*Дэвид Смит, американский математик и преподаватель*

Ричард Фейнман преподавал курс введения в физику совершенно по-другому. Нобелевский лауреат, Фейнман был энергичным человеком, ради забавы он играл на сдвоенном барабане бонго и разговаривал как простой таксист, а не сведущий в науке интеллектual.

В возрасте 11 лет Фейнмана неожиданно поразило случайное замечание. Он сказал приятелю, что мышление не более чем разговор с самим собой.

– Да что ты говоришь? – отозвался его друг. – Знаешь колесчатый вал в автомобиле, такой безумной формы?

– Да, и что?

– Отлично. А теперь скажи: как ты его описывал, пока разговаривал сам с собой?

Тогда-то Фейнман и понял, что мысли могут быть не только вербальными, но и визуальными<sup>[214]</sup>.

Позже он написал о том, как в студенчестве безнадежно пытался вообразить и визуализировать электромагнитные волны, невидимые потоки энергии, переносящие все на свете – от солнечного света до сигнала мобильного телефона. Ему было сложно описать то, что он видел внутренним зрением<sup>[215]</sup>. Если даже один из ведущих физиков мира не может вообразить себе некоторые (пусть и сложные для воображения) понятия, то что говорить о нас, рядовых людях?

Уверенность и вдохновение можно найти в поэзии<sup>[216]</sup>. Давайте возьмем несколько поэтических строк из песни «Множество Мандельброта» (Mandelbrot Set)<sup>[217]</sup> американского автора и исполнителя Джонатана Колтона, в которой рассказывается о знаменитом математике Бенуа Мандельброте:

*Мандельброт на небесах*

*Он велел нам выбираться из хаоса, он дал нам надежду,  
когда надежд не оставалось  
Его геометрия побеждает там, где другие сдаются  
Поэтому, если вы когда-нибудь потеряетесь,  
бабочка взмахнет крыльями  
За миллион миль от вас, и маленькое чудо приведет вас домой*

Колтон сумел передать суть математики Мандельброта в эмоциональных и звучных поэтических фразах, складывающихся в образы, которые мы можем мысленно увидеть: легкий взмах крыльев бабочки, которая расправляет крылья за миллион миль от вас, – и ваша жизнь меняется.

Работы Мандельброта по созданию новой геометрии дали нам понимание того, что порой даже то, что на глаз кажется громоздким и бессистемным (например, форма облаков или рисунок береговой линии), в некоторой степени тоже подчиняется определенному порядку. Сложность, видимая глазом, строится по простым правилам – современная мультипликация тому свидетельство. Стихотворение Колтона также содержит отсылку к содержащейся в работах Мандельброта идее о том, что мелкие, незаметные перемены в некой части Вселенной в конечном итоге влияют на все мироздание.

Чем больше вы задумываетесь о словах Колтона, тем больше видите, что их можно отнести к самым разным сферам жизни, и смысл их становится тем яснее, чем больше вы понимаете работы Мандельброта.

**В уравнениях, как и в поэзии, есть скрытый смысл.** Если вы новичок, столкнувшийся с уравнением в физике, и вас не учили видеть смысл за символами, то строки будут казаться вам мертвыми. Лишь когда вы начнете узнавать больше и видеть скрытый подтекст – тогда смысл начнет мало-помалу проступать, а потом и проявится в полную силу.

В одной из классических работ физик Джеффри Прентис сравнивает то, как неопытный студент-физик и зрелый ученый смотрят на уравнения<sup>[218]</sup>. Новичок видит в них очередной фрагмент ни с чем не связанной информации, которую нужно запомнить наряду с остальными уравнениями. Опытные же студенты и ученые видят внутренним взором смысл, кроющийся за каждым уравнением, а также место этого уравнения в общей картине мира. Они даже умеют *чувствовать* отдельные части уравнения.

«Математик, который при этом не поэт, не может быть истинным математиком».

*Карл Вейерштрасс, немецкий математик*

Когда вы видите букву *a*, обозначающую ускорение (acceleration), представьте себе, что давите на педаль газа в автомобиле. *Почувствуйте*, как ускорение придавливает вас к спинке сиденья!

Нужно ли вспоминать эти ощущения каждый раз при виде буквы «*a*»? Нет, конечно, иначе немудрено сойти с ума от каждой мелкой детали, придуманной для облегчения запоминания. Однако ощущение от нажатия педали газа, сформированное в порцию информации, должно маячить в уме фоном, готовое проникнуть в рабочую память в нужный миг, когда вы пытаетесь вспомнить значение буквы «*a*», встреченной в уравнении.

Аналогичным образом можно поступать и с буквой *m*, обозначающей массу (mass). Попробуйте ощутить ленивую инертность 20-килограммового валуна – его так тяжело сдвинуть с места. При виде буквы *f*, обозначающей силу (force), мысленно представьте себе то, что лежит в основе понятия силы, зависящей как от массы, так и от ускорения:  $m \times a$ , как в формуле  $f = m \times a$ . Возможно, вы почувствуете и то, что стоит за *f*: в силе заключен рев *ускоряющегося* двигателя, противопоставленный *недвижной массе* валуна.

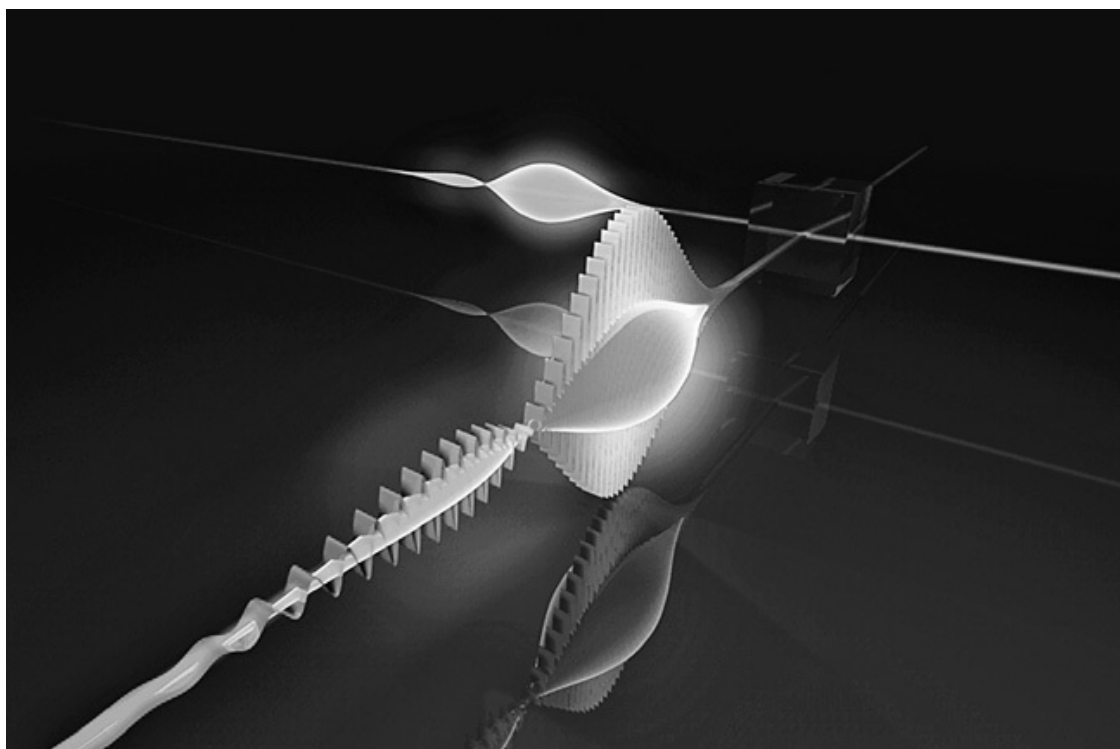
Давайте немного разовьем эту идею. Термин «работа» (work) в физике связан с энергией. Мы делаем *работу* (т. е. тратим энергию), когда толкаем (с *силой*) что-нибудь на некоторое *расстояние* (*distance*). В формуле  $w = f \times d$  этот принцип отражен с поэтической простотой. Как только мы видим букву, обозначающую работу, можно попытаться мысленно увидеть (и даже почувствовать телом) то, что стоит за этим понятием. И мы можем наконец оценить поэзию уравнений, записанных вот так:

$$w$$
$$w = f \times d$$
$$w = (ma) \times d$$

Иными словами, у символов и уравнений есть скрытый уровень текста – смысл, который становится ясен только после того, как вы усвоили соответствующее понятие. Ученые редко употребляют слово «поэзия», но они часто считают уравнения формой поэзии, стенографическим способом кодирования того, что они пытаются увидеть и понять. Наблюдательные люди знают, что стихи могут иметь много возможных смыслов. Студенты, приобретая опыт, постепенно учатся мысленно видеть скрытые смыслы уравнений и даже интуитивно чувствовать разные их трактовки. Графики, таблицы и другие визуальные средства представления информации также содержат скрытый смысл, который зачастую наиболее явно виден именно мысленным взором.

## Упрощайте и одушевляйте изучаемое

Сейчас мы уже лучше знаем, каким образом можно представлять себе идеи, лежащие в основе уравнений. **При изучении математики и естественных наук одно из самых важных действий – мысленно оживить абстрактные идеи.** Сантьяго Рамон-и-Кахаль, например, относился к видимому под микроскопом как к картинам из жизни живых существ, способных надеяться и мечтать, как и люди<sup>[219]</sup>. Друг и коллега Рамон-и-Кахаля, сэр Чарльз Шеррингтон, введший в оборот слово «синапс», говорил друзьям, что никогда не встречал другого ученого, способного с такой же страстью вдохнуть жизнь в свою работу. Шеррингтон даже задавался вопросом, не эта ли способность стала главной причиной успеха Рамон-и-Кахаля.



Эйнштейн был способен вообразить себя фотоном<sup>[220]</sup>. Мы можем примерно представить себе то, что он видел, по этому рисунку – так итальянский физик Марко Беллини представляет себе лазерную вспышку (на переднем плане), которая применяется для определения формы одиночного фотона (на заднем плане).

Теория относительности Эйнштейна возникла не в силу его математических навыков (он часто вынужден был прибегать к сотрудничеству с математиками, чтобы продвинуться в своих исследованиях), а благодаря его воображению. Он думал о себе как о фотоне, летящем со скоростью света, а затем представлял, как его может воспринимать другой фотон. С чего бы второму фотону уметь видеть и чувствовать?

Барбара Макклинтон, награжденная Нобелевской премией за открытие мобильных генетических элементов («прыгающих генов», которые могут менять свое место в цепочке ДНК), однажды писала о том, как она воображала себе кукурузу, которую изучала: «Я даже видела внутреннюю часть хромосом – там все было на месте. К своему удивлению, я чувствовала себя так, будто и вправду там нахожусь, а вокруг друзья»<sup>[221]</sup>.



Первопроходец в генетике, Барбара Макклинток рисовала в воображении гигантскую версию молекулярных элементов, которые изучала. Как и другие нобелевские лауреаты, она одушевляла – и даже сделала своими друзьями – изучаемые элементы.

Такой подход может показаться странным – зачем разыгрывать мысленный спектакль и воображать элементы и механизмы изучаемых явлений в виде живых существ с мыслями и чувствами? Однако такой подход полезен как метод – он вызывает к жизни изучаемые элементы и помогает вам увидеть и понять те феномены, которые вы не смогли бы интуитивно почувствовать, глядя на сухие цифры и формулы.

Упрощение – тоже важный фактор. Ричард Фейнман (тот самый физик, который играет на сдвоенном барабане, мы уже встречались с ним в этой главе) просил ученых, занимающихся естественными науками и математикой, объяснить свои научные идеи простым языком, так чтобы они были ему понятны. Удивительно, что почти любые явления и термины, даже самые сложные, можно объяснить доступным способом. Если пытаться разложить сложный материал на отдельные ключевые элементы и дать им простые объяснения, в результате вы поймете материал намного лучше<sup>[222]</sup>. Эксперт по вопросам обучения Скотт Янг на основе этого подхода разработал метод, который он назвал «методом Фейнмана» и который предполагает, что для лучшего понимания сути какой-либо идеи нужно найти простую метафору или аналогию<sup>[223]</sup>.

Легендарный Чарльз Дарвин делал почти то же самое. Стараясь прояснить ту или иную концепцию, он представлял, будто в его кабинет кто-то вошел. Он откладывал перо и пытался объяснить воображаемому собеседнику свою идею самыми простыми словами – так он находил способ, которым можно описать это явление в публикациях. Следуя схожему принципу, сайт Reddit.com открыл у себя раздел «Объясните мне так, будто я пятилетний»,

где любой может разместить пост с просьбой объяснить сложное понятие или явление простыми словами<sup>[224]</sup>.

Может показаться, будто для объяснения предмета нужно его понимать. Однако понаблюдайте за тем, как вы беседуете с людьми об изучаемых вами дисциплинах. К своему удивлению, вы обнаружите, что ситуация, когда понимание приходит *в результате* попыток объяснить что-то себе или другим, встречается гораздо чаще ситуаций, когда объяснение обусловлено пониманием. Потому-то преподаватели так часто говорят, что впервые постигли материал лишь тогда, когда им пришлось его преподавать.

## Приятно познакомиться

«Изучать органическую химию не более сложно, чем знакомиться с новыми персонажами. У каждого элемента – свой нрав. Чем больше вы понимаете этот нрав, тем лучше вы понимаете условия, в которых они взаимодействуют, и предвидите итог их реакций».

*Кэтлин Нолта, доктор наук, старший преподаватель химии и лауреат премии Golden Apple за отличное преподавание в Мичиганском университете*

## ВАША ПОПЫТКА!

### Театр в голове

Вообразите себя в царстве изучаемых вами явлений – посмотрите на мир с точки зрения клетки, или электрона, или даже математического понятия. Попробуйте мысленно разыграть пьесу с новыми друзьями – как они будут себя чувствовать и что будут делать?

## Перенос – применение изученного к новым контекстам

Перенос – это способность применить то, что вы изучаете, в новом контексте. Например, можно выучить один иностранный язык и затем обнаружить, что второй вам дается легче первого. Это потому, что с первым языком вы приобрели общие навыки изучения иностранных языков, а возможно, еще и знание схожих слов и грамматических структур – и все это было *перенесено* в процесс изучения второго языка<sup>[225]</sup>.

Изучение математики применительно только к одной области (бухгалтерскому делу, машиностроению, экономике) – почти то же самое, что отказ от изучения иностранного языка: вы окажетесь на всю жизнь привязаны к одному языку и разве что увеличите свой словарный запас. Многие математики считают, что изучать математику исключительно в рамках одной области знаний – прямой путь к менее гибкому и творческому овладению этим предметом.

Математики также полагают, что, если вы изучаете математику, основываясь на абстрактных, организованных в порции информации смыслах и не имея в виду никакой конкретной области применения, вы овладеваете навыками, которые могут легко переноситься в самые разные сферы профессиональной деятельности. Иными словами, вы овладеваете эквивалентом общих навыков изучения иностранных языков. Например, вы можете быть студентом-физиком, но использовать знания общей математики для понимания того, каким образом некоторые аспекты математики могут быть использованы в биологических, финансовых и даже психологических процессах.

Это одна из причин, почему математики любят преподавать математику абстрактную, не связанную с какой-либо наукой или практикой. Они стремятся показать учащимся суть понятий и тем самым облегчить перенос идей в другие сферы<sup>[226]</sup>. Это примерно как если бы учитель не заставлял вас учить конкретную фразу «Я бегу» на албанском, литовском или исландском языке, а рассказал вам о том, что существует часть речи под названием «глагол» и что глаголы спрягаются.

Проблема состоит в том, что часто бывает куда легче понять математический принцип, если он применен к конкретной задаче, – пусть даже в будущем это осложнит его перенос в другие области. Неудивительно поэтому, что между приверженцами прикладного и абстрактного подходов к обучению математике существуют постоянные трения. Математики пытаются не сдавать позиции и настаивают на том, что абстрактный подход принципиален для процесса обучения. Напротив, преподаватели, обучающие будущих инженеров-машиностроителей, предпринимателей и пр., естественным образом тяготеют к преподаванию математики с упором на конкретные области применения, что позволяет им привлечь студентов и избавиться от необходимости отвечать на их жалобные вопросы типа «Мне это когда-нибудь пригодится?». Кроме того, курс математики, предназначенный для обучения конкретной сфере деятельности, предполагает решение текстовых задач «из реальной жизни», которые представляют собой всего лишь слегка замаскированные математические уравнения. Как у прикладного, так и у абстрактного подхода есть свои достоинства и недостатки.

Перенос благоприятен в том отношении, что он часто облегчает процесс овладения учебным материалом. Джейсон Дечант, преподаватель Питсбургского университета, замечает: «Я всегда говорю студентам, что в ходе занятий им придется учить все меньше, но они мне не верят. На самом деле они изучают все больше и больше, просто со временем им легче удается соединять знания в цельную картину».

Одна из самых серьезных проблем прокрастинации – постоянное отвлечение на телефон, проверку сообщений электронной почты и пр. – состоит в том, что привычное отклады-

вание дел на потом отрицательно влияет на перенос. Студенты, постоянно отвлекающиеся от работы, не только получают более поверхностные знания, но и оказываются не способны легко перенести то небольшое, чему они научились, в другие сферы<sup>[227]</sup>. Оправдываться тем, что между телефонными звонками и электронными письмами вы усердно занимаетесь, не стоит: ваш мозг слишком недолго находится в сфокусированном состоянии, и ему не хватает времени на формирование надежных порций информации, которые принципиально важны для переноса идей из одной сферы в другую.

### **Перенос идей – действенное средство!**

«Я взял способы рыбалки, которые я применял на Великих озерах, и в нынешнем году попытался использовать их на Флорида-Киз. Совершенно другая рыба, другая приманка, никогда не применявшийся способ рыбной ловли – но в результате все получилось! Окружающие думали, что я сошел с ума; было так забавно показывать им, что я действительно поймал рыбу!»

*Патрик Скоггин, выпускной курс, изучает историю*

### **Обобщение**

• Уравнения – всего лишь способ абстрагировать и упростить понятия. Это значит, что уравнения обладают глубинным уровнем смысла, схожим с глубинным смыслом, присутствующим в поэзии.

• Ваш «внутренний взор» важен, поскольку он помогает разыгрывать сценки и одушевлять то, что вы изучаете.

• Перенос – это способность брать изучаемое и применять его в других контекстах.

• Понимание сути математических принципов – важная часть обучения, поскольку оно облегчает перенос и применение конкретного принципа в различные сферы.

• Заниматься посторонними вещами во время занятий – значит усваивать знания недостаточно глубоко, а это отрицательно влияет на способность к переносу изучаемого материала.

### **ОСТАНОВИТЕСЬ И ВСПОМНИТЕ**

**Закройте книгу и посмотрите в сторону. Каковы основные идеи этой главы? Можете ли вы увидеть своим «мысленным взором» некоторые из этих идей?**

### **Проверьте свои знания**

1. Напишите стихотворение-уравнение – несколько строк, передающих глубинный смысл стандартного уравнения.

2. Опишите в нескольких предложениях то, как некоторые изучаемые вами понятия могут быть зримо представлены в театральной пьесе. Каким образом, по-вашему, занятые в этой пьесе актеры должны чувствовать себя и взаимодействовать друг с другом?

3. Выберите усвоенное вами математическое понятие и взгляните на конкретный пример того, как это понятие применяется в жизни. Затем взгляните шире и попробуйте увидеть



абстрактную идею, лежащую в основе такого применения. Можете ли вы придумать принципиально другой способ использования того же понятия?

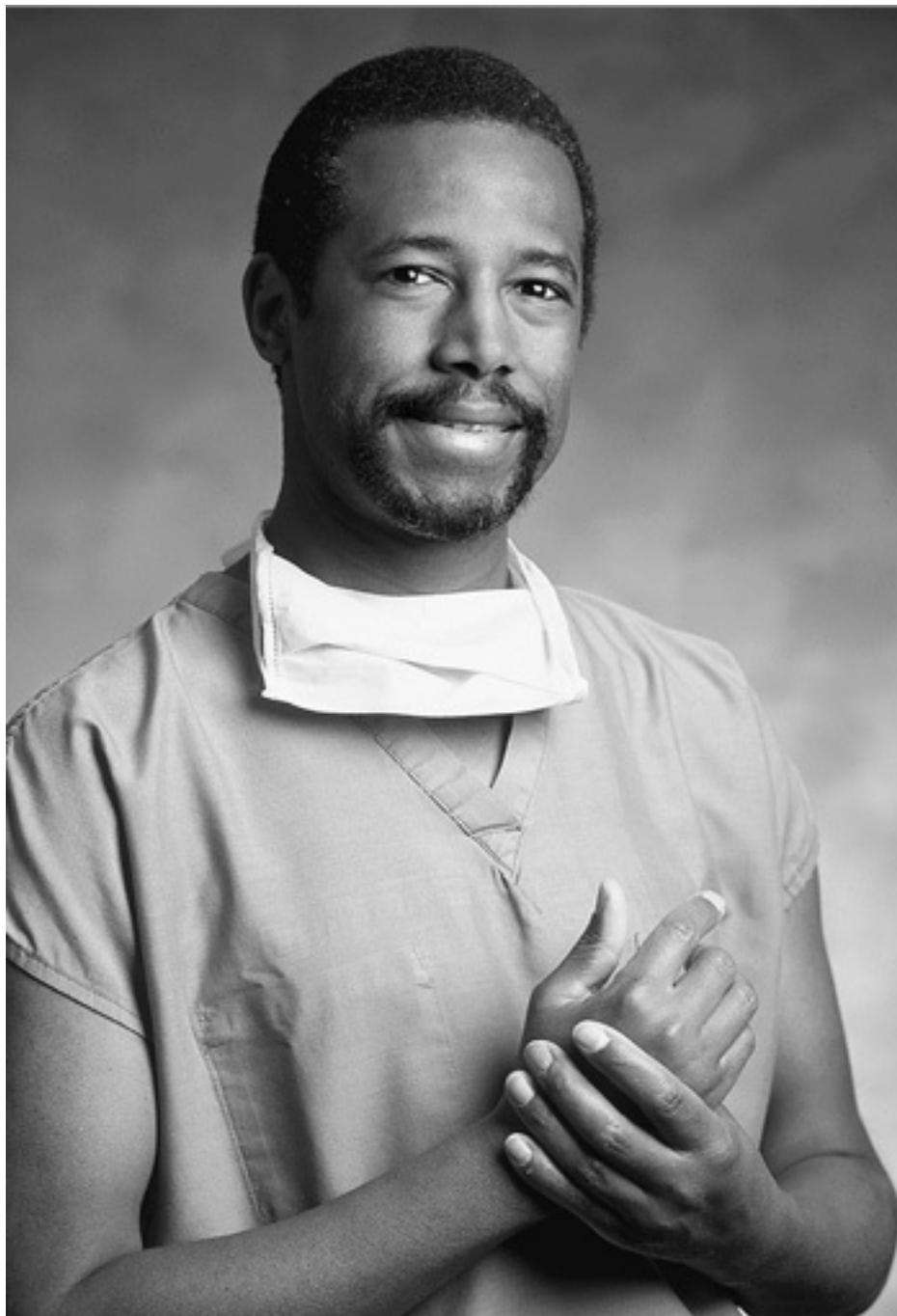
## 15. Мы в ответе за собственные знания

### Ценность самообучения

Люди, подобные Чарльзу Дарвину – автору теории эволюции и одному из самых влиятельных ученых в истории, – часто считаются прирожденными гениями. Однако Дарвин, как и Рамон-и-Кахаль, не был успешным студентом: он бросил университет, где изучал медицину, и пустился в кругосветное плавание в качестве натуралиста – к ужасу своего отца. Предоставленный сам себе, Дарвин получил возможность взглянуть на собираемые им данные свежим взглядом.

*Упорство* часто бывает важнее ума<sup>[228]</sup>. Поставить себе целью усвоить материал самостоятельно – уникальный путь к овладению знаниями. Как бы ни были хороши преподаватели и учебники, при самостоятельном изучении других книг и видеоматериалов вы начинаете понимать, что материал, усвоенный с помощью преподавателей и учебников, – это всего лишь часть общей трехмерной реальности изучаемого предмета, связанной с другими, еще неизвестными вам темами, к которым вы можете перейти в результате *собственного* выбора.

Овладевая знаниями в математике, технике и естественных науках, многие шли своим собственным путем – либо потому, что других путей не было, либо потому, что по разным причинам им пришлось отказаться от традиционного обучения. Исследования показывают, что студенты лучше всего учатся, когда они непосредственно вовлечены в учебную деятельность, а не тогда, когда они просто слушают чьи-то объяснения<sup>[229]</sup>. Главной составляющей здесь является способность конкретного студента самостоятельно справляться с материалом, иногда прибегая к содействию других студентов.



Нейрохирург Бен Карсон, награжденный Президентской медалью свободы за беспрецедентные хирургические инновации, когда-то проваливал экзамены и был на грани исключения с медицинского факультета. Карсон знал, что лучше всего ему учиться по книгам, а не по записям лекций. Неожиданно для других он перестал посещать лекции, тем самым освободив себе время на самостоятельное изучение предмета по книгам. Его оценки резко улучшились, а дальнейшее – уже история. (Имейте в виду, что такой метод подходит не всем, и если вы после этой заметки начнете лишь бесцельно пропускать занятия, то ничего не достигнете.)

Когда повзрослевший Сантьяго Рамон-и-Кахаль всерьез решил стать врачом, математика в колледже наводила на него ужас. В юности он никогда ее не учил и теперь не имел

даже минимальных знаний, так что для постижения основ предмета ему приходилось рыться в старых учебниках. Впрочем, теперь он получал знания более глубокие, поскольку перед ним была конкретная цель.

«Для новичка было бы отличным стимулом услышать от преподавателей не монологи о великих достижениях прошлого, ввергающие слушателя в трепет, а рассказы об истории каждого научного открытия, о предшествующих ему многочисленных ошибках и неудачах – такая информация, с точки зрения человеческого восприятия, необходима для более точного понимания сути открытия»<sup>[230]</sup>.

*Сантьяго Рамон-и-Кахаль*

Изобретатель и писатель Уильям Камквамба, родившийся в 1987 г. в Африке, из-за бедности не мог посещать школу. Он занялся самообразованием и начал ходить в деревенскую библиотеку, где наткнулся на книгу под названием «Использование энергии» (Using Energy). Но 15-летний Уильям не просто ее прочел: книга стала для него стимулом к активному обучению, и он построил собственную мельницу. Соседи звали его *misala* – сумасшедший, однако именно его мельница положила начало получению электроэнергии и строительству водопровода в деревне и стала толчком к развитию технологических инноваций в Африке<sup>[231]</sup>.

Американский нейробиолог и фармаколог Кендес Перт получила отличное образование и защитила докторскую степень по фармакологии в Университете Джонса Хопкинса. Однако один из стимулов, приведших к последующему успеху, был довольно необычным. Перед поступлением в медицинскую школу она во время верховой езды получила травму спины, все лето прошло в лечении<sup>[232]</sup>. Этот личный опыт, связанный с болью и приемом болеутоляющих препаратов, стал определяющим для ее научных исследований. Несмотря на возражения научного руководителя, она продолжала исследования. Одно из первых ее ключевых открытий было связано с опиоидными рецепторами и стало важным шагом на пути к пониманию природы наркозависимости.

Школа и высшие учебные заведения – не единственный способ учиться. Некоторые из самых влиятельных и знаменитых людей нашего времени – Билл Гейтс, Ларри Эллисон, Майкл Делл, Марк Цукерберг, Джеймс Кэмерон, Стив Джобс и Стив Возняк – не доучились в колледже. Мы и в дальнейшем будем свидетелями потрясающих открытий, сделанных людьми, которые способны соединить лучшие черты как традиционного, так и нетрадиционного обучения с самообразованием.

Принять на себя ответственность за собственные знания – одно из главных деяний, на которые вы способны. Ориентированные на преподавателя подходы – когда преподаватель считается единственной фигурой, способной дать ответы на ваши вопросы, – порой провоцируют в студентах чувство собственной беспомощности<sup>[233]</sup>. Как ни удивительно, системы оценки преподавательской квалификации тоже могут привести к ощущению беспомощности: ведь при этом у вас есть соблазн свалить свой неуспех на преподавателя, якобы неспособного дать вам нужные знания или мотивацию<sup>[234]</sup>. Зато студентоориентированные подходы, когда учащимся предлагается делиться опытом друг с другом и овладевать материалом самостоятельно, являются чрезвычайно мощным средством обучения.

## Цените хороших преподавателей

В будущем вам наверняка удастся повстречать талантливых учителей и преподавателей. Не упускайте эту счастливую возможность. Научитесь при общении с ними не застревать на фазе поглощения информации: заставьте себя раскрыть рот и начать задавать вопросы – четкие и по делу. Чем больше вопросов вы будете задавать, тем легче вам станет спрашивать в дальнейшем и тем больше вы получите пользы – такой, на какую и не надеялись: подчас простая фраза опытного преподавателя способна изменить вашу судьбу. Не забывайте благодарить тех, кто вам помогает: им важно знать, что их помощь для вас значима.

Однако постарайтесь не заработать себе репутацию «прилипчивого студента». Если преподаватель добр, к нему часто тянутся жаждущие общения студенты, которых больше интересует лестное внимание со стороны преподавателя, чем ответы на задаваемые вопросы. Если отзывчивый преподаватель будет отвечать на все вопросы таких учащихся, он рискует попросту «перегореть».

Не попадайтесь и в другую ловушку – когда вы, будучи *уверены* в правильности вашего ответа, вынуждаете преподавателя вникать в каждый поворот вашей логики, хотя изначально ясно, что ваша версия неверна. Время от времени вы можете оказаться правы, однако для многих преподавателей, особенно на продвинутых уровнях обучения математике и естественным наукам, попытки анализировать извращенные, ошибочные ходы в решении задачи – неблагодарное и болезненное испытание, как слушание фальшивого исполнения музыкальной пьесы. В таких случаях обычно лучше подступить к задаче заново и прислушаться к рекомендациям преподавателя. Когда вы наконец поймете ответ, можете вернуться к своим прежним рассуждениям и определить, где вы ошиблись (при этом вас может настигнуть тошнотворное чувство, что изъяны ваших прежних выкладок с трудом описываются словами). Хорошие преподаватели – обычно люди занятые, не тратьте их время понапрасну.

Истинно талантливые преподаватели обычно подают материал как простой и одновременно глубокий, дают студентам возможность учиться друг у друга и поощряют самостоятельные занятия. Например, Селсо Баталья, известный преподаватель физики в Колледже Эвергрин Вэлли, организовал студенческий клуб, девиз которого – «Как научиться учиться». Многие другие преподаватели также прибегают к «активным» и «совместным» методам обучения в классе, тем самым поощряя студентов к динамичному взаимодействию с изучаемым материалом и друг с другом<sup>[235]</sup>.

За все эти годы меня неизменно удивляло одно. Многие прекрасные преподаватели говорили мне, что в молодости были слишком робкими, боялись говорить на публике и считали себя недостаточно умными для преподавательской работы. Впоследствии они сами изумлялись тому, что качества, которые они считали недостатками, помогли им стать вдумчивыми, внимательными, творческими преподавателями. Интроверсия давала им возможность более внимательно и чутко относиться к другим, а опыт прошлых неудач учил их терпению и удерживал от соблазна вести себя как надменные всезнайки.

## **Еще одна причина для самостоятельных занятий – нестандартные тесты**

Давайте вернемся в мир традиционного образования – в старшие классы и колледжи, где вашему успеху могут помочь некоторые инсайдерские знания. У преподавателей математики и естественных наук есть один секрет: вопросы для контрольных и экзаменов они часто берут из книг, которых *нет* в списке рекомендованной для обучения литературы. Как бы то ни было, каждый семестр придумывать новые вопросы тяжело. Это значит, что вопросы могут слегка отличаться ракурсом или терминологией, что способно сбить вас с толку, даже если вы хорошо ориентируетесь в учебнике и конспектах лекций. В результате вы можете заподозрить, что у вас нет способностей к математике и точным наукам, хотя на деле достаточно просто взглянуть на материал под другим углом зрения – иначе, чем на занятиях в течение семестра.

## Берегитесь «интеллектуальных снайперов»

Сантьяго Рамон-и-Кахаль глубоко понимал не только то, как заниматься наукой, но и то, как люди друг с другом взаимодействуют. Он предупреждал всех, кто учится: *с вами рядом всегда будут люди, которые вас критикуют или стараются принизить любые ваши успехи и достижения*. Такое случается со всеми, не только с нобелевскими лауреатами. Если вы успешны в овладении знаниями, окружающие воспринимают это как угрозу. Чем больше у вас заслуг, тем больше нападков вам придется отражать, тем больше людей захотят объявить ваши успехи не такими уж важными.

Вместе с тем если вы провалили экзамен, то у вас и в этом случае найдутся критики, язвительно утверждающие, что вам незачем браться не за свое дело. Помните: неуспех не так уж страшен. Главное – понять свои ошибки и не повторять их в будущем. Неудачи учат нас лучше, чем успехи, поскольку заставляют пересмотреть подход.

Некоторые студенты, не умеющие быстро схватывать новый материал, не справляются с математикой и естественными науками потому, что не понимают тех принципов, которые остальные принимают как очевидное. Такие студенты, к сожалению, часто считают себя не очень умными, но в действительности более медленное мышление позволяет им видеть тонкости, в которых могут запутаться остальные. Этим учащимся можно сравнить с путешественником, который замечает запах сосны и мелкие тропки грызунов в лесу, в отличие от самозабвенного автомобилиста, пролетающего мимо на скорости 150 км/ч. К сожалению, некоторые преподаватели опасаются обманчиво простых вопросов, задаваемых этими якобы студентами-тугодумами, и, вместо того чтобы признать их исключительную восприимчивость, дают им резкую отповедь, сводящуюся к указанию «Делай как сказано, бери пример с остальных». Те в ответ чувствуют себя глупцами и только больше запутываются в материале. (Не забывайте: преподаватели иногда могут не различать, то ли студент хорошо усваивает материал, то ли, наоборот, не может разобраться в простейших вещах. Так и меня учителя плохо понимали в колледже из-за моего вызывающего поведения.)

В любом случае не отчаивайтесь, если выясните, что не получается постигнуть «очевидного». Попросите помощи у сокурсников или загляните в Интернет. Бывает полезно обратиться к другому преподавателю (если о нем хорошо отзываются) из тех, кто преподает на вашем потоке. Такие преподаватели часто способны понять ваши затруднения и бывают склонны помочь, если только вы не попытаетесь повиснуть на них слишком тяжелым грузом. Всегда напоминайте себе, что это лишь временное положение дел и любые обстоятельства можно преодолеть, даже если в определенный момент кажется иначе.

Когда вы начнете работать, то обнаружите, что многие ваши коллеги больше заинтересованы в том, чтобы покрасоваться на публике с собственными идеями и укрепить собственную репутацию, а не в том, чтобы помочь вам. Нелишне провести четкую границу между, с одной стороны, своей готовностью принять конструктивную критику и, с другой, неприятием неконструктивных и недоброжелательных замечаний. Если вы вдруг стали объектом критики и вас захлестывают эмоции или уверенность в собственной правоте, это может быть знаком того, что вы правы, однако в противном (и более вероятном, судя по эмоциям) случае это лишь указание на то, что вам лучше пересмотреть свою точку зрения и отнестись к ней более объективно.

Нам часто говорят, что эмпатия всегда благотворна, однако это не так<sup>[236]</sup>. Умение переключаться на бесстрастное состояние может быть полезно не только для того, чтобы лучше сконцентрироваться на материале в ходе занятий, но и для того, чтобы держать на расстоянии сослуживцев, пытающихся нанести удар по вашей репутации. Такое, к сожалению, часто случается, поскольку люди склонны не только сотрудничать, но и конкурировать. В молодом

сти бесстрашие может быть труднодостижимо: мы обычно с восторгом относимся к работе и с удовольствием верим в то, будто со всеми можно поладить и каждый человек желает нам только лучшего.

Подобно Рамон-и-Кахалю, вы можете гордиться тем, что стремитесь к успеху именно по той причине, которая побуждает других говорить, будто успех вам недоступен. **Гордитесь тем, кто вы есть, особенно теми качествами, которые отличают вас от толпы, и считайте их своим талисманом на пути к успеху.** Пусть природное упрямство поможет вам не придавать значения предвзятому мнению о вас.

## **ВАША ПОПЫТКА!**

### **Как важно понимать ценность «плохого»**

Выберите свойство характера, обычно считающееся «плохим», и опишите, каким образом оно может помочь вам учиться или мыслить творчески и независимо. Можете ли вы придумать способы уменьшить отрицательное влияние этой черты и усилить ее положительные аспекты?

## **Обобщение**

- Самообразование – один из самых полезных и высокоэффективных способов обучения, поскольку оно усиливает способность мыслить независимо и помогает отвечать на нестандартные вопросы, которые преподаватели порой задают на экзаменах.

- Упорство при изучении материала часто более важно, чем ум.

- Научитесь заговаривать с людьми, которыми вы восхищаетесь. Тем самым вы можете обрести мудрых наставников, которые одной простой фразой способны изменить ход вашей жизни. Однако не отнимайте у них лишнее время.

- Если вам не даются основы изучаемого предмета – не отчаивайтесь. Медленно соображающие студенты, к общему удивлению, часто усваивают фундаментальные знания лучше, чем их более понятливые сокурсники. Когда вы наконец покорите текущий уровень знаний, вам откроется путь к более глубинным уровням.

- Люди склонны не только сотрудничать, но и конкурировать. Всегда найдутся те, кто будет вас критиковать или принижать ваши успехи. Научитесь относиться к таким ситуациям бесстрастно.

## **ОСТАНОВИТЕСЬ И ВСПОМНИТЕ**

**Закройте книгу и отведите от нее взгляд. Каковы главные идеи этой главы? Какая из них главная – или все они одинаково важны?**

## **Проверьте свои знания**

1. Каковы достоинства и недостатки самообразования, предполагающего, что вы не следуете формальной программе или учебному плану?

2. Найдите в Интернете список автодидактов. Кому из них вы хотели бы подражать? Почему?



3. Выберите среди своих знакомых (т. е. не среди знаменитостей) человека, которым вы восхищаетесь, но с которым никогда не говорили. Придумайте, как с ним встретиться и представиться ему, а затем воплотите этот план в жизнь.

### Научный обозреватель *The New York Times* Николас Уэйд о независимом уме



Николас Уэйд пишет статьи в научный раздел газеты *The New York Times*. Известный своим независимым мышлением журналист говорит, что унаследовал это качество от своего деда – одного из немногих, кто спасся при крушении «Титаника». Когда большинство пассажиров судна поверили в слухи и перешли на левый борт, дед Уэйда прислушался к собственной интуиции и намеренно отошел в противоположную сторону – к правому борту.

Николас рассказывает, какие книги об ученых, занимавшихся естественными науками и математикой, он считает интересными.

«Роберт Канигел “Человек, который познал бесконечность. Жизнь гения Рамануджана” (*The Man Who Knew Infinity: A Life of the Genius Ramanujan*). Книга о невероятном профессиональном взлете индийского гения-математика Сринивасы Рамануджана и его друга, английского математика Годфри Харди. Мой любимый эпизод – вот этот:

“Однажды Харди ехал на такси из Лондона и запомнил номер автомобиля – 1729. Вероятно, номер на какое-то время занял его мысли, потому что Харди, войдя в комнату Рамануджана, едва поздоровался и сразу разразился негодованием по поводу того, какое это ”скучное” число, и выразил надежду, что оно не послужит дурной приметой.

– Нет, Харди, – ответил Рамануджан. – Это очень интересное число. Наименьшее из чисел, которые можно разными способами представить как сумму двух кубических степеней”.

Наполеон Шэгнен “Благородные дикари”. Прекрасно написанная приключенческая книга посвящена тому, что значит выживать и добиваться успеха в совершенно чуждой культуре. По первой профессии Шэгнен инженер, его научные исследования изрядно повлияли на наши представления о путях развития культур.

Эрик Темпл Белл “Творцы математики”. Старая классическая книга, от которой сложно оторваться тем, кого интересует образ мышления нестандартных людей. Разве можно забыть гениального и обреченного Эвариста Галуа, который в ночь перед неминуемой смертью «лихорадочно набрасывал завещание, пытаясь ухватить остатки отведенного ему времени и записать хотя бы обрывки гениальных идей, роившихся в мозгу в преддверии смерти? Раз за разом он прерывал записи, царапая на полях “Нет времени, нет времени”, и переходил к следующему лихорадочному наброску очередной идеи». Сказать по правде, это одна из очень немногих историй, в которой профессор Белл, возможно, допустил преувеличение, хотя Галуа действительно провел последний вечер перед смертью за окончательной шлифовкой труда всей его жизни. Однако эта блестящая книга дала вдохновение целым поколениям как мужчин, так и женщин».

## 16. Как избежать излишней уверенности Достоинства работы в команде

Фреду приходилось туго, у него не двигалась левая рука. Неудивительно, ведь месяц назад он перенес тяжелейший инсульт, пока распевал под душем. Правое полушарие мозга контролирует левую сторону тела, поэтому левая рука Фреда теперь оказалась совершенно безжизненна.

Истинная же сложность была еще серьезнее. Хотя левой рукой Фред двигать не мог, он настойчиво утверждал – *и искренне верил*, – что рука двигается. Порой он объяснял неподвижность руки крайней усталостью или заявлял, что рука шевельнулась, когда никто не видел. Он даже исподтишка сдвигал левую руку правой, а затем громко объявлял, что рука действует сама по себе.

К счастью, через несколько месяцев левая рука Фреда постепенно восстановила свою функцию. Вместе с врачом Фред смеялся над былыми попытками обманом убедить себя, будто рука двигалась в первые же недели после инсульта, и радостно говорил о возвращении к работе бухгалтера.

Однако по некоторым признакам было ясно, что Фред изменился. Прежний Фред был заботливым и внимательным, новый же – стал догматичным и самоуверенным.

Были и другие перемены. Прежде Фред жить не мог без розыгрышей, а теперь он лишь непонимающе кивал в ответ на чужие шутки. Его умение правильно выбирать объект для инвестиций тоже исчезло, осторожность сменилась наивным оптимизмом и чрезмерной уверенностью.

Хуже того, Фред сделался эмоционально нечувствительным. Он попытался продать автомобиль жены без ее разрешения и был удивлен, когда та расстроилась. Когда умерла старая собака, долго прожившая в семье, он спокойно грыз попкорн и наблюдал за горящей женой и детьми так, будто смотрел сцену из фильма.

Эти перемены было трудно понять еще и потому, что Фред сохранил разум и даже прежние блестящие способности к счету. Он умел, как и раньше, быстро составлять отчеты о прибылях и убытках и решать сложные алгебраические задачи. Однако при этом наблюдалась интересная аномалия: если Фред ошибался в подсчетах и получалась бессмыслица (например, лоток по торговле хот-догами терпел убыток в миллиард долларов) – он ее не замечал: видение общей картины не подсказывало ему остановиться и заподозрить, что ответ получился абсурдным.

Выяснилось, что Фред был типичной жертвой «расстройства восприятия общей картины в результате поражения правого полушария мозга»<sup>[237]</sup>. Из-за инсульта отключились большие участки правого полушария – мозг Фреда работал, но только частично, и он лишился возможности смотреть на происходящее со всех точек зрения.



Стрелка на этом снимке, полученном с помощью метода компьютерной томографии, указывает на затененный участок мозга, поврежденный в результате инсульта правого полушария.

К некоторым – ложным и искусственным – теориям о правополушарной и левополушарной деятельности лучше относиться с осторожностью, однако не нужно выплескивать с водой ребенка и игнорировать проводимые по всему миру исследования, позволившие нам узнать много интересного о разнице полушарий<sup>[238]</sup>. История Фреда напоминает об опасности *неиспользования* когнитивных способностей, связанных со многими участками мозга. Частичное неиспользование способностей не так разрушительно для нас, как для Фреда, однако даже легкое пренебрежение некоторыми из них может негативно сказаться на нашей работе.

## Избегайте чрезмерной уверенности

Исследования дают массу свидетельств тому, что правое полушарие помогает отстраниться от конкретной цели и увидеть ее в общем ракурсе<sup>[239]</sup>. Людям с поврежденным правым полушарием часто несвойственна проникающая способность. Вот почему Фред не понимал соли шуток. Правое полушарие, как выясняется, жизненно необходимо для того, чтобы выбирать верный режим поведения и не терять связи с реальностью<sup>[240]</sup>.

**В ситуациях, когда вы быстро делаете домашнюю работу или решаете задачи на контрольной, не перепроверяя выполненного, вы поступаете в некотором смысле как человек, отказывающийся задействовать определенные участки мозга.** Вы не останавливаетесь, чтобы мысленно передохнуть и затем переосмыслить сделанное, имея в голове более широкую картину<sup>[241]</sup>. Как заметил однажды ведущий нейробиолог Вилейанур Рамачандран, правое полушарие служит неким подобием «адвоката дьявола, проверяющего статус-кво и ищущего общие нестыковки», в то время как «левое полушарие всегда упорно пытается держаться старых путей»<sup>[242]</sup>. Это перекликается с передовой работой психолога Майкла Газзаниги, который установил, что левое полушарие интерпретирует для нас окружающую жизнь и пойдет на многое, чтобы сохранить эти интерпретации неизменными<sup>[243]</sup>.

Когда вы работаете в сфокусированном режиме, в рассуждения и расчеты может легко вкратиться ошибка. Если вы в самом начале выберете неверную линию рассуждений, то дальнейшие шаги, правильные или нет, будут уже не важны: ответ в любом случае окажется неверным. Порой ошибки могут быть самыми смешными – как если бы при вычислении длины экватора получить результат «75 сантиметров». Однако такие бессмысленные ответы вас не смутят, ведь сфокусированное мышление, больше соотносящееся с левым полушарием, связано с желанием держаться за уже сделанное.

Такова проблема со сфокусированным, левополушарным режимом анализа. Он хорошо подходит для аналитического и оптимистично-уверенного подхода. Однако обширные данные исследований свидетельствуют, что при этом потенциально возможен догматизм, а также негибкие и эгоцентричные действия.

Когда вы совершенно уверены, что ваша домашняя работа или контрольная безупречна, – знайте, что это чувство может идти от излишней уверенности, частично зависящей от роли левого полушария. Когда отстраняетесь и перепроверяете, вы даете полушариям шанс взаимодействовать и используете свойства каждого из них к своей выгоде.

Люди, которым не дается математика, часто попадают в ловушку «математического бинго»: в рекомендациях преподавателя или учебника они отчаянно пытаются найти шаблон и подгоняют к нему решение математических уравнений. Способные же студенты перепроверяют свои работы на предмет наличия смысла и постоянно соотносят их с тем, какая формула что значит и откуда она берется.

«Главный принцип – не обманывайтесь, ведь обмануть себя очень просто»<sup>[244]</sup>.

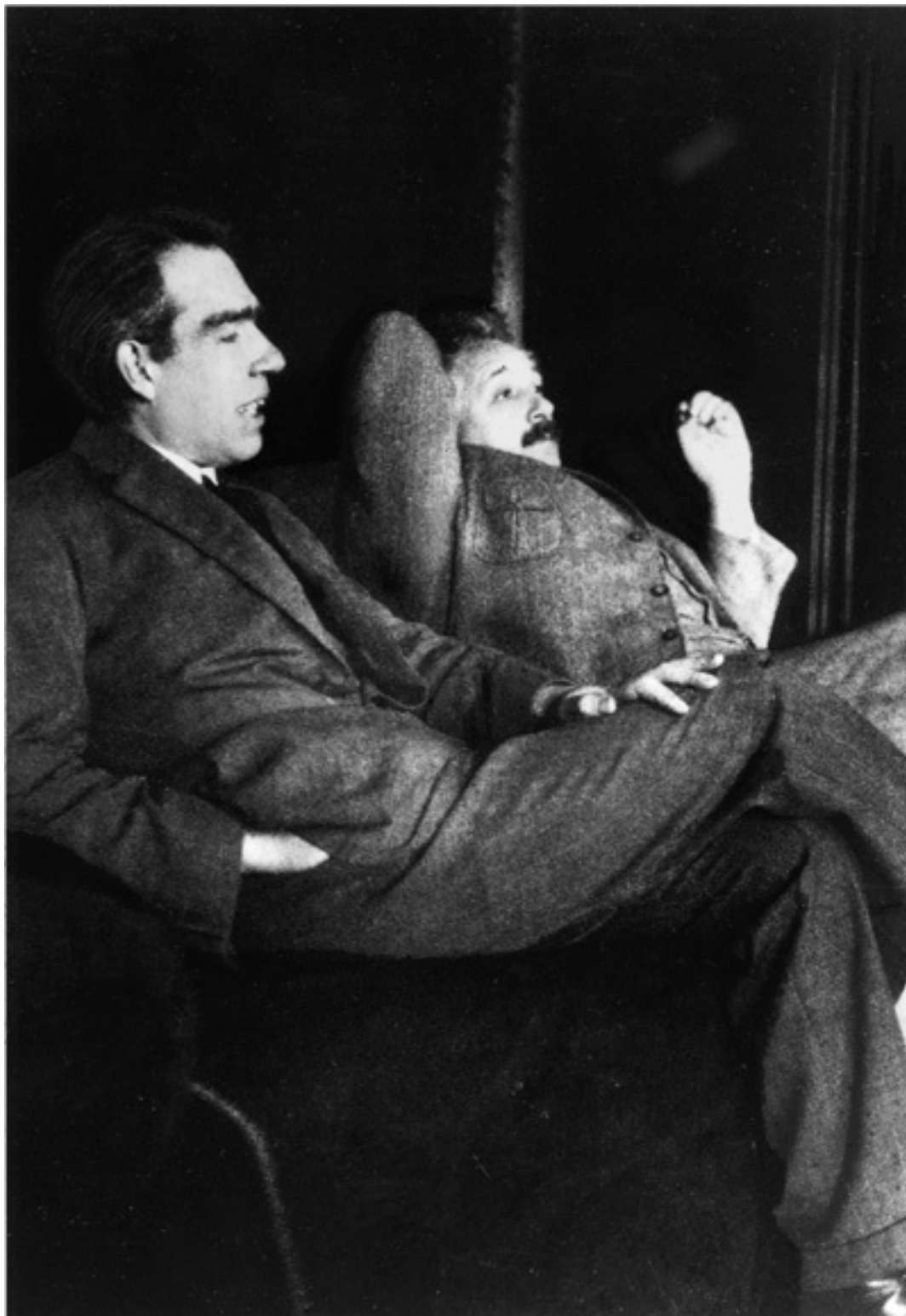
*Физик Ричард Фейнман советует, как не попасться на удочку псевдонауки, маскирующейся под науку*

## Польза от совместных мозговых штурмов

Во время Второй мировой войны Нильс Бор активно участвовал в так называемом Манхэттенском проекте – американской программе, нацеленной на создание ядерной бомбы раньше, чем ее создаст нацистская Германия. Он был одним из величайших физиков всех времен, и именно это позже мешало ему здраво рассуждать о физике. Бора настолько уважали как гения, создавшего квантовую теорию строения атома, что его мнение считалось неоспоримым. А это значило, что он больше не мог обсуждать с другими физические проблемы: какую бы идею – даже самую безрассудную – он ни предложил, остальные физики, работающие над бомбой, только ахали и относились к сказанному им как к священной истине.

Бор прибег к довольно интересному решению.

Ричард Фейнман, как выяснилось, обладал способностью не робеть в присутствии других: он просто занимался физикой независимо от известности и репутации тех, с кем ему приходилось работать, – и поэтому стал для Бора палочкой-выручалочкой. Фейнман в то время был всего лишь юнцом среди нескольких сотен выдающихся физиков, собранных в Лос-Аламосе, однако именно его Бор выбрал для обсуждения с глазу на глаз проблем, о которых впоследствии собирался говорить с остальными физиками. Почему? Фейнман был единственным, кто не боялся Бора и мог заявить ему, что некоторые его идеи – чепуха<sup>[245]</sup>.



Нильс Бор и Альберт Эйнштейн, 1925 г.

Бор знал, что мозговые штурмы и коллективные обсуждения (когда все участники в достаточной мере компетентны) – полезный опыт: одних собственных сил (пусть и в обоих режимах мышления, и с использованием обоих полушарий мозга) может оказаться недостаточно для анализа собственной работы. У каждого есть слепые пятна, и обманчиво энергичное сфокусированное мышление не всегда позволяет замечать ошибки, особенно собственные<sup>[246]</sup>. Хуже того, даже сама уверенность в том, что вы ничего не упустили, может быть

ложной (таковы случаи, когда вы, к своему ужасу, обнаруживаете, что провалили тест, хотя были уверены, что отлично выполнили все задания).

Если вы возьмете себе за правило время от времени изучать материал вместе с друзьями, вам будет проще увидеть, где вы недорабатываете. Как друзья, так и товарищи по команде могут служить неким вариантом широкомасштабного рассеянного мышления, которое находится за пределами вашего мозга и не устает задавать вопросы и отслеживать пробелы в ваших знаниях – то, что вы пропустили, и даже то, чего вы сами не способны увидеть. И конечно же, объяснять материал друзьям – отличный способ лучше понять его самому.

Умение взаимодействовать с другими важно не только для освоения учебного материала, но и для будущей карьеры. Одна мелкая подсказка от товарища, рекомендующего вам послушать лекции конкретного преподавателя или не пропустить новую вакансию, может изменить вашу жизнь. Одна из наиболее цитируемых работ по социологии – «Сила слабых связей» (The Strength of Weak Ties) Марка Грановеттера показывает, каким образом количество знакомых – *а не близких друзей* – соотносится с возможностью доступа к новейшим данным и с вашим успехом в трудоустройстве<sup>[247]</sup>. Близкие друзья общаются в той же среде, что и вы. Знакомые же, например сокурсники, вращаются в других кругах, а это значит, что ваш доступ к «межличностному рассеянному состоянию за пределами вашего мозга» будет гораздо шире.

Хорошо, если ваши собраты по учебе выбирают – хотя бы иногда – критический наступательный подход. Исследования по командной креативности показали, что благостное общение, не содержащее оценочных суждений, *менее* продуктивно, чем такие виды взаимодействия, при которых критика позволена и даже является неотъемлемой частью процесса<sup>[248]</sup>. Если вам или кому-то из ваших товарищей по учебе кажется, что вы чего-то не понимаете, то важна возможность об этом сказать и без обид выяснить причины. Разумеется, незачем целыми днями говорить людям одни грубости, но слишком тщательная забота о «доброжелательной атмосфере», исключающей критику, на деле закрывает путь к конструктивному и креативному мышлению, поскольку заставляет думать об окружающих, а не об изучаемом материале. Берите пример с Фейнмана и всегда помните, что критика – ваша в адрес других или чужая в ваш адрес – касается не вас, а материала, который вы пытаетесь понять. Сходным образом многие часто не понимают, что конкуренция может быть полезна, хотя в действительности это интенсивная форма сотрудничества, выявляющая лучшее в людях.

Друзья, соратники по мозговым штурмам и товарищи по команде могут помочь и в другом смысле. В их глазах казаться незнающим не очень страшно, но выглядеть совсем уж идиотом вам точно не захочется, по крайней мере часто. Стало быть, занятия с друзьями могут стать для вас развитием навыков выступления перед публикой. Исследования показали, что такая публичная практика приучает быстро мыслить и демонстрировать адекватную реакцию в ситуациях стресса – например, на экзаменах или во время презентаций<sup>[249]</sup>. Польза от соратников по занятиям бывает и в случаях, когда обычные источники знаний оказываются ошибочными. Никакие учебники и преподаватели не застрахованы от ошибок, и в таких случаях именно друзья-соученики могут помочь распутать несоответствия и избавить вас от многих часов мучительных блужданий по ложным следам и попыток найти объяснения явно ошибочным утверждениям.

Впрочем, напоследок предупреждение. Группы по совместному изучению математики, естественных наук, инженерных и технических специальностей могут быть очень эффективны, однако если такие встречи становятся просто поводами посидеть и поболтать – пользы для учебы от этого не будет. Старайтесь избегать ненужных разговоров, не сбивайтесь с цели и доводите работу до конца<sup>[250]</sup>. Если вы обнаружите, что члены группы опаз-



дывают на 5–15 минут, не читают запланированный к встрече материал и норовят сбиться на посторонние темы – найдите себе другую компанию для совместных занятий.

### **Командная работа для интровертов**

«Я интроверт, мне не нравится работать с другими людьми. Однако в колледже (в 1980-х) мне не давались технические предметы, и я решил, что вторая пара глаз мне не помешает, хотя я все равно не хотел ни с кем общаться. Онлайн-чатов тогда не было, и мы оставляли друг другу записки на дверях наших комнат в общежитии. У нас с Джеффом, моим однокурсником, была особая система: если я писал «1) 1,7 м/с» – то это означало, что ответ на первую задачу из домашней работы – 1,7 м/с. Затем я возвращался из душа и видел ответ Джеффа: «Нет, 11 м/с». Я начинал перепроверять и обнаруживал ошибку, но теперь у меня выходило 8,45 м/с. Я шел к Джеффу, и мы яростно обсуждали решения (он при этом не снимал гитару с плеча). Затем мы возвращались каждый к своим занятиям, и я вдруг обнаруживал, что ответ на задачу – 9,37 м/с, и у него выходило то же самое. В итоге мы получали полностью готовую домашнюю работу. Как видите, даже для тех, кто не любит работать в команде, есть способы совместного обучения, требующие всего лишь минимального взаимодействия».

*Пол Блоуэрс, заслуженный профессор, обладатель звания «Выдающийся преподаватель», Университет Аризоны*

### **Обобщение**

- Сфокусированный режим не гарантирует отсутствие ошибок, хоть вы и будете уверены, что сделали все верно. Перепроверка даст более широкий взгляд на сделанное, поскольку она задействует другие нейронные процессы, позволяющие замечать недочеты.
- Работа с людьми, не боящимися выражать несогласие, может:
  - помочь увидеть ошибки в своих рассуждениях;
  - научить оперативно мыслить и реагировать в стрессовых ситуациях;
  - улучшить процесс получения знаний, поскольку, объясняя материал другим, вы сможете сами лучше понять его и закрепить собственные знания;
  - познакомить вас с людьми, важными для будущей карьеры, и направить на путь к лучшим возможностям.
- Критика во время учебы – ваша или в ваш адрес – не должна восприниматься как личные нападки. Критика – способ разобраться и понять.

### **ОСТАНОВИТЕСЬ И ВСПОМНИТЕ**

**Закройте книгу и отведите от нее взгляд. Каковы главные идеи этой главы? Попытайтесь вспомнить некоторые из них, когда вы будете проводить время с друзьями, – кроме прочего, это поможет вашим товарищам узнать, как ценно общение с вами!**

## Проверьте свои знания

1. Опишите ситуацию, когда вы были полностью в чем-то уверены, но оказались неправы. Подумайте об этом и более поздних схожих случаях – с большей ли готовностью вы принимаете сейчас критику от других?

2. Как можно сделать совместные занятия с сокурсниками более эффективными?

3. Как вы поступите, если обнаружите, что попали в группу, которая больше обсуждает не учебные предметы, а другие вопросы?

### Как эффективно учиться? Советы преподавателя физики Брэда Рота, члена Американского физического общества и одного из авторов книги «Физика в биологии и медицине» (Intermediate Physics For Medicine And Biology)



«На своих занятиях я всегда говорю: думайте и только потом начинайте решать. Мне чужд подход “навалиться и делать”, к которому прибегают многие студенты. Кроме того, я все время повторяю, что уравнения – не просто структуры, в которые нужно подставить цифры, чтобы получить другие цифры. Уравнения – объяснение того, как работает мир физических явлений. Для меня понять уравнение – значит увидеть лежащий за ним смысл. Качественное понимание уравнений более важно, чем количественные попытки получить правильные цифры.

Вот еще несколько советов:

1. Часто проверка работы занимает гораздо меньше времени, чем решение задачи. Будет досадно, если вы потратите 20 минут на задачу и в итоге решите ее неверно только потому, что пожалели две минуты на проверку.

2. Единицы измерения – ваши друзья. Если единицы по разные стороны знака равенства не совпадают, то уравнение неверно. Нельзя прибавлять секунды к метрам, это как прибавлять яблоки к камням: ничего съедобного из этого не выйдет. Если перепроверить работу и найти, где единицы измерения перестают совпадать, то, скорее всего, это и будет то место, где вы ошиблись. Такие случаи мне встречались даже в исследовательских статьях, которые я проверял по просьбе профессиональных журналов.

3. Думайте о смысле уравнения, чтобы математический результат совпадал с тем, что подсказывает интуиция. Если налицо расхождение, значит, ошибка либо в математике, либо в интуиции. В любом случае полезно будет выяснить причину несовпадения.

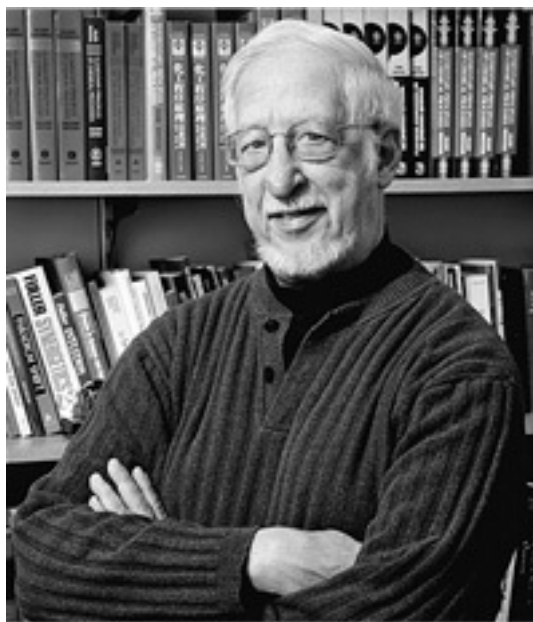
4. Совет для более опытных. В сложных уравнениях берите предельные случаи, где та или иная переменная переходит в ноль или бесконечность, и смотрите, помогает ли вам это понять смысл уравнения».

## 17. Экзамены и тесты

Мы уже об этом говорили, но стоит повторить: **тестирование – необычайно мощный опыт обучения**. Усилия, которые вы вкладываете в подготовку к экзаменам и тестам (включая предварительные тесты на знание материала и умение решать задачи), трудно переоценить. Если сравнить, чему вы обучаетесь за один час простых занятий и за один час проверки качества усвоения того же материала, то станет видно, что за час тестирования вы выучиваете гораздо больше. Проверка знаний – отличный способ сосредоточиться на предмете.

Практически все сказанное в этой книге было направлено на то, чтобы процесс сдачи тестов и экзаменов казался логичным и естественным продолжением обычного изучения материала. Теперь пора перейти к одному из центральных пунктов данной главы и всей книги – к списку контрольных вопросов, которые помогут вам увидеть, правильно ли продвигается ваша подготовка к экзаменам и тестам.

### Список контрольных вопросов для подготовки к экзаменам и тестам



Профессор Ричард Фелдер – легендарная фигура среди преподавателей технических наук: помогая студентам всего мира освоить математику и естественно-научные дисциплины, он сделал едва ли не больше, чем любой из других преподавателей<sup>[251]</sup>. Один из простейших и, возможно, самых эффективных способов Фелдера – заполнение памятки, которую профессор написал для студентов, недовольных своими оценками на экзаменах<sup>[252]</sup>.

«Многие из вас говорили своим преподавателям, что ваше знание предмета на самом деле заслуживает гораздо более высокой оценки, чем та, которую вам поставили. Некоторые из вас спрашивали, что делать, чтобы такого не произошло в следующий раз.

Позвольте мне задать вам несколько вопросов о том, как вы готовились. Отвечайте как можно честнее. Если у вас будет много ответов “нет”, то разочаровавшая вас оценка неудивительна. Если количество “нет” будет велико и после следующего теста или экзамена, то слишком низкая оценка на том экзамене будет еще менее удивительна. Если же на большинство вопросов вы ответили “да” и при этом получили низкую оценку – значит, дело в другом. Попробуйте встретиться с преподавателем или консультантом и выяснить причину.

Некоторые из вопросов предполагают, что вы выполняете домашние задания вместе с сокурсниками – либо сравниваете ответы, полученные каждым из вас самостоятельно, либо делаете задания совместно. Оба подхода хороши. Если бы вы занимались только самостоятельно и получали неудовлетворительные оценки, я бы усиленно рекомендовал вам до следующего экзамена найти одного-двух товарищей для совместных занятий и выполнения домашней работы. (Впрочем, будьте осторожны: если вы по большей части смотрите, как ваши товарищи приходят к правильным решениям, вы приносите себе больше вреда, чем пользы.)

Ответ на вопрос “Как мне готовиться к экзамену?” становится ясен, как только вы ответите на вопросы списка. Вам нужно делать все возможное, чтобы отвечать “да” на большинство вопросов.

### **Опросник для подготовки к тестам и экзаменам**

Отвечайте “да” только в том случае, если вы *всегда* совершали описываемые действия.

#### **Домашние задания**

Да  Нет 1. Усиленно ли вы старались понять материал? (Простые поиски готовых решений и примеров не считаются.)

Да  Нет 2. Работали ли вы над домашней работой вместе с сокурсниками? Или хотя бы сверяли свои решения с решениями других студентов?

Да  Нет 3. Пытались ли вы наметить ход решения задачи до того, как работать над ней с товарищами?

#### **Подготовка к тестам и экзаменам**

Чем больше у вас будет ответов “да”, тем лучше вы подготовились. Если вы ответили “нет” два раза или больше, серьезно подумайте над тем, чтобы изменить методику подготовки к экзаменам.

Да  Нет 4. Принимали ли вы активное участие в групповых обсуждениях домашних заданий (предлагали идеи, задавали вопросы)?

Да  Нет 5. Консультировались ли вы с преподавателем или его ассистентами в случае возникновения затруднений при изучении материала?

Да  Нет 6. Понимали ли вы *все* решения задач, когда вам давали домашнее задание, содержащее аналогичные задачи?

Да  Нет 7. Просили ли вы на занятиях в классе объяснить вам то, что было непонятно при решении домашних задач?

Да  Нет 8. Если у вас был список вопросов и примерных задач к экзамену, тщательно ли вы его изучили до экзамена и были ли убеждены, что можете справиться со всеми перечисленными там вопросами?

Да  Нет 9. Пытались ли вы быстро наметить ход решения задач без траты времени на уточнение формул и подсчеты?

Да  Нет 10. Часто ли вы со своими товарищами возвращались к списку вопросов и примерных задач и задавали друг другу вопросы по теме?

Да  Нет 11. Если перед экзаменом преподаватели проводили консультации, присутствовали ли вы на них и задавали ли вопросы о том, чего не знали?

Да  Нет 12. Сносно ли вы выспались перед экзаменом? (Если ответ “нет”, ответы на вопросы 1–11 могут оказаться несущественны.)

Да  Нет ВСЕГО

## Метод «сначала сложное, затем простое»

Студентов, изучающих математику и естественные науки, традиционно учат начинать с самых простых задач. Такой подход основан на представлении, что выполнение простых задач придаст вам уверенности для решения более сложных.

Для многих этот метод срабатывает – по большей части потому, что всегда найдется некоторое количество людей, которым конкретный прием помогает. Однако многим он, к сожалению, не подходит. Решение сложных задач подчас занимает немало времени, а это значит, что на экзаменах и контрольных лучше начинать именно с них. Сложные задачи, кроме того, требуют креативного настроения, достигаемого в рассеянном режиме, однако переключиться в рассеянный режим вы можете, только если *не* будете фокусироваться на задачах, которые вам так нужно решить!

Что делать? Решать сначала простые задачи? Или сложные?

Ответ – начинайте со сложных, но быстро переходите к простым. Вот что я под этим подразумеваю.

Когда вам выдали задания, сначала бегло посмотрите на них и оцените то, что вам предстоит сделать (это вам нужно делать в любом случае). При этом не упускайте из виду задачу, которая кажется самой сложной.

**Затем приступайте к решению задач, начиная с самой сложной, однако твердо пообещайте себе переключиться с нее на что-то другое, если на первой-второй минуте дело застопорится или вы заподозрите, что идете по неверному пути.**

Такой метод очень полезен потому, что загружает в память первую, самую сложную задачу и затем переключается с нее на другие. *Оба этих вида деятельности могут запустить в действие рассеянный режим.*

Если первая попытка решить трудную задачу не увенчается успехом и будет сбивать вас с толку, обратитесь к более легкому заданию и выполните его в той мере, в какой удастся. Затем переключитесь на другую, сложную задачу и попытайтесь решить хотя бы часть. И вновь, как только почувствуете себя в тупике, займитесь чем-нибудь более легким.

«Я часто говорю студентам о хорошем волнении и плохом волнении.

Хорошее волнение дает мотивацию и чувство цели, плохое – просто высасывает силы».

*Боб Брэдшоу, преподаватель математики, Колледж Олоуни, Калифорния*

Когда же вернетесь к более сложным задачам, вы с удовольствием обнаружите, что следующий шаг (или даже несколько) теперь стал более очевидным. Возможно, вы пока не решите всю задачу до конца, зато продвинетесь чуть дальше, а затем вновь переключитесь на более легкие задачи, которые можно решить сразу.

В некотором смысле этот метод – подобие того подхода, которым пользуется хороший шеф-повар. Пока жарится стейк, можно быстро нарезать помидоры на гарнир, затем приготовить суп, а после этого помешать лук в сковороде. Техника «сначала сложное, затем простое» делает работу мозга более эффективной, поскольку она позволяет разным участкам мозга трудиться над несколькими задачами одновременно<sup>[253]</sup>.

Применяя этот прием во время экзаменов, тестов и контрольных, вы гарантированно решите хотя бы понемногу от каждой задачи, а кроме того, сможете избежать эффекта усталости – заикливания на одном, неверном, подходе, поскольку в разное время вы будете видеть разные аспекты задачи. Это особенно важно в тех случаях, когда за частично решенные задачи преподаватель тоже начисляет баллы.

Главное при использовании метода «сначала сложное, затем простое» – *уметь себя контролировать: если вы не знаете, что делать с задачей дальше, и уже минуту-две просидели над ней безрезультатно, то пора переключиться на другое задание*. Одним студентам это дается легко, другим требуется самодисциплина и сила воли. Как вы уже знаете, неуместное упорство может создавать ненужные сложности при изучении математики и естественных наук.

Возможно, поэтому многие замечали, что правильное решение само приходит в голову сразу после экзамена. Когда отвлекаешься мыслями от задачи, внимание переключается – и рассеянное мышление, которому наконец перепала необходимая доля свободы, выдает нужное решение. Но уже слишком поздно.

Некоторые считают, что если начать решать одну задачу и затем перейти к другой, то на экзамене это может сбить с толку. Для большинства людей здесь нет угрозы, ведь любой шеф-повар выучивается распределять время, готовя обед из разных блюд. Однако, если вы сомневаетесь, что такой метод принесет пользу, сначала опробуйте его на домашних заданиях.

В некоторых случаях метод «сначала сложное, затем простое» может оказаться неприемлемым. Если преподаватель оценивает сложную задачу всего в несколько баллов (что случается нередко), стоит сосредоточить усилия на другом экзаменационном вопросе. Некоторые компьютерные тесты не позволяют возвращаться к предыдущим заданиям, поэтому лучший способ справиться с трудной задачей – поглубже вдохнуть раз-другой (и не забыть выдохнуть) и попробовать ее решить. А если вы не очень хорошо готовились к тесту, то этот способ не подействует и вам лучше будет заработать максимально возможное количество баллов на простых заданиях.

### **Как бороться с предэкзаменационной паникой**

«Я всегда рекомендую студентам не бояться взглянуть страху в лицо. Чаще всего вы опасаетесь, что можете не получить баллов, нужных для будущей карьеры. Как справиться с таким страхом? Очень просто. Имейте запасной план, ориентированный на получение другой профессии. Если у вас есть план на случай самого плохого исхода, то страх, к вашему удивлению, начнет улетучиваться.

Усердно занимайтесь до самого дня экзамена, а потом успокойтесь. Скажите себе: “Ну и ладно, посмотрим, на сколько вопросов я смогу правильно ответить. А профессию можно выбрать и другую”. Это помогает избавиться от волнения, и в результате вы успешно сдадите экзамен и тем самым приблизитесь к любимой профессии».

*Трейси Магранн, преподаватель биологии, Колледж Сэддлбек, Калифорния*



## Экзаменационное волнение и как с ним бороться

Если вы склонны волноваться на экзаменах, то вам полезно будет узнать, что в стрессовой ситуации организм выделяет определенные химические вещества, например кортизол. Из-за этого потеют ладони, учащается сердцебиение, появляется ощущение тяжести в желудке. Однако исследования показали, что все зависит от того, как вы интерпретируете эти симптомы – какими причинами объясняете стресс. Если перестать повторять «Я волнуюсь из-за экзамена» и перестроиться на «Экзамен – это так интересно, я хочу показать себя с лучшей стороны!», то это испытание пройдет намного успешнее<sup>[254]</sup>.

**Еще один совет тем, кто склонен паниковать перед экзаменом: ненадолго переключите внимание на то, как вы дышите.** Расслабьте живот, положите на него ладонь, медленно вдохните. Рука должна податься вперед вместе со всей грудной клеткой, расширяющейся при вдохе.

От глубокого вдоха кислород проникает в нужные участки мозга, а это служит сигналом того, что все хорошо, и помогает успокоиться. Лучше начинать заниматься таким дыхательным упражнением не в день экзамена, а за несколько недель до него (по минуте-другой за один раз), тогда во время экзамена вам будет проще попасть в нужный ритм. (Не забывайте: практика – путь к надежным знаниям.) Особенно полезно переходить к глубокому дыханию в последние минуты перед тем, как вы получите экзаменационное задание. (Если нужно – существуют десятки компьютерных приложений, способных вам помочь.)

Еще один метод связан с сознательным усилием<sup>[255]</sup>. Эта техника учит видеть разницу между естественно возникающей мыслью («У меня на следующей неделе экзамен») и эмоциональной проекцией, которая следует за изначальной мыслью («Если я провалю экзамен, меня выгонят, что тогда делать?!»). Эти неотвязчивые проекции, судя по всему, приходят отзвуком из рассеянного состояния. Даже считанные недели простой практики, направленной на формирование умения осознавать такие мысли и чувства как ментальные проекции, помогают успокоиться. Перестроить реакцию на навязчивые идеи лучше, чем пытаться их просто подавлять. Студенты, в течение нескольких недель тренировавшие такой подход, сдавали экзамены успешнее, поскольку отвлекающих мыслей у них было меньше.

Теперь вы видите, почему откладывать самые сложные вопросы и задачи на конец экзамена не самый лучший подход. Напряжение нарастает, времени остается все меньше, и в этот момент вы вдруг оказываетесь один на один с самой сложной задачей! Стресс усиливается, вы изо всех сил пытаетесь сосредоточиться, считая, что сфокусированное внимание решит все проблемы, – однако сфокусированность не дает переключиться на рассеянный режим и только мешает. Что же в результате? «Паралич от анализа»<sup>[256]</sup>. Метод «сначала сложное, затем простое» помогает этого избежать.

## Множественное «угадывание» и тренировочные тесты

«Когда я даю задания на множественный выбор, я порой вижу, что студенты, бросаясь выбирать ответы, не всегда успевают понять смысл вопроса. Я всегда советую им закрыть ответы, попытаться самим вспомнить нужную информацию и сначала самостоятельно ответить на вопрос.

Когда студенты жалуются, что тренировочный тест был гора-а-аздо легче финального, я спрашиваю: какие принципиальные переменные делают ситуации такими разными? Как вы отвечали на тренировочные вопросы? Дома, в расслабленном состоянии, под любимую музыку?

Вместе с сокурсниками? Без спешки? С готовыми ответами и лекциями под рукой? Это ведь не то же, что сидеть в переполненной аудитории в условиях ограниченного времени. Я всегда советую тем, кто волнуется на экзаменах, выполнять задания тренировочных тестов в каком-нибудь учебном помещении (в большой аудитории, где никто не заметит чужака, сидящего за задней партой)».

*Сюзан Саджна Геберт, преподаватель психологии, Университет Лейкхед, Канада*

## Тесты и экзамены – последнее напутствие

Накануне теста или экзамена бегло просмотрите весь пройденный материал. На следующий день вам понадобятся навыки и сфокусированного, и рассеянного мышления, поэтому не напрягайте мозг слишком сильно (вы ведь не будете совершать многокилометровую пробежку накануне марафона?). Не вините себя, если не сможете хорошенько позаниматься перед сложным экзаменом: это нормальная реакция в случае правильной подготовки – вы подсознательно отстраняетесь от материала, чтобы сэкономить силы.

Во время теста не забывайте, что мозг может расставлять ловушки и убеждать вас, будто задания выполнены правильно. Тогда **во что бы то ни стало нужно отвлечься, моргнуть, переключить внимание и перепроверить ответы, держа в мыслях общую картину, и заново спрашивать себя: «Нет ли здесь бессмыслицы?»** Часто одну и ту же задачу можно решить несколькими способами, так что попробовать получить ответ иным путем – отличная возможность убедиться в правильности решения.

В каком порядке вы делаете задания – тоже важно. Студенты обычно начинают с первого задания и продвигаются к последнему. Проверять работу в обратном порядке, двигаясь от последнего задания к первому, – хороший способ посмотреть на сделанное свежим взглядом и найти ошибки.

Абсолютных гарантий не бывает. Порой может случиться, что вы занимаетесь честно и ответственно, но на экзаменах вам не везет. Однако если вы неустанно практикуетесь, создавая у себя в голове библиотеку методов решения задач, и подходите к экзаменам серьезно, то удача будет вам сопутствовать все в большей степени.

### Обобщение

- Бессонная ночь перед экзаменом может свести на нет любые усилия по подготовке.
- Экзамен – серьезное испытание. Не забывайте, что, так же как врачам или боевым летчикам нужно следовать перечню необходимых действий, вам полезно будет сверяться со списком контрольных вопросов для подготовки к экзаменам и тестам. Это хороший способ повысить свои шансы на успех.
- Неожиданные стратегии, такие как метод «сначала сложное, затем простое», позволяют мозгу работать над трудными задачами даже тогда, когда вы фокусируетесь на других, более простых заданиях.
- В состоянии стресса организм выделяет определенные химические вещества, и многое зависит от того, как вы воспринимаете реакцию организма. Если с мысли «Я боюсь экзамена» перестроиться на мысль «Экзамен – это так интересно, я хочу показать себя с лучшей стороны!», то вероятность успеха возрастет.
- Если на экзаменах вы впадаете в панику, временно переключите внимание на дыхание. Расслабьте живот, положите на него ладонь и медленно сделайте глубокий вдох. Рука должна податься вперед, грудная клетка расширится.
- Сознание порой может внушать вам иллюзию, будто все задания выполнены верно, хотя на самом деле это не так. При любом удобном случае моргните, переключите внимание, а затем перепроверьте ответы с другой точки зрения, спрашивая себя: «Нет ли здесь бессмыслицы?»

## ОСТАНОВИТЕСЬ И ВСПОМНИТЕ

**Закройте книгу и отведите от нее взгляд. Каковы главные идеи этой главы? Какие новые идеи, связанные с экзаменами и тестами, вы хотите применить в первую очередь?**

## Проверьте свои знания

1. Какой шаг чрезвычайно необходим при подготовке к экзамену? (Подсказка: без этого шага все остальные действия по подготовке к экзамену могут оказаться бесполезными.)
2. Как при использовании метода «сначала сложное, затем простое» вы определите, пора ли отвлечься от сложной задачи на экзамене?
3. Спасти от предэкзаменационной паники помогает глубокое дыхание. Как вы думаете, почему в описании этой методики отдельно подчеркивается, что при дыхании должен подниматься живот, а не грудная клетка?
4. Почему перед перепроверкой ответов на экзамене нужно на время переключить внимание?

## Психолог Шан Бейлок о том, как не впасть в ступор



Шан Бейлок – преподаватель психологии в Чикагском университете. Она входит в число ведущих мировых экспертов, изучающих способы ослабления паники в критических случаях, и является автором книги «Ступор: Секреты мозга, или Как всегда быть на высоте» (Choke: What the Secrets of the Brain Reveal about Getting It Right When You Have To)<sup>[257]</sup>.

«Критические ситуации, связанные с обучением и процедурами проверки знаний, порой чреваты стрессом. Однако все больше исследований показывают, что довольно простое психологическое вмешательство может снизить степень беспокойства и оживить в памяти все выученное на занятиях. Такое вмешательство не добавляет научных знаний, но влияет на ваш настрой.

Группа исследователей, работавшая под моим руководством, обнаружила, что записывать непосредственно перед экзаменом свои мысли и чувства по поводу предстоящего испытания – хороший способ ослабить негативное влияние экзаменационного волнения. Мы считаем, что процесс записывания помогает освободить сознание от негативных мыслей и снизить вероятность того, что они придут в голову во время экзамена и начнут отвлекать от выполнения заданий.

Небольшое напряжение в ходе самотестирования – тоже действенный способ подготовиться к более серьезному стрессу, с которым вы столкнетесь на реальных экзаменах. Как вы уже знаете из этой книги, самопроверка в процессе овладения материалом помогает информации отложиться в мозгу и тем самым облегчает ее извлечение из памяти во время экзамена.

Не подлежит сомнению и то, что негативное самоубеждение – негативные мысли, порождаемые вашим собственным сознанием, – может влиять на результаты тестирования, поэтому старайтесь во время подготовки к экзаменам говорить и думать только в оптимистичном ключе. Если нужно – останавливайте мысль на полпути и избегайте отрицательного настроя, даже если кажется, что вам не повезет. Если вы не справились с одной задачей или даже несколькими – не унывайте и сосредотачивайтесь на следующем задании.

И напоследок. Одна из причин экзаменационного ступора – то, что студенты лихорадочно бросаются решать задачу раньше, чем в ней разберутся. Научитесь останавливаться на несколько секунд перед выполнением задания или тогда, когда зашли в тупик: это поможет найти лучший путь к решению и избавит от болезненного осознания того факта, что часть драгоценного времени ушла на решение задачи неверным способом.

Не поддаваться стрессу и контролировать его – то, чему можно научиться. Как ни удивительно, не стоит стремиться полностью избавиться от стресса, поскольку в небольших количествах он помогает показать себя с лучшей стороны в особо важных случаях.

Удачи!»

## 18. Раскройте свой потенциал

Ричард Фейнман – играющий на сдвоенном барабане лауреат Нобелевской премии по физике – был жизнерадостным человеком. Но однажды, в период одновременно тяжелый и счастливый, его оптимизм подвергся серьезным испытаниям.

В начале 1940-х гг. любимая жена Фейнмана Арлин лежала в больнице, будучи смертельно больна туберкулезом. Клиника находилась далеко, и Фейнман мог навещать жену лишь изредка, поскольку работал в закрытом городе Лос-Аламос (штат Нью-Мексико) над одной из важнейших программ Второй мировой войны – секретным Манхэттенским проектом. Тогда Фейнман еще не был знаменит, никакие особые привилегии ему не полагались.

Чтобы чем-то занять ум после рабочего дня и отвлечься от беспокойства и скуки, Фейнман начал сосредоточенно заниматься проникновением в глубинные и самые темные тайны: он начал выяснять, как открывать сейфы.

Стать успешным открывателем сейфов не так просто. Фейнман развивал интуицию, постигал внутреннее строение замков, тренировал руки, как пианист, так что пальцы сами совершали нужное на последних стадиях, когда уже выяснены первые цифры комбинации.

Позже Фейнман узнал о том, что в Лос-Аламосе взяли на работу профессионального мастера по замкам – настоящего эксперта, который открывал любой сейф за секунды.

Мастер прямо в Лос-Аламосе! Фейнман понял, что если ему удастся подружиться с этим человеком, то все секреты сейфовых замков немедленно станут ему известны.

В этой книге я рассказала, как по-новому взглянуть на процесс обучения. Порой, как вы успели обнаружить, **желание немедленно что-то выяснить мешает самому процессу выяснения.** Это примерно то же, как если бы всякий раз, когда вы слишком резко тянетесь к чему-то правой рукой, левая автоматически тянула бы вас назад.

Выдающиеся художники, ученые и инженеры, великие шахматисты, как Магнус Карлсен, настраиваются на естественный ритм своего мозга, в первую очередь сознательно фокусируя внимание на решаемой задаче, чтобы уложить ее в голове. Затем они переключают внимание на что-то другое. Такое чередование сфокусированного и рассеянного режимов мышления позволяет мыслям, как облакам, легче перетекать из одного участка мозга в другой. Со временем части этих скоплений – новые облачка – могут вернуться, принеся с собой полезные элементы решения.

**Перестроить мозг в вашей власти! Главное при этом – терпеливо и настойчиво, со знанием дела работать над сильными и слабыми сторонами мозга.**

Способность концентрироваться можно усилить, если мягко переводить в другую плоскость реакцию на отвлекающие факторы, такие, например, как телефонные звонки или сигнал текстового сообщения. «Помидор» как короткий фиксированный период сфокусированного внимания – мощное средство «перехитрить» доброжелательных зомби, т. е. свои привычные реакции. После каждого сеанса тяжелой сосредоточенной работы дайте себе насладиться последующим периодом ментальной расслабленности.

В результате недель и месяцев постепенных усилий вы получите прочные нейронные структуры, хорошо сцементированные каждым новым периодом занятий. Обучение в таком режиме, с регулярными периодами расслабления, не только приятнее, но и полезнее, поскольку способствует более глубокому усвоению материала. Периоды расслабления позволяют взглянуть на материал с другой точки зрения – совместить его с более широким контекстом и общей картиной того, что вы делаете.

Не забывайте, что некоторые участки мозга заставляют нас считать, будто любые наши действия, даже самые ошибочные, верны и правильны. Эта способность к самообману – одна из причин того, почему мы должны задавать себе вопрос «Нет ли здесь бессмыслицы?», вновь и вновь проверяя экзаменационную работу перед сдачей. Отстраниться и взглянуть на дело свежим взглядом, заново вспомнить и повторить материал, позволить друзьям себя критиковать – отличные способы обнаружить иллюзии собственной компетентности. Такие иллюзии наряду с реальным непониманием могут стать серьезным препятствием на пути к изучению математики и естественных наук.

Простая механическая зубрежка, часто в последний момент перед тестированием, во многих начинающих студентах порождает иллюзию, будто они понимают математику и естественные науки, – однако на более высоких уровнях слабые знания со временем рассыпаются. Но растущее понимание того, как мозг усваивает информацию при обучении, помогает нам не следовать упрощенному представлению, будто любое запоминание вредно. Сейчас мы знаем, что глубокое, полученное практикой усвоение хорошо понятых порций информации – *необходимая* составляющая при овладении математикой и естественными науками. Мы также знаем, что студенты, изучающие математику и естественные науки, не способны сформировать прочные порции информации, если прокрастинируют в процессе обучения, – точно так же, как спортсмены не могут должным образом укрепить мышцы, если откладывают тренировки на последнюю минуту.

В любом возрасте и при любых степенях жизненной умудренности некоторые части мозга остаются детскими. Вот почему в процессе занятий мы порой чувствуем раздражение – это сигнал к тому, что пора сделать перерыв. Впрочем, всегда присутствующий в нас «внутренний ребенок» дает нам силы отвлечься и подойти к делу творчески: он помогает визуализировать, запоминать и подлинно понимать те составляющие математики и естественных наук, которые поначалу кажутся чрезвычайно сложными.

Подобным же образом мы выяснили, что излишнее упорство порой вредно и что стойкое фокусирование внимания на конкретной задаче блокирует нашу способность находить верное решение. Однако, если упорство касается более общих целей и долгосрочных перспектив, оно может стать ключом к успеху практически в любой сфере. Именно такая долгосрочная настойчивость помогает нам не обращать внимания на тех, кто не верит в наши силы, и преодолевать жизненные неудачи, из-за которых порой отдаляются наши цели и мечты.

Главная тема этой книги – парадоксальная природа процесса обучения. Сфокусированное внимание необходимо для решения задач, однако оно может и заблокировать нашу способность решать задачи. Без упорства нельзя, но оно может привести и к бесполезной трате сил. Запоминание – наиважнейший аспект приобретения опыта, но оно может мешать увидеть лес за деревьями. Метафора позволяет осваивать новые понятия, но может и привязать к ложным идеям.

Занимаетесь ли вы в одиночку или в группе, начинаете ли с трудного или с легкого, учитесь конкретному или абстрактному, приходите ли к успеху или к неудаче – в конце концов объединение многочисленных парадоксов процесса обучения добавляет ценности и значимости всему, чем мы занимаемся.

Часть магии, которой пользовались лучшие мыслители мира, заключалась в их способности упрощать – выражать идеи простыми словами, так что их понимал даже ребенок. Таким был, несомненно, подход Ричарда Фейнмана, побуждавшего некоторых из «эзотерических» математиков-теоретиков высказывать сложные теории простыми словами.

Знакомым теоретикам Фейнмана это удавалось. Значит, будет по силам и вам. И вы, подобно Фейнману и Сантьяго Рамон-и-Кахалю, сможете пользоваться преимуществами такого способа обучения для достижения своих целей.

Пока Фейнман совершенствовал навыки вскрытия сейфов, он успел подружиться с профессиональным мастером по замкам. Проходило время, одни беседы сменялись другими, мало-помалу Фейнман переходил от дежурных вежливых фраз к обсуждению профессиональных вопросов, пытаясь все глубже проникнуть в тайны мастерства, казавшегося ему совершенным.

Наконец однажды, поздно ночью, ему стала ясна самая ценная деталь тайного знания.

*Секрет состоял в том, что мастер знал коды замков, по умолчанию установленные производителями.* Он зачастую мог проникать в сейфы, владельцы которых оставляли заводской шифр нетронутым. Хотя многие считали, что искусство этого специалиста держится на владении особыми уникальными приемами, на деле главным оказалось простое знание того, в каком виде сейфы поставляются производителем.

Как и Фейнман, вы можете найти неожиданные способы более легкого и простого понимания. Разобравшись в изначальных, установленных «по умолчанию» настройках мозга – т. е. в естественных способах обработки и усвоения информации – и полагаясь на эти знания, вы тоже можете стать экспертами.

В начале книги я упомянула простые мысленные уловки, которые помогают сосредоточиться на математике и естественных науках и полезны не только тем, кто плохо знает математику и естественные науки, но и тем, кто в них уже преуспел. Обо всех этих уловках и способах рассказывалось на протяжении всей книги. Однако, как вы теперь знаете, нет ничего действеннее сведений о сути явлений – сведений, сформированных в порции информации и изложенных простым способом. И в заключение я изложу самую суть всей книги – порции информации, представленные в виде десяти лучших и десяти худших способов обучения.

Помните: госпожа Удача благоволит к тем, кто прилагает усилия и стремится к цели. Небольшой экскурс в то, как научиться лучше учиться, тоже не помешает.

## **Десять способов преуспеть на экзамене. Что надо делать в процессе усвоения учебного материала**

1. **Стараться вспоминать.** После каждой прочитанной страницы отведите от нее взгляд и вспомните основные идеи. Не выделяйте (например, подчеркиванием) большое количество текста на странице и никогда не отмечайте то, чего предварительно не закрепили в памяти. Пытайтесь вспоминать учебный материал по дороге на занятия или в тех аудиториях, где вы не занимались им изначально. Способность вспоминать, т. е. генерировать идеи изнутри сознания, – один из ключевых показателей эффективной учебы.

2. **Проверять себя.** Во всем. Постоянно. Карточки с информацией – ваш постоянный спутник.

3. **При решении задач создавать порции информации.** Формировать порции информации – значит понимать суть задачи и заниматься ее решением таким образом, чтобы весь ход решения разом приходил в голову. После того как вы решили задачу, повторите процесс и убедитесь, что вы знаете без подсказки каждый этап решения. Сделайте вид, будто это песня, и приучитесь прокручивать ее в голове снова и снова, чтобы информация оформилась в одну удобную порцию, которую вы можете вытащить из памяти в любой момент.



**4. Следовать правильному режиму повторения материала.** Каждый день повторяйте немного больше, чем накануне, – так же, как тренируются спортсмены. Мозг – аналог мышц: за один раз он может выполнить ограниченное количество упражнений по одному учебному предмету.

**5. Применять разные подходы, практикуясь в решении задач.** Никогда не используйте один и тот же способ решения задач слишком долго в течение одного занятия, иначе через некоторое время вы начнете механически применять его к другим задачам, которым этот метод не подходит. Чтобы усвоить, каким образом и в каких случаях использовать данный метод решения, беритесь за самые разные типы задач. (В учебниках обычно задачи сгруппированы как раз по принципу однотипности, поэтому смешивать их вам придется самостоятельно.) После каждого задания и теста делайте работу над ошибками: убедитесь, что понимаете свою ошибку, и затем решите задачу правильно. Для более эффективного изучения материала пишите (не печатайте!) задачу на одной стороне карточки, а решение – на обратной. (Писать от руки – более действенный, чем печатание, способ запоминания информации.) Если вы хотите загрузить карточку в учебное приложение смартфона, можно ее сфотографировать.

**6. Делать перерывы.** Невозможность решить задачу или усвоить понятие с первого раза – обычное дело в математике и естественных науках, поэтому недолгие ежедневные занятия гораздо лучше, чем долгое однократное занятие. Когда вас начинает раздражать математическая или естественно-научная задача, сделайте перерыв, чтобы ею занялся другой участок мозга в фоновом режиме.

**7. Объяснять материал воображаемому собеседнику и пользоваться простыми аналогиями.** Когда вам не дается понятие, спросите себя: «Как бы я объяснил его десятилетнему ребенку?» Аналогии (например, когда вы сравниваете электрический ток с потоком воды) в этом случае очень полезны. Не просто прокручивайте объяснение в мыслях: проговорите его вслух или запишите. Дополнительный эффект от говорения или написания позволяет глубже закодировать изучаемую информацию (т. е. конвертировать ее в нейронные цепи).

**8. Сосредотачиваться.** Выключите все отвлекающие звонки и сигналы в телефоне и компьютере, затем включите таймер на 25 минут. На это время прицельно сконцентрируйтесь на изучаемом понятии, явлении или задаче и попытайтесь работать как можно более прилежно. По истечении этого срока наградите себя чем-нибудь приятным или забавным. Несколько таких сеансов в день помогут ощутимо продвинуться. Выбирайте время и место так, чтобы вы могли заниматься (а не смотреть на компьютер или телефон) без помех и в условиях, располагающих к занятиям.

**9. Сначала съесть лягушек.** Самое сложное делайте в начале дня, на свежую голову.

**10. Помнить о своей мечте.** Окиньте мысленным взором свою нынешнюю жизнь и сравните ее с той, которой вы мечтаете жить в результате получения избранной профессии. Повесьте над своим рабочим местом плакат с соответствующим изображением или текстом, описывающим ваше возможное будущее, – он станет напоминать о вашей мечте. Смотрите на плакат, когда заметите, что мотивация снизилась. Этот способ полезен и для вас, и для ваших близких!

## **Десять способов провалить экзамен. Что не надо делать в процессе усвоения учебного материала**

**1. Пассивно перечитывать, т. е. просто сидеть и скользить взглядом по тексту.** Если вы можете вспомнить главные идеи текста, не подглядывая в него, и тем самым доказать, что материал прочно осел в памяти, такой способ полезен. Если нет – он лишь бесполезная трата времени.

**2. Делать слишком много выделений в тексте.** Выделяя часть текста, вы вводите мозг в заблуждение – считаете, будто в голове что-то отложилось, хотя на самом деле вы всего лишь водите карандашом по странице. Подчеркивать или выделять цветом текст иногда и понемногу полезно для того, чтобы выдвинуть на первый план особо важные фрагменты информации. Однако если вы выделяете текст для того, чтобы лучше его запомнить, то проверяйте, действительно ли он отложился в памяти.

**3. Заглядывать в раздел ответов и, узнав способ решения задачи, считать, будто теперь вы знаете, как ее решить.** Это одна из самых серьезных ошибок при обучении. Вы должны уметь решить задачу шаг за шагом, не заглядывая в учебник.

**4. Начинать готовиться к тестированию в последний момент.** Станете ли вы откладывать тренировки на последнюю минуту, если готовитесь к соревнованиям по бегу? Мозг как мышца: он способен выдерживать лишь ограниченную нагрузку в течение одного занятия по одному предмету.

**5. Раз за разом решать однотипные задачи, способ решения которых вы уже знаете.** Сидеть и упражняться в решении лишь одного типа задач – не значит готовиться к экзамену: это примерно то же самое, что готовиться к важному баскетбольному матчу и тренировать только удары мяча об пол.

**6. Превращать совместные занятия с друзьями в посиделки.** Совместно решать задачи и проверять знания друг друга – хороший способ сделать обучение более приятным, выявить огрехи в подходах к материалу и углубить знания. Однако, если совместные занятия переходят в простую болтовню раньше, чем выполнены все задания, вы просто теряете время. В этом случае лучше найти другую группу однокашников для совместных занятий.

**7. Игнорировать необходимость прочитать нужный раздел учебника, прежде чем приступить к решению задачи.** Станете ли вы нырять в пруд раньше, чем научитесь плавать? Учебник – пособие по плаванию: он показывает пути к решению задач. Если взяться за задачи, не читая учебника, вы просто потеряете время. Однако начать работу с беглого просмотра всей главы или раздела полезно: это позволит получить общее представление о материале.

**8. Пренебрегать возможностью проконсультироваться с преподавателями и сокурсниками в сложных случаях.** Преподавателям не в диковинку отвечать на вопросы студентов, не понимающих материал, – такова наша работа. Напротив, мы тревожимся из-за студентов, которые не приходят за советом. Не будьте одним из них.

**9. Считать, будто можно надежно выучить материал, если постоянно отвлекаться.** Каждая попытка отвлечься на разговор или SMS-сообщение означает, что у мозга останется меньше сил на усвоение материала. Каждый раз, когда вы отвлекаетесь, нейронные корни оказываются выкорчеваны раньше, чем они успеют прорасти.

**10. Мало спать.** Во сне мозг обрабатывает методы решения задач и повторяет все то, что вы заложили в память перед сном. От постоянной усталости в мозгу накапливаются токсины, разрушающие нейронные связи, позволяющие соображать быстро и продуктивно. Если вы не выспались перед экзаменом, *никакая подготовка вас не спасет.*

Избегайте этих действий – иначе вы только зря потратите время, хотя будете думать, что успешно занимаетесь!

## **ОСТАНОВИТЕСЬ И ВСПОМНИТЕ**

**Закройте книгу и отведите от нее взгляд. Каковы главные идеи этой книги? И как с их помощью можно изменить процесс усвоения материала?**

## Послесловие

Учитель, преподававший мне математику и естественные науки на восьмом году обучения в школе, оказал на мою жизнь огромное влияние. Он вытащил меня из отстающих и дал стимул добиваться совершенства. В старших классах я отблагодарил его тем, что дважды добивался высшего балла по геометрии. Все дело было в том, что я не мог усваивать материал самостоятельно, а этот талантливый преподаватель оказался первым, кто смог открыть для меня метод обучения, в котором я так нуждался. Со временем, уже в колледже, я знал, что мне надо для успеха в учебе, однако дорога к этому знанию была нелегкой. Жаль, что у меня тогда не было такой книги, как эта.

Пятнадцать лет спустя моя дочь превращала домашнюю работу по математике в такой ад, который не смог бы описать даже Данте. Она раз за разом натыкалась на глухую стену, начинала плакать, а когда слезы высохали, ходила кругами вокруг задачи и в конце концов добивалась правильного ответа. Однако я никогда не мог уговорить ее просто отступить на шаг назад и перегруппироваться. Когда я дал ей почитать эту книгу, она сразу же сказала: «Жаль, что такой книги у меня не было в школе».

На эту тему существует много интересных и потенциально полезных исследований, но редко когда они понятны среднему студенту. Не у каждого ученого есть литературный талант, не у каждого писателя есть четкое представление о науке. В этой книге Барбара Окли продемонстрировала, что она обладает и тем и другим. Яркие примеры и доходчивые объяснения убеждают нас не только в правильности, но и в эффективности предложенных автором методов. Я спросил дочь, которой понравились советы Барбары: «Почему? Ведь некоторые из этих методов я предлагал тебе еще в школе!» – и дочь ответила: «Здесь объясняются причины, и все становится понятно». Еще один удар по моей родительской гордости!

Теперь, когда вы прочли книгу, вам тоже открылись простые, но потенциально мощные стратегии, способные пригодиться в изучении не только математики и естественных наук. Как вы уже обнаружили, эти стратегии базируются на том, как работает человеческий мозг. Взаимодействие между эмоциями и познанием является неотъемлемым фактором любого процесса приобретения знаний. Моя дочь, говоря об этом, заметила, что обучение зависит не только от стратегий, но и от уверенности в том, что эти стратегии действительно работают. Ясные и убедительные свидетельства, приводимые в этой книге, дают вам необходимую уверенность для того, чтобы опробовать описанные методы в своей практике без сомнений и отторжения, которые часто стоят на пути наших лучших намерений. Получение знаний – личный опыт, для каждого свой. Последнее доказательство эффективности методов вы получите лишь тогда, когда сможете воспользоваться ими и потом оценить свои успехи.

Сейчас я преподаю в колледже, за долгие годы обучил тысячи студентов. Многие из моих подопечных пытались избегать занятий математикой и естественными науками – потому что они в этих предметах «не сильны» или те им «не нравились». Таким студентам я советовал то же, что и дочке: «Сначала надо достигнуть успехов в этой сфере, а потом посмотреть, захочется ли бросать». В конце концов, образование – это приобретение умения справляться с трудностями, верно?

Вспомните, как нелегки были для вас уроки вождения, а теперь вы водите автомобиль не задумываясь, наслаждаясь собственной самостоятельностью, которую цените всю свою взрослую жизнь. Стратегии и методы, описанные в этой книге, дают возможность всем, кто изучает математику и естественные науки, оставить позади беспокойство и неприятие и устремиться к уверенности и мастерству.

Теперь ваша очередь – совершенствуйтесь!

*Дэвид Дэниел, доктор наук, профессор, психологическое отделение  
Университета Джеймса Мэдисона, Виргиния*

## Литература

- Аллен Д. Как привести дела в порядок. Искусство продуктивности без стресса. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2011.
- Гладуэлл М. Гении и аутсайдеры. Почему одним все, а другим ничего? – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2012.
- Голдакр Б. Обман в науке. – М.: Эксмо, 2010.
- Грин Р. Мастер игры. – М.: Рипол Классик, 2014.
- Дахигг Ч. Сила привычки. Почему мы живем и работаем именно так, а не иначе. – М.: Карьера Пресс, 2014.
- Де Боно Э. Латеральное мышление. – Мн.: Попурри, 2012.
- Джеймс У. Беседы с учителями о психологии. – М., 1902.
- Джонсон С. Откуда берутся хорошие идеи. – М.: АСТ, 2013.
- Дойдж Н. Пластичность мозга: Потрясающие факты о том, как мысли способны менять структуру и функции нашего мозга. – М.: Эксмо, 2010.
- Дуэк К. Гибкое сознание. Новый взгляд на психологию развития взрослых и детей. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013.
- Койл Д. Код таланта. – М.: Астрель, ВКТ, 2011.
- Колвин Дж. Талант ни при чем! Что на самом деле отличает выдающихся людей? – М.: Альпина Бизнес Букс, 2012.
- Лурия А. Р. Маленькая книжка о большой памяти. – М., 1968.
- Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Выпуск 2. Пространство. Время. Движение. – М.: Мир, 1965.
- Фейнман Р. Вы, конечно, шутите, мистер Фейнман! – М.: АСТ, Астрель, 2011.
- Фейнман Р. Не все ли равно, что думают другие? – М.: АСТ, 2014.
- Феррис Т. Совершенное тело за 4 часа. – М.: Добрая книга, 2013.
- Фоер Дж. Эйнштейн гуляет по Луне. Наука и искусство запоминания. – М.: Альпина Паблишер, 2013.
- Фьоре Н. Легкий способ перестать откладывать дела на потом. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013.
- Эмметт Р. Книга для лентяя, или Как научиться не откладывать все на потом. – СПб.: Амфора, 2008.
- Aaron, R., and R. H. Aaron. *Improve Your Physics Grade*. New York: Wiley, 1984.
- Ainslie, G., and N. Haslam. "Self-control." In *Choice over Time*, edited by G. Loewenstein and J. Elster, 177–212. New York: Russell Sage Foundation, 1992.
- Amabile, T. M., et al. "Creativity under the gun." *Harvard Business Review* 80, 8 (2002): 52.
- Amidzic, O. et al. "Pattern of focaly-bursts in chess players." *Nature* 412 (2001): 603–604.
- Andrews-Hanna, J. R. "The brain's default network and its adaptive role in internal mentation." *Neuroscientist* 18, 3 (2012): 251–270.
- Armstrong, J. S. "Natural learning in higher education." In *Encyclopedia of the Sciences of Learning*, 2426–2433. New York: Springer, 2012.
- Arum, R., and J. Roksa. *Academically Adrift*. Chicago: University of Chicago Press, 2010.
- Baddeley, A., et al. *Memory*. New York: Psychology Press, 2009.
- Baer, M., and G. R. 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, R. F., and J. Tierney. *Willpower*. New York: Penguin, 2011.
- Beilock, S. Choke. New York: Free Press, 2010.

Bengtsson, S. L., et al. "Extensive piano practicing has regionally specific effects on white matter development." *Nature Neuroscience* 8, 9 (2005): 1148–1150.

Bilali, M., et al. "Does chess need intelligence? – A study with young chess players." *Intelligence* 35, 5 (2007): 457–470.

Bilali, M., et al. "Why good thoughts block better ones: The mechanism of the pernicious Einstellung (set) effect." *Cognition* 108, 3 (2008): 652–661.

Boice, R. *Procrastination and Blocking*. Westport, CT: Praeger, 1996.

Bouma, A. *Lateral Asymmetries and Hemispheric Specialization*. Rockland, MA: Swets & Zeitlinger, 1990.

Bransford, J. D., et al. *How People Learn*. Washington, DC: National Academies Press, 2000.

Brent, R., and R. M. Felder. "Learning by solving solved problems." *Chemical Engineering Education* 46, 1 (2012): 29–30.

Brown, J. S., et al. "Situated cognition and the culture of learning." *Educational Researcher* 18, 1 (1989): 32–42.

Burson K., et al. "Skilled or unskilled, but still unaware of it: how perceptions of difficulty drive miscalibration in relative comparisons." *Journal of Personality and Social Psychology* 90, 1 (2006): 60–77.

Buzan, T. *Use Your Perfect Memory*. New York: Penguin, 1991.

Cai, Q., et al. "Complementary hemispheric specialization for language production and visuospatial attention." *PNAS* 110, 4 (2013): E322–E330.

Cannon, D. F. *Explorer of the Human Brain*. New York: Schuman, 1949.

Carey, B. "Cognitive science meets pre-algebra." *New York Times*, September 2, 2012; <http://www.nytimes.com/2013/09/03/science/cognitive-science-meets-pre-algebra.html?ref=science>.

Carpenter, S. K., 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, S. H., 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.

Cassilhas, R. C., et al. "Spatial memory is improved by aerobic and resistance exercise through divergent molecular mechanisms." *Neuroscience* 202 (2012): 309–17.

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, W. G., and H. A. Simon. "Perception in chess." *Cognitive Psychology* 4, 1 (1973): 55–81.

Chi, M. T. H., 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 of 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, S. D., et al. "Mixed-handed persons are more easily persuaded and are more gullible: Interhemispheric interaction and belief updating." *Laterality* 13, 5 (2008): 403–426.

Chu, A., and J. N. Choi. "Rethinking procrastination: Positive effects of 'active' procrastination behavior on attitudes and performance." *Journal of Social Psychology* 145, 3 (2005): 245–264.

Cook, N. D. *Tone of Voice and Mind*. Philadelphia: Benjamins, 2002.

Cook, N. D. "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.

Cree, G. S., 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*. New York: Dover, 1948 (reprint 1992).

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*. New York: 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: 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.

Drew, C. "Why science majors change their minds (it's just so darn hard)." *New York Times*, November 4, 2011.

Duckworth, A. L., 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.

Duke, R. A., 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.

Dunning, D., et al. "Why people fail to recognize their own incompetence." *Current Directions in Psychological Science* 12, 3 (2003): 83–87.

Edelman, S. *Change Your Thinking with CBT*. New York: Ebury, 2012.

Efron, R. *The Decline and Fall of Hemispheric Specialization*. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1990.

Ehrlinger, J., et al. "Why the unskilled are unaware: Further explorations of (absent) self-insight among the incompetent." *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 105, 1 (2008): 98–121.

Eisenberger, R. "Learned industriousness." *Psychological Review* 99, 2 (1992): 248.

Ellenbogen, J. M., et al. "Human relational memory requires time and sleep." *PNAS* 104, 18 (2007): 7723–7728.



Ellis, A. P., et al. "Team learning: Collectively connecting the dots." *Journal of Applied Psychology* 88, 5 (2003): 821.

Elo, A. E. *The Rating of Chessplayers, Past and Present*. London: Batsford, 1978.

Emsley, J. *The Elements of Murder*. New York: Oxford University Press, 2005.

Ericsson, K. A. *Development of Professional Expertise*. New York: Cambridge University Press, 2009.

Ericsson, K. A., et al. "The making of an expert." *Harvard Business Review* 85, 7/8 (2007): 114.

Erlacher, D., and M. Schredl. "Practicing a motor task in a lucid dream enhances subsequent performance: A pilot study." *The Sport Psychologist* 24, 2 (2010): 157–167.

Fauconnier, G., and M. Turner. *The Way We Think*. New York: Basic Books, 2002.

Felder, R. M. "Memo to students who have been disappointed with their test grades." *Chemical Engineering Education* 33, 2 (1999): 136–137.

Felder, R. M. "Impostors everywhere." *Chemical Engineering Education* 22, 4 (1988): 168–169.

Felder, R. M., 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.

Fields, R. D. "White matter in learning, cognition and psychiatric disorders." *Trends in Neurosciences* 31, 7 (2008): 361–370.

Fischer, K. W., and T. R. Bidell. "Dynamic development of action, thought, and emotion." In *Theoretical Models of Human Development: Handbook of Child Psychology*, edited by W. Damon and R. M. Lerner. New York: Wiley, 2006: 313–399.

Foerde, K., et al. "Modulation of competing memory systems by distraction." *Proceedings of the National Academy of the Sciences* 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 O. Vartanian et al. Cambridge, MA: MIT Press, 2013: 19–43.

Gainotti, G. "Unconscious processing of emotions and the right hemisphere." *Neuropsychologia* 50, 2 (2012): 205–218.

Gazzaniga, M. S. "Cerebral specialization and interhemispheric communication: Does the corpus callosum enable the human condition?" *Brain* 123, 7 (2000): 1293–1326.

Gazzaniga, M. S., 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, D. C. *The Origin of Mind*. Washington, DC: American Psychological Association, 2005.

Geary, D. C. "Primal brain in the modern classroom." *Scientific American Mind* 22, 4 (2011): 44–49.

Geary, D. C., 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 A. Ortony, 447–480. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1993.

Gerardi, K., et al. "Numerical ability predicts mortgage default." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110, 28 (2013): 11267–11271.

Giedd, J. N. "Structural magnetic resonance imaging of the adolescent brain." *Annals of the New York Academy of Sciences* 1021, 1 (2004): 77–85.

- Gleick, J. *Genius*. New York: 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 H. A. Simon. “Five seconds or sixty? Presentation time in expert memory.” *Cognitive Science* 24, 4 (2000): 651–682.
- Graham, P. “Good and bad procrastination.” 2005. <http://paulgraham.com/procrastination.html>
- Granovetter, M. “The strength of weak ties: A network theory revisited.” *Sociological Theory* 1, 1 (1983): 201–233.
- Granovetter, M. S. “The strength of weak ties.” *American Journal of Sociology* (1973): 1360–1380.
- Gruber, H. E. “On the relation between aha experiences and the construction of ideas.” *History of Science Cambridge* 19, 1 (1981): 41–59.
- Guida, A., et al. “How chunks, long-term working memory and templates offer a cognitive explanation for neuroimaging data on expertise acquisition: A twostage framework.” *Brain and Cognition* 79, 3 (2012): 221–244.
- Güntürkün, O. “Hemispheric asymmetry in the visual system of birds.” In *The Asymmetrical Brain*, edited by K. Hugdahl and R. J. Davidson, 3–36. Cambridge, MA: MIT Press, 2003.
- Hake, R. R. “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, I. A., 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, M. H., 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.
- James, W. *Principles of Psychology*. New York: Holt, 1890.
- Ji, D., and M. A. Wilson. “Coordinated memory replay in the visual cortex and hippocampus during sleep.” *Nature Neuroscience* 10, 1 (2006): 100–107.
- Jin, X. “Basal ganglia subcircuits distinctively encode the parsing and concatenation of action sequences.” *Nature Neuroscience* 17 (2014): 423–430.
- Johansson, F. *The Click Moment*. New York: Penguin, 2012.
- Kalbfleisch, M. L. “Functional neural anatomy of talent.” *The Anatomical Record Part B: The New Anatomist* 277, 1 (2004): 21–36.
- Kamkwamba, W., and B. Mealer. *The Boy Who Harnessed the Wind*. New York: Morrow, 2009.
- Kapur, M., and K. Bielczync. “Designing for productive failure.” *Journal of the Learning Sciences* 21, 1 (2012): 45–83.
- Karpicke, J. D. “Retrieval-based learning: Active retrieval promotes meaningful learning.” *Current Directions in Psychological Science* 21, 3 (2012): 157–163.
- Karpicke, J. D., and J. R. Blunt. “Response to comment on ‘Retrieval practice produces more learning than elaborative studying with concept mapping.’” *Science* 334, 6055 (2011a): 453–453.

Karpicke, J. D., and J. R. Blunt. "Retrieval practice produces more learning than elaborative studying with concept mapping." *Science* 331, 6018 (2011b): 772–775.

Karpicke, J. D., et al. "Metacognitive strategies in student learning: Do students practice retrieval when they study on their own?" *Memory* 17, 4 (2009): 471–479.

Karpicke, J. D., and P. J. Grimaldi. "Retrieval-based learning: A perspective for enhancing meaningful learning." *Educational Psychology Review* 24, 3 (2012): 401–418.

Karpicke, J. D., and H. L. Roediger. "The critical importance of retrieval for learning." *Science* 319, 5865 (2008): 966–968.

Kaufman, A. B., et al. "The neurobiological foundation of creative cognition." *Cambridge Handbook of Creativity* (2010): 216–232.

Kell, H. J., et al. "Creativity and technical innovation: Spatial ability's unique role." *Psychological Science* 24, 9 (2013): 1831–1836.

Keller, E. F. *A Feeling for the Organism, 10th Anniversary Edition: The Life and Work of Barbara McClintock*. New York: 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 June 24, 2013).

Kinsbourne, M., and M. Hiscock. "Asymmetries of dual-task performance." In *Cerebral Hemisphere Asymmetry*, edited by J. B. Hellige, 255–334. New York: 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." *Midwestern Psychological Association Conference*, Detroit, MI, 1981.

Klingberg, T. *The Overflowing Brain*. New York: 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.

Kruger, J., and D. Dunning. "Unskilled and unaware of it: How difficulties in one's own incompetence lead to inflated self-assessments." *Journal of Personality and Social Psychology* 77, 6 (1999): 1121–1134.

Leonard, G. *Mastery*. New York: 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, J. R., 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.

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*. New York: Oxford University Press, 2005.

Lyons, I. M., and S. L. Beilock. "When math hurts: Math anxiety predicts pain network activation in anticipation of doing math." *PLOS ONE* 7, 10 (2012): e48 076.

Maguire, E. A., et al. "Routes to remembering: The brains behind superior memory." *Nature Neuroscience* 6, 1 (2003): 90–95.

Mangan, B. B. "Taking phenomenology seriously: The 'fringe' and its implications for cognitive research." *Consciousness and Cognition* 2, 2 (1993): 89–108.

Mastascusa, E. J., et al. *Effective Instruction for STEM Disciplines*. San Francisco: Jossey-Bass, 2011.

McClain, D. L. "Harnessing the brain's right hemisphere to capture many kings." *New York Times*, January 24 (2011). [http://www.nytimes.com/2011/01/25/science/25chess.html?\\_r=0](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, M. A., and A. A. Callender. "Cognition, memory, and education." In *Cognitive Psychology of Memory*, Vol. 2 of *Learning and Memory*, edited by H. L. Roediger, 819–843. Oxford, UK: Elsevier, 2008.

McGilchrist, I. *The Master and His Emissary*. New Haven, CT: Yale University Press, 2010.

Mihov, K. M., et al. "Hemispheric specialization and creative thinking: A meta-analytic review of lateralization of creativity." *Brain and Cognition* 72, 3 (2010): 442–448.

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, P. E., et al. "Strategies for learning proper names: Expanding retrieval practice, meaning and imagery." *Applied Cognitive Psychology* 19, 6 (2005): 779–798.

Moussa, M. N., et al. "Consistency of network modules in resting-state fMRI connectome data." *PLoS ONE* 7, 8 (2012): e49 428.

Mrazek, M., et al. "Mindfulness training improves working memory capacity and GRE performance while reducing mind wandering." *Psychological Science* 24, 5 (2013): 776–781.

Nagamatsu, L. S., et al. "Physical activity improves verbal and spatial memory in adults with probable mild cognitive impairment: A 6-month randomized controlled trial." *Journal of Aging Research* (2013): 861–893.

Nakano, T., et al. "Blink-related momentary activation of the default mode network while viewing videos." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110, 2 (2012): 702–706.

National Survey of Student Engagement. *Promoting Student Learning and Institutional Improvement: Lessons from NSSE at 13*. Bloomington: Indiana University Center for Postsecondary Research, 2012.

Newport, C. *How to Become a Straight-A Student*. New York: Random House, 2006.

Newport, C. *So Good They Can't Ignore You*. New York: Business Plus, 2012.

Niebauer, C. L., 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, J. A., 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*. New York: Random House, 2010.

Noice, H., and T. Noice. "What studies of actors and acting can tell us about memory and cognitive functioning." *Current Directions in Psychological Science* 15, 1 (2006): 14–18.

Nyhus, E., and T. Curran. "Functional role of gamma and theta oscillations in episodic memory." *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 34, 7 (2010): 1023–1035.

Oakley, B. A. "Concepts and implications of altruism bias and pathological altruism." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110, Supplement 2 (2013): 10 408–10 415.

Oakley, B., et al. "Turning student groups into effective teams." *Journal of Student Centered Learning* 2, 1 (2003): 9–34.

Oaten, M., and K. Cheng. "Improved self-control: The benefits of a regular program of academic study." *Basic and Applied Social Psychology* 28, 1 (2006): 1–16.

Oaten, M., and K. Cheng. "Improvements in self-control from financial monitoring." *Journal of Economic Psychology* 28, 4 (2007): 487–501.

Oettingen, G., et al. "Turning fantasies about positive and negative futures into self-improvement goals." *Motivation and Emotion* 29, 4 (2005): 236–266.

Oettingen, G., and J. Thorpe. "Fantasy realization and the bridging of time." In *Judgments over Time: The Interplay of Thoughts, Feelings, and Behaviors*, edited by L. A. Sanna and E. C. Chang, 120–142. New York: Oxford University Press, 2006.

Oudiette, D., et al. "Evidence for the re-enactment of a recently learned behavior during sleepwalking." *PLOS ONE* 6, 3 (2011): e18 056.

Pachman, M., et al. "Levels of knowledge and deliberate practice." *Journal of Experimental Psychology* 19, 2 (2013): 108–119.

Partnoy, F. Wait. New York: Public Affairs, 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, A. M. "The machines are taking over." *New York Times*, September 14 (2012). <http://www.nytimes.com/2012/09/16/magazine/how-computerized-tutors-are-learning-to-teach-humans.html?pagewanted=all>

Paul, A. M. "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](http://www.slate.com/articles/health_and_science/science/2013/05/multitasking_while_studying_divided_attention_and_technological_gadgets.3.html)

Pennebaker, J. W., et al. "Daily online testing in large classes: Boosting college performance while reducing achievement gaps." *PLOS ONE* 8, 11 (2013): e79 774.

Pert, C. B. *Molecules of Emotion*. New York: 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, P. R., 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: Harper Perennial, 1971.

Prentis, J. J. "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](http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/pcast-engage-to-excel-final_feb.pdf)

Pyc, M. A., and K. A. Rawson. "Why testing improves memory: Mediator effectiveness hypothesis." *Science* 330, 6002 (2010): 335–335.

Raichle, M. E., and A. Z. Snyder. "A default mode of brain function: A brief history of an evolving idea." *NeuroImage* 37, 4 (2007): 1083–1090.

Ramachandran, V. S. *Phantoms in the Brain*. New York: Harper Perennial, 1999.

Ramón y Cajal, S. *Advice for a Young Investigator*. Translated by N. Swanson and L. W. Swanson. Cambridge, MA: MIT Press, 1999 [1897].

Ramón y Cajal, S. *Recollections of My Life*. Cambridge, MA: MIT Press, 1937. Originally published as *Recuerdos de Mi Vida*, translated by E. H. Craigie (Madrid, 1901–1917).

Rawson, K. A., 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): 283–302.

Rivard, L. P., and S. B. Straw. "The effect of talk and writing on learning science: An exploratory study." *Science Education* 84, 5 (2000): 566–593.

Rocke, A. J. *Image and Reality*. Chicago: University of Chicago Press, 2010.

Roediger, H. L., and A. C. Butler. "The critical role of retrieval practice in long-term retention." *Trends in Cognitive Sciences* 15, 1 (2011): 20–27.

Roediger, H. L., and J. D. Karpicke. "The power of testing memory: Basic research and implications for educational practice." *Perspectives on Psychological Science* 1, 3 (2006): 181–210.

Roediger, H. L., and M. A. Пыс. "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., Dedrick, R. F., & Burgess, K. (in press). The benefit of interleaved mathematics practice is not limited to superficially similar kinds of problems. *Psychonomic Bulletin & Review*.

Rohrer, D., and H. Pashler. "Increasing retention without increasing study time." *Current Directions in Psychological Science* 16, 4 (2007): 183–186.

Rohrer, D., and H. Pashler. "Recent research on human learning challenges conventional instructional strategies." *Educational Researcher* 39, 5 (2010): 406–412.

Root-Bernstein, R. S., and M. M. Root-Bernstein. *Sparks of Genius*. New York: Houghton Mifflin, 1999.

Ross, J., and K. A. Lawrence. "Some observations on memory artifice." *Psychonomic Science* 13, 2 (1968): 107–108.

Schoenfeld, A. H. "Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense-making in mathematics." In *Handbook for Research on Mathematics Teaching and Learning*, edited by D. Grouws, 334–370. New York: Macmillan, 1992.

Schutz, L. E. "Broad-perspective perceptual disorder of the right hemisphere." *Neuropsychology Review* 15, 1 (2005): 11–27.

Scullin, M. K., and M. A. McDaniel. "Remembering to execute a goal: Sleep on it!" *Psychological Science* 21, 7 (2010): 1028–1035.

Shannon, B. J., et al. "Premotor functional connectivity predicts impulsivity in juvenile offenders." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108, 27 (2011): 11 241–11 245.

Shaw, C. A., and J. C. McEachern, eds. *Toward a Theory of Neuroplasticity*. New York: Psychology Press, 2001.

Silverman, L. *Giftedness 101*. New York: Springer, 2012.

Simon, H. A. "How big is a chunk?" *Science* 183, 4124 (1974): 482–488.

Simonton, D. K. *Creativity in Science*. New York: Cambridge University Press, 2004.

Simonton, D. K. *Scientific Genius*. New York: Cambridge University Press, 2009.

Sklar, A. Y., et al. "Reading and doing arithmetic nonconsciously." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109, 48 (2012): 19 614–19 619.

Smoker, T. J., et al. "Comparing memory for handwriting versus typing." In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 53 (2009): 1744–1747.

Solomon, I. "Analogical transfer and 'functional fixedness' in the science classroom." *Journal of Educational Research* 87, 6 (1994): 371–377.

Spear, L. P. "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.

Steel, P. *The Procrastination Equation*. New York: Random House, 2010.

Stickgold, R., and J. M. Ellenbogen. "Quiet! Sleeping brain at work." *Scientific American Mind* 19, 4 (2008): 22–29.

Sweller, J., et al. *Cognitive Load Theory*. New York: Springer, 2011.

Takeuchi, H., et al. "The association between resting functional connectivity and creativity." *Cerebral Cortex* 22, 12 (2012): 2921–2929.

Takeuchi, H., et al. "Failing to deactivate: The association between brain activity during a working memory task and creativity." *NeuroImage* 55, 2 (2011): 681–687.

Taylor, K., and D. Rohrer. "The effects of interleaved practice." *Applied Cognitive Psychology* 24, 6 (2010): 837–848.

Thomas, C., and C. I. Baker. "Teaching an adult brain new tricks: A critical review of evidence for training-dependent structural plasticity in humans." *NeuroImage* 73 (2013): 225–236.

Thompson-Schill, S. L., et al. "Cognition without control: When a little frontal lobe goes a long way." *Current Directions in Psychological Science* 18, 5 (2009): 259–263.

Thurston, W. P. (1990). "Mathematical education." *Notices of the American Mathematical Society*, 37 (7), 844–850.

Tice, D. M., and R. F. 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](http://healthcare.utah.edu/publicaffairs/news/current/08-14-13_brain_personality_traits.html)

Van Praag, H., et al. "Running increases cell proliferation and neurogenesis in the adult mouse dentate gyrus." *Nature Neuroscience* 2, 3 (1999): 266–270.

Velay, J.-L., and M. Longcamp. "Handwriting versus typewriting: Behavioural and cerebral consequences in letter recognition." In *Learning to Write Effectively*, edited by M. Torrance et al. Bradford, UK: Emerald Group, 2012: 371–373.

Wamsley, E. J., et al. "Dreaming of a learning task is associated with enhanced sleep-dependent memory consolidation." *Current Biology* 20, 9 (2010): 850–855.

Wan, X., et al. "The neural basis of intuitive best next-move generation in board game experts." *Science* 331, 6015 (2011): 341–346.

Weick, K. E. "Small wins: Redefining the scale of social problems." *American Psychologist* 39, 1 (1984): 40–49.

White, H. A., and P. Shah. "Creative style and achievement in adults with attention-deficit/hyperactivity disorder." *Personality and Individual Differences* 50, 5 (2011): 673–677.

White, H. A., and P. Shah. "Uninhibited imaginations: Creativity in adults with attention-deficit/hyperactivity disorder." *Personality and Individual Differences* 40, 6 (2006): 1121–1131.

Wilson, T. *Redirect*. New York: Little, Brown, 2011.

Wissman, K. T., 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.

## Благодарности

Выражая благодарность перечисленным здесь людям, я особо подчеркиваю, что если в этой книге есть ошибки в фактах или их интерпретации, то в этом только моя вина. Также приношу извинения тем, чье имя я по недосмотру могла пропустить.

Все мои усилия неизменно опирались на поддержку, одобрение, энтузиазм и ценные советы моего мужа Филипа Окли. Мы познакомились 30 лет назад на станции Южного полюса в Антарктиде – мне и вправду пришлось идти за этим потрясающим человеком на край света! Он мое второе «Я» и мой кумир. (А если кому-то интересно – именно его портрет приведен в пазле в главе 4.)

На протяжении всей моей карьеры моим научным руководителем был доктор Ричард Фелдер, который оказал на мою профессиональную деятельность огромное влияние. Кевин Мендес – художник, оформлявший эту книгу, – сделал потрясающие иллюстрации, я восхищаюсь его художественными способностями. Наша старшая дочь Роузи Окли не скупилась на ценные советы и поддержку во время моей работы над книгой. Наша младшая дочь Рэйчел Окли всегда была опорой в нашей жизни.

Моя близкая подруга Эми Элкон – обладатель рентгеновского зрения там, где требуется редакторское мастерство, ее невероятная способность видеть в тексте места, нуждающиеся в шлифовке, помогла сделать эту книгу неизмеримо более ясной, точной и остроумной. Мой друг Гурупрасад Мадхаван из Академии наук США и наш общий друг Джо Брэндорфф помогли мне сохранять более широкий взгляд на общую картину. Литературный коуч Дафна Грей-Грант тоже внесла огромный вклад в создание этой книги.

Я хочу отдельно отметить основополагающую помощь Риты Розенкранц, непревзойденного литературного агента. Выражаю глубочайшую благодарность Саре Гардер и Джоанне Нг из издательства Penguin – их взгляд, редакторские навыки и потрясающий профессионализм невероятно помогли мне в работе. Могу только пожелать, чтобы любому автору выпало счастье поработать с человеком, имеющим поразительный редакторский талант Джоанны Нг.

Особая благодарность Полу Кручко, чей простой вопрос о том, как мне удалось изменить подход, заставил меня начать писать книгу. Данте Ранс из межбиблиотечной службы обмена постоянно делал для меня гораздо больше, чем полагалось по должности; благодарю также Пэт Кларк за ценную помощь. В работе мне помогали многие коллеги, в частности профессора Анна Спаньюоло, Ласло Липтак и Лора Уиклунд в математике; Барб Пенпрейз и Келли Беришадж в медицине; Крис Кобус, Майк Полис, Мохаммад-Реза Сиадат и Лоренцо Смит в технических науках; Брэд Рот в физике. Аарон Берд, американский менеджер по подготовке кадров компании CD-adapco, и его коллега Ник Эпллард, вице-президент CD-adapco, также оказали неоценимую помощь. Я бы хотела также поблагодарить Тони Прохазку за острый редакторский взгляд.

Люди, перечисленные далее, также оказали ценную помощь, их опыт был очень полезен: Шан Бейлок, Марко Беллини, Роберт Билдер, Мария Анхелесь Рамон-и-Кахаль, Норман Д. Кук, Терренс Дикон, Хавьер ДеФелипе, Леонарод ДеГраф, Джон Эмсли, Норман Фортенберри, Дэвид Гири, Кэри Маллис, Нэнси Косгроув Маллис, Роберт Ричардс, Дуг Рорер, Шерил Сорби, Нил Сандаресан и Николас Уэйд.

Содействие некоторых из ведущих преподавателей университетов и колледжей трудно переоценить. Их сфера деятельности – это математика, физика, химия, биология, технические науки, бизнес, экономика, финансы, педагогика, психология, социология, медицина и английская филология. Преподаватели старших классов также внесли большой вклад. Мне бы хотелось отдельно отметить помощь тех, кто прочел книгу полностью или частично



и поделился ценными замечаниями и советами. Вот эти люди: Лола Джин Агаард-Борам, Шахем Абрахамс, Джон Адамс, Джуди Адделстон, Эйприл Лаксина Акео, Равел Аммерман, Ронда Амсел, Дж. Скотт Армстронг, Чарльз Бэмфорт, Дэвид Бэрретт, Джон Бартелт, Селсо Баталья, Джойс Миллер Бин, Джон Белл, Пол Бергер, Сидни Бергман, Роберта Билби, Пол Блоуэрс, Эби Бумарате, Дэниел Бойлан, Боб Брэдшоу, Дэвид Брайт, Кен Браун-мл., Марк Бирн, Лайза Дэвидс, Томас Дей, Эндрю ДеБенедиктис, Джейсон Дечант, Роксани ДеЛаэрт, Дебра Гасснер Дрэгон, Келли Даффи, Элисон Данвуди, Ральф Фезер-мл., А. Венни Филиппас, Джон Фрай, Коста Герусис, Ричард Джакуинто, Майкл Голд, Франклин Ф. Гороспе IV, Брюс Гурник, Кэтрин Хэндшух, Майк Харрингтон, Барретт Хээлтин, Сьюзан Саджна Хеберт, Линда Хендерсон, Мэри Дженсен, Джон Джонс, Арнольд Кондо, Патрисия Краковски, Ануска Ларкин, Кеннет Леопольд, Фок-Шуен Леунг, Марк Леви, Карстен Лук, Кеннет Маккензи, Треиси Магранн, Барри Маргулис, Роберт Мейес, Нельсон Майлон, Мелисса СакНалти, Элизабет Макпартлан, Хета-Мария Миллер, Анджело Мингарелли, Норма Миннер, Шериз Митчелл, Дина Мийоши, Джеральдин Мур, Чарльз Маллинз, Ричард Масгрейв, Ричард Нейдел, Форрест Ньюман, Кэтлин Нолта, Пьер-Филипп Уимет, Делджел Пабалан, Сьюзан Мери Пейдж, Джефф Перент, Вера Паври, Ларри Перес, Уильям Пьетро, Дебра Пул, Марк Портер, Джеффри Прентис, Аделаида Кесада, Роберт Риордан, Линда Роджерс, Джанна Росалес, Майк Розенталь, Джозеф Сантакросче, Оральдо «Бадди» Сауседо, Дональд Шарп, доктор Д. А. Смит, Роберт Снайдер, Роджер Солано, Франсес Шпильхаген, Хилари Спраул, Уильям Спраул, Скотт Пол Стивенс, Акелло Стоун, Джеймс Страуд, Фабиан Хадаприоно Тан, Сирил Торг, Б. Ли Таттл, Вин Урбановски, Линн Васкес, Чарльз Вейдманн, Фрэнк Вернер, Дейв Уитлси, Надер Замани, Билл Зеттлер и Мин Чжан.

Выражаю благодарность и тем студентам, которые приходили ко мне с интересными цитатами, историями и предложениями. Вот их имена: Натали Бетенс, Рианнон Бейли, Линдси Барбер, Шарлин Бриссон, Рэндалл Бродуэлл, Мэри Ча, Кайл Чеймберс, Закари Чартер, Джоэл Колу, Брэдли Купер, Кристофер Купер, Аукури Кауарт, Джозеф Койн, Майкл Калвер, Эндрю Давенпорт, Кейтлин Дэвидсон, Брэндон Дейвис, Александер Дебусшер, Ханна ДеВилбисс, Бренна Донован, Шелби Драпински, Тревор Дрозд, Дэниел Эвола, Кэтрин Фолк, Аарон Гарофало, Майкл Гашадж, Эммануэль Пджони, Кассандра Гордон, Юсра Хасан, Эрик Хейрманн, Томас Херцог, Джессика Хилл, Дилан Идзковски, Уэстон Джешурун, Эмили Джонс, Кристофер Каррас, Аллисон Китчен, Брайан Клопп, Уильям Келе, Челси Кубаски, Николас Лэнгли-Роджерс, Сецзин Ли, Кристофер Лоу, Джонатон Маккормик, Джейк Макнамара, Пола Меершаерт, Матеуш Мегоч, Кевин Месснер, Гарри Морадиян, Надя Нуи-Мехиди, Майкл Оррелл, Майкл Паризо, Леви Паркинсон, Рейчел Полачек, Мишель Рэдклифф, Санны Риши, Дженнифер Роуз, Брайан Шролл, Пол Швальбе, Энтони Шуто, Зэк Шоу, Дэвид Смит, Кимберли Сомервилл, Дэви Спраул, П. Дж. Спраул, Дарио Стразимини, Джонатан Стронг, Джонатан Сулек, Рави Тади, Аарон Теашу, Грегори Терри, Эмбер Тромбетта, Раджив Варма, Бинсюй Ван, Фэнфей Ван, Джессика Уархолак, Шон Уосселл, Малколм Уайтхаус, Майкл Уитни, Дэвид Уилсон, Аманда Вулф, Аня Янг, Хуэй Чжан и Кори Зинк.

## Иллюстрации

1. «Я в десятилетнем возрасте (сентябрь 1966) с барашком по кличке Граф» предоставлено автором.
2. Магнус Карлсен и Гарри Каспаров, предоставлено CBS News.
3. Участок префронтальной коры головного мозга, иллюстрация © 2013 Kevin Mendez.
4. Пинбол-автомат, иллюстрация © 2013 Kevin Mendez.
5. Сфокусированное и рассеянное мышление, иллюстрация © 2013 Kevin Mendez.
6. Треугольники, иллюстрация автора по изначальной концепции de Bono 1970: 53.
7. Пинг-понг, иллюстрация © 2013 Kevin Mendez.
8. Пирамида монет, иллюстрация автора.
9. Надя Нуи-Мехиди, фото Kevin Mendez.
10. Томас Эдисон, предоставлено U. S. Department of the Interior, National Park Service.
11. Сальвадор Дали с оцелотом и тростью, 1965; [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Salvador\\_Dali\\_NYWTS.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Salvador_Dali_NYWTS.jpg), из библиотеки Конгресса США, Нью-Йорк, коллекция World-Telegram & Sun. <http://hdl.loc.gov/loc.pnp/cph.3c14985>; автор Roger Higgins, штатный фотограф World Telegram, нет ограничений авторских прав, права штатного фотографа на перепубликацию переданы в дар Библиотеке Конгресса.
12. Кирпичные стены, иллюстрация © 2013 Kevin Mendez.
13. Четыре предмета в рабочей памяти, иллюстрация автора.
14. Роберт Билдер, иллюстрация © Chad Ebesutani, фото предоставлено Robert Bilder.
15. Осминог сфокусированного режима и мешанина рассеянного режима, иллюстрация © 2013 Kevin Mendez.
16. Нейронный паттерн, иллюстрация © 2013 Kevin Mendez.
17. Головоломка «мужское лицо», иллюстрация © 2013 Kevin Mendez и Philip Oakley.
18. Обучение «сверху вниз» и «снизу вверх», иллюстрация автора.
19. Головоломка «мужчина в “мустанге”», частично собранная, иллюстрация © 2013 Kevin Mendez и Philip Oakley.
20. Головоломка «мужчина в “мустанге”», почти законченная, иллюстрация © 2013 Kevin Mendez и Philip Oakley.
21. Формирование порции информации в ленту, иллюстрация автора.
22. Прыжок к верному решению, иллюстрация © 2013 Kevin Mendez.
23. Практика – путь к постоянству, иллюстрация © 2013 Kevin Mendez.
24. Головоломка «Мустанг», частично собранная, иллюстрация © 2013 Kevin Mendez.
25. Нейронный «крючок», иллюстрация © 2013 Kevin Mendez.
26. Пол Кручко с семьей, фото предоставлено Paul Kruchko.
27. Воронка прокрастинации, иллюстрация © 2013 Kevin Mendez.
28. Норман Фонтенберри, иллюстрация © 2011, American Society for Engineering Education; фото Lung-I Lo.
29. Много мелких достижений, иллюстрация автора.
30. Таймер «Помидор», автор Francesco Cirillo rilasciata a Erato nelle sottostanti licenze seguirà OTRS, [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Il\\_pomodoro.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Il_pomodoro.jpg)
31. Физик Энтони Гаррет Лиси, автор Cjean42, [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Garrett\\_Lisi\\_surfing.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Garrett_Lisi_surfing.jpg)
32. Оральдо «Бадди» Сауседо, фото предоставлено Oraldo “Buddy” Saucedo.
33. Нил Сандаресан, фото предоставлено Toby Burditt.
34. Список задач зомби, иллюстрация © 2013 Kevin Mendez.
35. Мэри Ча, фото предоставлено Mary Cha.

36. Улыбающийся зомби, иллюстрация © 2013 Kevin Mendez.
37. Фото Джошуа Фоеера, © Christopher Lane.
38. Летящий мул, иллюстрация © 2013 Kevin Mendez.
39. Зомби – мнемоника с использованием рук, иллюстрация © 2013 Kevin Mendez.
40. «Дворец памяти», иллюстрация © 2013 Kevin Mendez.
41. Шерил Сорби, фото Brockit, Inc., предоставлено Sheryl Sorby.
42. Круг обезьян, из *Berichte der Durstigen Chemischen Gesellschaft* (1886), с. 3536; бензольное кольцо взято с изменениями из <http://en.wikipedia.org/wiki/File: Benzene-2D-full.svg>
43. Метаболические вампиры, иллюстрация © 2013 Kevin Mendez.
44. Баскетболист-зомби, иллюстрация © 2013 Kevin Mendez.
45. Ник Эплйард, фото предоставлено Nick Appleyard.
46. Сантьяго Рамон-и-Кахаль, с позволения наследников Santiago Ramón y Cajal, при любезном содействии Maria Angeles Ramón y Cajal.
47. Нейронные ленты, иллюстрация автора.
48. Фотон, иллюстрация предоставлена Marco Bellini, Istituto Nazionale di Ottica – CNR, Florence, Italy.
49. Барбара Макклинток, фото предоставлено Smithsonian Institution Archives, изображение #SIA2008–5609.
50. Бен Карсон, фото предоставлено Johns Hopkins Medicine.
51. Николас Уэйд, фото предоставлено Nicholas Wade.
52. Инсульт, скан мозга СТ при помощи MCA infarct, автор Lucien Monfils, [http://en.wikipedia.org/wiki/File: MCA\\_Territory\\_Infarct.svg](http://en.wikipedia.org/wiki/File: MCA_Territory_Infarct.svg)
53. Нильс Бор и Эйнштейн в 1925 г., фото Paul Ehrenfest, [http://en.wikipedia.org/wiki/File: Niels\\_Bohr\\_Albert\\_Einstein\\_by\\_Ehrenfest.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File: Niels_Bohr_Albert_Einstein_by_Ehrenfest.jpg)
55. Брэд Рот, фото Yang Xia, предоставлено Brad Roth.
56. Ричард Фелдер, предоставлено Richard M. Felder.
57. Шан Бейлок, предоставлено University of Chicago.
58. Решение задачи с монетами, иллюстрация автора.



***Я счастливый человек***, ведь у меня такая прекрасная работа: искать и издавать умные книги, общаться с их авторами, узнавать от них много нового и интересного.

Издав несколько сотен деловых и развивающих книг, могу уверенно сказать, что книга для автора почти всегда – не цель, а результат. В какой-то момент автор понимает, что обладает уникальным опытом, рассказ о котором поможет другим людям стать лучше и узнать о жизни что-то полезное. Через некоторое время это понимание становится настолько осознанным, что в прямом смысле слова доводит автора до ручки (или до клавиатуры), заставляя написать книгу.

Вполне возможно, что Вы, читающий эти строки сейчас, – потенциальный автор книги, которая станет бестселлером и даст людям нужные знания и навыки.

Мы будем очень рады стать издателем Вашей книги! Наша креативная команда приложит все усилия, чтобы Ваша книга получилась красивой и качественной, чтобы она была заметна в магазинах, чтобы ее активно обсуждали.

**Присылайте нам Ваши рукописи,  
Вам понравится работать с нами!**

*С уважением,*



*Сергей Турко,  
кандидат экономических наук,  
главный редактор издательства «Альпина Паблишер»*

Заходите сюда [alpina.ru/a](http://alpina.ru/a)

## Комментарии

1.

Хотелось бы порекомендовать учителям книгу преподавателя психологии Тимоти Уилсона «Новое направление» (Redirect), подчеркивающую важность сюжета о продвижении от неудачи к успеху (Wilson 2011). Одна из главных задач этой книги – помочь студентам изменить собственный «внутренний сюжет». Непревзойденный автор, описывающий большую роль перемен в настрое мышления, – Кэрл Дуэк 2013.

2.

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

3.

Andrews-Hanna 2012; Raichle and Snyder 2007; Takeuchi et al. 2011. Более общие сведения о состоянии покоя см. в: Moussa et al. 2012. В работе, посвященной другой линии исследования, Брюс Манган отмечает, что Уильям Джеймс при описании периферийного сознания упоминает следующую черту: «Существует “перемена” сознания, при которой периферия ненадолго, но часто выходит на передний план и начинает доминировать над центром внимания» (Cook 2002: 237; Mangan 1993).

4.

Immordino-Yang et al. 2012.

5.

Эдвард де Боно – гроссмейстер по изучению креативности, предложенные им термины «вертикальное» и «латеральное» мышление примерно соответствуют моим терминам «сфокусированное» и «рассеянное» мышление (де Боно, 2012).

6.

Существуют также тесные связи с более далекими зонами мозга, как мы увидим далее в аналогии с вниманием-осьминогом.

7.

Рассеянное мышление может быть также связано с префронтальными участками, однако оно, вероятно, имеет больше общих связей и отфильтровывает меньше нерелевантных связей.

8.

Психолог Норман Кук предположил, что «первый элемент центрального принципа человеческой психологии может быть определен как поток информации между: 1) правым и левым полушариями и 2) «доминантными» [левополушарными] и периферийными эффекторными механизмами, используемыми для вербального общения» (Cook 1989: 15). Однако также стоит отметить, что разница между полушариями часто становилась основой для бесчисленных необоснованных экстраполяций и неверных выводов (Efron 1990).

9.

Согласно исследованиям занятости студентов (2012), учащиеся вузов, изучавшие инженерные специальности, проводили больше всего времени за занятиями: старшекурсники в среднем тратили на подготовку к занятиям 18 часов в неделю, старшекурсники педагогических специальностей – 15 часов, старшекурсники, изучающие

общественные науки и бизнес, – около 14 часов. В статье, опубликованной в The New York Times под заголовком «Почему студенты-естественники меняют специальность (потому что сложно учиться)», преподаватель инженерных наук Дэвид Голдберг отмечает, что серьезные требования по математике, физике и химии могут привести к тому, что студенты будут выбывать из «гонки на выживание под знаменем математики и естественных наук» (Drew 2011).

**10.**

Об эволюционных аспектах математического мышления см. в: Geary 2005, chap. 6.

**11.**

Bilalić et al. 2008.

**12.**

Geary 2011. См. также документальный фильм «Частная вселенная» (A Private Universe) по адресу <http://www.learner.org/resources/series28.html?pop=yes&pid=9>, который обусловил дальнейшее изучение природы ошибочного понимания естественно-научных концепций.

**13.**

Алан Шёнфилд (Alan Schoenfeld 1992) замечает, что более сотни имеющихся в его распоряжении видеороликов, на которых старшеклассники и студенты решают незнакомые задачи, свидетельствуют: примерно в 60 % случаев решения основываются на подходе «прочти, быстро выбери способ и не отступайся от него ни под каким видом». Это характерный пример того, как работает сфокусированное мышление.

**14.**

Голдакр, 2010.

**15.**

Gerardi et al. 2013.

**16.**

Различия между полушариями головного мозга могут быть важны, однако, как уже упоминалось, все утверждения в этой области нужно принимать с осторожностью. Лучше всего сказал об этом Норман Кук: «Многие идеи, высказанные в ходе дебатов 1970-х годов, ощутимо выходили за пределы фактических знаний: разницей между полушариями объяснялись сразу все загадки человеческой психологии, включая подсознание, природу творчества и парапсихологические феномены, – однако неизбежное отклонение маятника в обратную сторону было также чрезмерным» (Cook 2002: 9).

**17.**

Demaree et al. 2005; Gainotti 2012.

**18.**

McGilchrist 2010; Mihov et al. 2010.

**19.**

Nielsen et al. 2013.

**20.**

Immordino-Yang et al. 2012.

**21.**

Другой вариант задачи см. у де Боно (де Боно, 2012) – это дало толчок к созданию приведенной здесь задачи. Классическая книга де Боно содержит огромное количество таких задач и может служить отличным чтением.

**22.**

Я говорю о чередовании сфокусированного и рассеянного мышления, хотя аналогичный процесс происходит и при перемещении информации между полушариями мозга. Примерное представление о том, как информация переходит от одного полушария к другому и обратно, дают эксперименты над курами. Научиться не клевать горькие зерна – процесс сложной обработки следов памяти, передающихся от полушария к полушарию в течение нескольких часов (Güntürkün 2003).

**23.**

Передвиньте монеты так, как показано на рисунке: видите ли вы теперь треугольник вершиной вниз?

**24.**

Модель функционального пространства мозга, разработанная Марселем Кинсбурном и Меррилл Хискок (Kinsbourne, Hiscock 1983), предполагает, что одновременно выполняемые действия «мешают» друг другу тем больше, чем меньше расстояние между центрами мозга, ответственными за эти функции. Две задачи, одновременно обрабатываемые одним полушарием мозга, и в частности одним и тем же участком мозга, могут осложнить процесс (Войта 1990: 122). Возможно, рассеянное мышление имеет больше возможности одновременно справляться с несколькими задачами, поскольку рассеянные процессы имеют расфокусированную природу.

**25.**

Rocke 2010: 316, цит. по: Gruber 1981.

**26.**

Ibid., p. 3–4.

**27.**

Kaufman et al. 2010, в частности гипотеза на с. 222–224; Takeuchi et al. 2012.

**28.**

В попытках отследить происхождение этой легенды я списалась с Леонардом ДеГраафом, архивариусом Исторического парка Томаса Эдисона. Он ответил: «Я слышал историю о шарикоподшипнике, но никогда не видел документов, ее подтверждающих. Я едва ли могу сказать что-то конкретное о происхождении этой легенды. Возможно, эти рассказы в некоторой степени основаны на реальности, но стали частью мифологии Эдисона».

**29.**

Dalí 1948: 36.

**30.**

Gabora and Ranjan 2013: 19.

**31.**

Christopher Lee Niebauer and Garvey 2004. Нибауэр упоминает различие между объектным и многоуровневым мышлением. Третья, парадоксальная ошибка в предложении состоит в том, что третьей ошибки нет.

**32.**

Kapur and Bielczyc 2012 содержит отличный обзор с упором на важность неудачи при решении задач.

**33.**

Прекрасное обсуждение многих вариантов того, что Эдисон мог сказать или написать, см. здесь: <http://quoteinvestigator.com/2012/07/31/edison-lot-results/>

**34.**

Andrews-Hanna 2012; Raichle and Snyder 2007.

**35.**

Дуг Рорер и Харолд Пашлер (Rohrer and Pashler 2010: 406) отмечают: «...недавний анализ временной динамики изучения материала показывает, что знания более прочны в том случае, если занятия распределены так, что весь период обучения длится дольше, чем принято». Каким образом это соотносится с чередованием сфокусированного и расслабленного мышления – важная тема для будущих исследований. См.: Immordino-Yang et al. 2012. Иными словами, описанная мной картина – здоровое предположение о процессах, происходящих при обучении, однако оно требует дополнительных исследований.

**36.**

Baumeister and Tierney 2011.

**37.**

Отдельно отмечаю, что эти утверждения о стимулах, способных активизировать рассеянный режим мышления, – только мои догадки, основанные на знании о том, как к людям приходят некоторые наиболее творческие озарения.

**38.**

Bilalič et al. 2008.

**39.**

Nakano et al. 2012.

**40.**

Kounios and Beeman 2009: 212.

**41.**

Dijksterhuis et al. 2006.

**42.**



Кратковременная память содержит активизированную информацию, которая не находится в режиме активного повторения. Рабочая память – подвид кратковременной памяти и содержит информацию, которая находится в фокусе внимания и в стадии активной обработки (Baddeley et al. 2009).

**43.**

Cowan 2001.

**44.**

Если вас интересует нейронная география, лежащая в основе всего описываемого, то дело выглядит так, будто долговременная и рабочая память используют пересекающиеся области лобной и теменной зон. Средняя височная зона используется только для долговременной, но не для рабочей памяти. См.: Guida et al. 2012: 225–226; Dudai 2004.

**45.**

Baddeley et al. 2009: 71–73; Carpenter et al. 2012. Интервальные повторения также известны как «распределенная практика». Dunlosky et al. 2013, sec. 9, дает отличный обзор по теме распределенной практики. К сожалению, как отмечено в Rohrer and Pashler 2007, многие преподаватели, особенно математики, полагают, что заниматься усиленно и длительно – хороший способ усвоить знания надолго, поэтому студентам дается большое количество задач одинакового типа, которые в результате сводятся к рутинным действиям и не дают ощутимого долгосрочного эффекта.

**46.**

Xie et al. 2013.

**47.**

Stickgold and Ellenbogen 2008.

**48.**

Ji and Wilson 2006; Oudiette et al. 2011.

**49.**

Ellenbogen et al. 2007. Рассеянное мышление также может относиться к низкому латентному торможению, т. е. к невнимательности и повышенной отвлекаемости (Carson et al. 2003). Для тех из нас, чьи мысли меняются в середине фразы, есть творческая надежда!

**50.**

Erlacher and Schredl 2010.

**51.**

Wamsley et al. 2010.

**52.**

Лурия, 1968.

**53.**

Beilock 2010: 151–154.

**54.**

Дети учатся посредством сфокусированного внимания, но используют и рассеянный режим с минимальным контролем, чтобы получать знания даже в отсутствие сфокусированного внимания (Thompson-Schill et al. 2009). Иными словами, сфокусированное мышление нужно детям меньше, чем взрослым при изучении нового языка, – возможно, поэтому маленькие дети так легко усваивают иностранный язык. Однако в более позднем возрасте для изучения языка требуется сфокусированный режим хотя бы в небольших количествах.

**55.**

Guida et al. 2012, sec. 8. Недавно Синь Цзинь, Фатуэл Текуапетла и Руй Коста обнаружили, что нейроны базальных ганглиев играют важную роль при преобразовании цепи отдельных элементов в последовательность поведения, – это суть формирования порций информации (Jin et al. 2014). Руй Коста получил грант на €2 млн для изучения механизма формирования порций информации – посмотрим, что он обнаружит!

**56.**

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

**57.**

Алессандро Гуида (Guida 2012: 235) с коллегами отмечал, что формирование порций информации, по всей видимости, изначально опирается на рабочую память, связанную с префронтальными участками, и является результатом сфокусированного внимания, что помогает формировать порции информации. Такие порции при накоплении опыта начинают оседать в долговременной памяти, соотносящейся с теменными зонами. Отдельный аспект памяти связан с нейронными колебательными ритмами, которые помогают связать перцептуальную и контекстуальную информацию из многих участков мозга (Nyhus and Curran 2010). См.: Cho et al. 2012 – исследование развития беглости вспоминания при решении арифметических задач у детей.

**58.**

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

**59.**

Baddeley et al. 2009: 101–104.

**60.**

«Общая картина» и «общий взгляд», упомянутые мной, могут рассматриваться как когнитивный шаблон. См.: Guida et al. 2012, в частности раздел 3.1. Шаблоны, возникающие при изучении математики и естественных наук, естественным образом тяготеют к большей аморфности, чем возникающие при игре в шахматы. Автор отмечает, что порции информации формируются очень быстро, однако шаблоны, связанные с функциональной реорганизацией, требуют времени – от пяти недель и больше (Guida et al. 2012). См. также обсуждение в Cooper and Sweller 1987; Mastascusa et al. 2011: 23–43. Для понимания этих идей, относящихся к приобретению опыта, также полезна дискуссия в Bransford et al. 2000, chap. 2. Предварительные знания способны помочь при изучении нового материала, однако могут и мешать, поскольку устоявшиеся схемы перестроить труднее. Это особенно заметно в отношении устоявшихся – и обычно трудно изменяемых – ошибочных представлений студентов об основных понятиях физики (Hake 1998; Halloun and Hestenes 1985). Как замечают Пол Пинтрич и коллеги (Pintrich

1993: 170), «у учащегося возникает парадокс: существующие понятия, с одной стороны, это потенциальная инерция, сопротивляющаяся концептуальным переменам, с другой стороны, они также дают основу, которую учащийся может использовать для интерпретации и понимания новой, потенциально конфликтующей информации».

**61.**

Geary et al. 2008: 4–7; Karpicke 2012; Karpicke et al. 2009; Karpicke and Grimaldi 2012; Kornell et al. 2009; Roediger and Karpicke 2006. Обзоры см. в: McDaniel and Callender 2008; Roediger and Butler 2011.

**62.**

Karpicke et al. 2009: 471. См также эффект Даннинга – Крюгера, когда некомпетентные люди ошибочно завышают свои способности. Dunning et al. 2003; Kruger and Dunning 1999; Ehrlinger et al. 2008; Burson et al. 2006.

**63.**

Baddeley et al. 2009: 111.

**64.**

Dunlosky et al. 2013, sec. 4.

**65.**

Longcamp et al. 2008.

**66.**

Dunlosky et al. 2013, sec. 7.

**67.**

См., в частности, Guida et al. 2012, где описано, как эксперты учатся использовать долговременную память для расширения рабочей. См. также: Geary et al. 2008: 4–5, где замечено: «Объем рабочей памяти ограничивает успехи в математике, однако эти ограничения можно преодолеть практикой, когда процесс доводится до автоматизма».

**68.**

Генри Рёдигер и Мери Пик (Roediger and Рус 2012: 243) отмечают: «Учителей и преподавателей часто заботит вопрос креативности учащихся. Рекомендуемые нами методы показывают улучшения в процессе получения и сохранения знаний об основных понятиях и фактах, хотя некоторые критикуют такой подход, называя его “зубрежкой” и “прямым запоминанием”, а не творческим синтезом. Разве цель образования – не культивировать в учениках любознательность, стремление к открытиям и креативность? Мы не оспариваем креативность, но утверждаем, что предпосылкой к креативности служат прочные знания в определенной области. Студенты вряд ли будут способны к творческим открытиям в рамках какого бы то ни было предмета без обширного набора фактов и концепций, находящихся в их полном распоряжении. Заучивание понятий и фактов и творческое мышление не обязательно конфликтуют, они находятся в симбиозе».

**69.**

Geary 2005, chap. 6; Джонсон, 2013.

**70.**

Джонсон, 2013.

**71.**

Simonton 2004: 112.

**72.**

Анаграмма – «madame Curie». Автором считается Мейран Краус (Meyran Kraus), [http://www.fun-with-words.com/anag\\_names.html](http://www.fun-with-words.com/anag_names.html).

**73.**

Джеффри Карпик с коллегами (Karpicke 2009) предполагает наличие связи между иллюзиями компетентности при обучении и трудностями с анаграммами в тех случаях, когда ответ очевиден, в противоположность случаям, когда он не ясен.

**74.**

Это моя собственная формулировка общепринятого в научных кругах мнения. Сантьяго Рамон-и-Кахаль отмечал (цитирую Эмиля Дюкло): «Шанс открывается не тому, кто его желает, а тому, кто его заслуживает». И далее: «В науке, так же как в лотерее, удача благоволит к тем, чья ставка больше, – или, по другой аналогии, к тем, кто постоянно возделывает свой сад» (Ramón y Cajal 1999: 67–68). Луи Пастер писал: «В сфере научных наблюдений удача благоволит только сведущим и хорошо подготовленным умам». Аналогичный подход отражен в латинской пословице «Фортуна любит смелых» и в девизе британских парашютно-десантных частей особого назначения (SAS): «Побеждает отважный».

**75.**

Kounios and Beeman 2009 [1897]; Ramón y Cajal 1999: 5.

**76.**

Rocke 2010.

**77.**

Thurston 1990: 846–847.

**78.**

См. основополагающую работу Карла Андерса Эрикссона о совершенствовании мастерства (Ericsson 2009). Ценные популярные подходы, относящиеся к развитию таланта, см. в: Койл, 2011; Грин, 2014; Leonard 1991.

**79.**

Karpicke and Blunt 2011a; Karpicke and Blunt 2011b. Дальнейшую информацию см. в: Guida et al. 2012: 239.

**80.**

Интересно, что префронтальные зоны левого полушария бывают активны во время кодирующей фазы запоминания, а зоны правого полушария – во время вспоминания. Об этом сообщают разные группы, использовавшие различные методы получения изображений мозга (Cook 2002: 37). Возможно, извлечение запомненного материала

приводит к образованию связей, свойственных рассеянному режиму? См. также: Geary et al. 2008: 4–6 до 4–7.

**81.**

Здесь есть и опасности. Например, что, если студента попросят вспомнить материал, чтобы определить, что должно быть включено в концепт-карту? Несомненно, различия между учебными предметами тоже имеют значения. В случае ряда дисциплин, например связанных с передачей сигнала внутри биологических клеток, концепт-карты естественным образом более удобны при усвоении ключевых идей.

**82.**

Brown et al. 1989.

**83.**

Джонсон, 2013.

**84.**

Baddeley et al. 2009, chap. 8.

**85.**

Кен Кёдингер, преподающий человеко-компьютерное взаимодействие и психологию в Университете Карнеги – Меллон, пишет: «Чтобы максимизировать удержание материала в памяти, лучше всего поначалу давать студентам информацию через небольшие промежутки, а затем постепенно удлинять промежуточные периоды. Разные типы информации – например, абстрактные понятия в противоположность конкретным фактам – требуют разных режимов запоминания» (цит. по: Paul 2012).

**86.**

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

**87.**

Rohrer and Pashler 2007.

**88.**

По-видимому, массово используемые методы презентации материала создают иллюзию компетентности при преподавании. Студенты быстро запоминают материал, однако, как показали исследования, забывают они его тоже быстро. Рёдигер и Пик (Roediger and Pyc 2012: 244) отмечают: «Такой исход показывает, почему преподаватели и студенты по заблуждению используют методики, которые оказываются неэффективными в долгосрочной перспективе. Когда мы учим материал, мы настолько сосредоточены на процессе заучивания, что с удовольствием прибегаем к стратегиям, облегчающим запоминание. Массовые практики именно к этому и приводят. Чтобы материал лучше и дольше удерживался в памяти, нужно использовать интервальное и чередующееся повторение, однако во время заучивания эта процедура кажется трудной. Чередование осложняет изначальный процесс обучения, однако оно более желательно из-за того, что способствует более надежному и длительному сохранению материала в памяти».

**89.**

Rohrer et al. 2013.

**90.**

Рорер и Пашлер (Rohrer and Pashler 2010: 406) отмечают: «... чередование разных типов задач (так редко встречающееся в математике и естественных науках) заметно облегчает усвоение материала».

**91.**

Личная переписка с автором, 20 августа 2013 г. См. также: Carey 2012.

**92.**

Longcamp et al. 2008.

**93.**

Например, см.: <http://usefulshortcuts.com/alt-codes>.

**94.**

Emsley 2005: 103.

**95.**

Chu and Choi 2005; Graham 2005; Partnoy 2012.

**96.**

Стил (Steel 2007: 65) отмечает: «По некоторым оценкам, 80–95 % студентов колледжей занимаются прокрастинацией... примерно 75 % считают себя прокрастинаторами... и почти 50 % прокрастинируют постоянно и испытывают из-за этого проблемы. Абсолютное количество прокрастинаторов довольно значительно; студенты сообщают, что прокрастинация в стандартном случае занимает одну треть активного времени дня, часто они отвлекаются на сон, игры или просмотр телевизионных программ... Более того, этот процент растет... Прокрастинация, обычно процветающая в высших учебных заведениях, также широко распространена среди прочего населения и стабильно проявляется у 15–20 % взрослых».

**97.**

Ainslie and Haslam 1992; Steel 2007.

**98.**

Lyons and Beilock 2012.

**99.**

Эмметт, 2008.

**100.**

См. в работе Дахигг, 2014, где цитируется Weick 1984.

**101.**

Роберт Бойс (Robert Voice 1996: 155) отмечал, что прокрастинация связана с сужением поля сознательного восприятия. См. также с. 118–119.

**102.**

Voice 1996: 176.

**103.**

Tice and Baumeister 1997.

**104.**

Voice 1996: 131.

**105.**

McClain 2011; Wan et al. 2011.

**106.**

Дахигг, 2014.

**107.**

Steel 2010: 190, со ссылкой на Oaten and Cheng 2006 and Oaten and Cheng 2007.

**108.**

Baumeister and Tierney 2011: 43–51.

**109.**

Steel 2010, со ссылкой на оригинальную работу Robert Eisenberger 1992, и др.

**110.**

Ibid., p. 128–130, в свою очередь с отсылкой к Gabriele Oettingen.

**111.**

Beilock 2010: 34–35.

**112.**

Ericsson et al. 2007.

**113.**

Voice 1996: 18–22.

**114.**

Paul 2013.

**115.**

Важно понимать, что значительная часть литературы об экспертах касается людей, которые годами выработывали нужный уровень мастерства. Однако это эксперты и мастерство другого уровня. Например, если вы знаете аббревиатуры FBI и IBM, то проще запомнить последовательность как две порции информации, а не как разрозненный набор из шести букв. Однако такой легкий способ формирования порций информации предполагает, что вы уже знаете не только значения FBI и IBM, но и латинский алфавит. Представьте, насколько сложнее было бы запомнить последовательность тибетских букв .

**116.**

Мы говорили о чередовании разных методик при изучении одной и той же темы. А как насчет чередования совершенно различных учебных предметов? К сожалению, по этому вопросу пока нет исследовательской литературы (Roediger and Рус 2012: 244), поэтому в этом отношении я предлагаю ориентироваться на здравый смысл и общую практику. Будет интересно посмотреть на будущие исследования по этой теме.

**117.**

Kalbfleisch 2004.

**118.**

В работе Guida et al. 2012: 236–237 отмечается, что порции информации в рабочей и, соответственно, в долговременной памяти «растут с практикой и мастерством... порции также становятся богаче, поскольку с каждой из них ассоциируется большее количество опыта, касающегося долговременной памяти. Более того, несколько порций информации долговременной памяти могут оказаться привязаны к знанию. Со временем, если человек становится экспертом, наличие связей между несколькими порциями может привести к созданию порций высокого иерархического уровня... Например, при игре в шахматы шаблоны могут иметь связьку с... “планами, ходами, стратегическими и тактическими концепциями, а также с другими шаблонами”... Мы предполагаем, что функциональная реорганизация мозга может иметь место при обретении мастерства в случаях, когда порции информации долговременной памяти и структуры знания существуют и являются эффективными в рамках мастерства».

**119.**

Duke et al. 2009.

**120.**

Хороший обзор условий, при которых намеренная практика наиболее эффективна, см. в Pachman et al. 2013.

**121.**

Roediger and Karpicke 2006: 199.

**122.**

Wan et al. 2011. Это исследование было призвано описать нейронные цепочки, отвечающие за быстрое (до двух секунд) интуитивное определение наилучшего варианта следующего хода в сёги – сложнейшей стратегической игре. Часть мозга, связанная с быстрыми, неявными, бессознательными привычками (цепь между предклиньем и хвостатым ядром), оказалась главной для быстрой генерации наилучшего варианта следующего хода у профессиональных игроков. См. также: McClain 2011.

**123.**

Charness et al. 2005.

**124.**

Karpicke et al. 2009; McDaniel and Callender 2008.

**125.**

Fischer and Bidell 2006: 363–370.



**126.**

Roediger and Karpicke 2006, со ссылкой на William James's Principles of Psychology.

**127.**

Beilock 2010: 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. В обзоре различных учебных методов (Dunlosky et al. 2013) отмечается крайняя полезность «тренировочного тестирования» из-за его эффективности, широкой применимости и легкости использования. См. также: Pennebaker et al. 2013.

**129.**

Keresztes et al. 2013 дает свидетельства тому, что тестирование улучшает усвоение материала в долгосрочной перспективе путем стабилизации активизирующих шаблонов на большом количестве зон головного мозга.

**130.**

Pashler et al. 2005.

**131.**

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

**132.**

Аллен, 2011.

**133.**

Steel 2010: 182.

**134.**

Beilock 2010: 162–165; Chiesa and Serretti 2009; Lutz et al. 2008.

**135.**

Те, кто заинтересуется, могут обратиться к ресурсам, перечисленным на <http://www.acmhe.org/>

**136.**

Voice 1996: 59.

**137.**

Феррис, 2013.

**138.**

Ibid., p. 487.

**139.**

Фьоре, 2013.

**140.**

Scullin and McDaniel 2010.

**141.**

Newport 2012; Newport 2006.

**142.**

Фьоре, 2013.

**143.**

Baddeley et al. 2009: 378–379.

**144.**

Johansson 2012, chap. 7.

**145.**

Boice 1996: 120; Фьоре, 2013, chap. 6.

**146.**

Ibid., p. 125.

**147.**

Amabile et al. 2002; Baer and Oldham 2006; Boice 1996: 66.

**148.**

Rohrer, et al. (в прессе).

**149.**

Chi et al. 1981.

**150.**

Noesner 2010.

**151.**

Newport 2012, особенно гл. 1 (“Rule#1”).

**152.**

Nakano et al. 2012.

**153.**

Duhigg, 2012.

**154.**

Newport 2012.

**155.**

Многие из таких идей см. у Edelman 2012.

**156.**

Эленор Магуайр с коллегами (Maguire et al. 2012) изучала известных мнемонистов в ходе таких мероприятий, как Мировой чемпионат по запоминанию. «Используя нейрофизиологические измерения, а также структурную и функциональную томографию», они обнаружили, что «суперпамять не является результатом исключительных мыслительных способностей или структурных отличий мозга. Обладатели суперпамяти скорее использовали пространственные методы усвоения информации, задействуя такие участки мозга, как гиппокамп, принципиальные для памяти, в частности для пространственной памяти».

**157.**

В работе Maguire et al. 2003 отмечается, что приемы запоминания часто считаются слишком сложными для использования, однако некоторые из них, такие как «дворец памяти», вполне понятны и полезны при попытках запомнить важную информацию.

**158.**

Cai et al. 2013; Фоер, 2013. Дениз Кей с коллегами в своей работе показала, что специализация одного полушария (обычно левого) в связи с языками сопровождается аналогичной специализацией другого полушария в связи со зрительно-пространственными способностями. Специализация функции в одном полушарии, иными словами, приводит к специализации другой функции в другом полушарии.

**159.**

Ross and Lawrence 1968.

**160.**

Baddeley et al. 2009: 363–365.

**161.**

[http://www.ted.com/talks/joshua\\_foer\\_feats\\_of\\_memory\\_anyone\\_can\\_do.html](http://www.ted.com/talks/joshua_foer_feats_of_memory_anyone_can_do.html)

**162.**

<http://www.skillstoolbox.com/career-and-education-skills/learning-skills/memory-skills/mnemonics/applications-of-mnemonic-systems/how-to-memorize-formulas/>

**163.**

О важности пространственных обоснований см. в Kell et al. 2013.

**164.**

Cat 2001 и Lützen 2005 – два источника информации о метафорах, относящихся к физике конца XIX века. О метафорах в химии и других науках см.: Rocke 2010, в частности главу 11. См. также: Gentner and Jeziorski 1993. Тема томографии и визуализации не укладываются в какую-то одну книгу – см., например, Journal of Mental Imagery.

**165.**

Признанный специалист по математическим моделям Эммануэль Дерман отмечает: «Теории описывают мир и взаимодействуют с ним по его собственным законам и потому должны быть самостоятельными. Модели не самостоятельны. Они – метафоры, сравнивающие объект своего внимания с чем-то схожим. Схожесть всегда лишь частична, поэтому модели

всегда упрощают реальность и сокращают количество граней многосложного мира... Если коротко, то теории говорят о том, что представляет собой объект, модели – на что он похож» (Derman 2011: 6).

**166.**

Solomon 1994.

**167.**

Rocke 2010: xvi.

**168.**

Ibid., p. 287, со ссылкой на Berichte der Durstigen Chemischen Gesellschaft (1886), p. 3536. Это был пародийный номер несуществующего «durstigen» («жаждущего») общества знатоков и любителей. Выпуск был разослан подписчикам издания, сегодня его практически невозможно найти в силу бутафорского характера.

**169.**

Rawson and Dunlosky 2011.

**170.**

Dunlosky et al. 2013; Roediger and Pyc 2012. В обзоре, касающемся использования карточек студентами (Kathryn Wissman et al. 2012: 568), отмечается: «Студенты понимают выгоды усиленных и упорных занятий (объем практики), но обычно не практикуют или не понимают выгод занятий с более продолжительными интервалами (время практики)».

**171.**

Morris et al. 2005.

**172.**

Baddeley et al. 2009: 207–209.

**173.**

Вы можете счесть, что в этой книге я упомянула все компоненты учебного принципа SQ3R (survey, question, read, recall и review – исследовать, задать вопросы, прочесть, вспомнить, повторить) или также SQ4R (survey, question, read, recite, review, write – исследовать, задать вопросы, прочесть, пересказать, повторить и записать). Поэтому вы можете спросить, почему я не остановилась на этом методе подробнее. Метод SQ3R разработал психолог Фрэнсис Плезант Робинсон в качестве инструмента обучения. Главная часть изучения математики и естественных наук – решение задач, к которому метод SQ3R неприменим. Это отмечено не мной одной. Преподаватель физики Рональд Аарон и его сын Роберт Аарон пишут: «...В одном из психологических текстов предлагается изучение по методу SQ3R... Для усвоения лекций он предлагает метод LISAN [lead, idea, signal words, actively listen, note-taking – идти впереди, схватывать основные идеи, примечать слова-сигналы, активно слушать, вести записи]... Верите ли вы, что эти методы могут вам помочь? Верите ли вы в Санта-Клауса? А в пасхального кролика?» (Aaron and Aaron 1984: 2).

**174.**

Любопытно, что эта сфера малоисследованна, а то небольшое, что есть, только подтверждает идею о том, что записывание от руки помогает усваивать информацию лучше, чем если

набирать ее на клавиатуре компьютера. См.: 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: 230; Leutner et al. 2009.

**177.**

В работе Levin et al. 1992 показывается, что студенты, использующие мнемонику, успевают лучше студентов, применяющих контекстуальный и вольный подход к запоминанию материала.

**178.**

Гуйда (Guida et al. 2012) обращает внимание на то, что хорошее владение методами запоминания может ускорить процесс формирования порций информации и структур знания, тем самым помогая быстрее приобрести опыт и мастерство путем частичного использования долговременной памяти как рабочей.

**179.**

Baddeley et al. 2009: 376–377, со ссылкой на исследования Helga and Tony Noice 2007.

**180.**

Jin et al. 2014.

**181.**

Partnoy 2012: 73. Партной далее пишет: «Иногда точное понимание наших бессознательных действий может уничтожить естественную спонтанность. Если мы слишком осознанно за собой следим, мы мешаем инстинктивному подходу там, где он нужен. Однако, если мы не следим за собой вовсе, мы никогда не усовершенствуем инстинкт. Главное здесь – в течение считанных секунд осознавать те факторы, на которых строится наше решение... но не осознавать их слишком четко, чтобы они не стали неестественными и неэффективными» (Partnoy 2012: 111).

**182.**

Partnoy 2012: 72, со ссылкой на Klein 1999.

**183.**

Klein 1999: 150, со ссылкой на Klein and Klein 1981. Однако обратите внимание на малый объем выборки в Klein and Klein 1981.

**184.**

Авторы работы Mauro Pesenti et al. 2001: 103 пишут: «Мы показали, что высокие способности к исчислениям отнюдь не обусловлены повышенной активностью процессов, происходящих в мозгу у неэкспертов; скорее, дело обстоит так, что эксперты и неэксперты используют для счета разные участки мозга. Мы обнаружили, что эксперты могут переключаться с требующих усилий кратковременных стратегий хранения информации

на высокоэффективное эпизодическое кодирование в памяти и воспроизведение, – этот процесс поддерживался правой префронтальной и средней височной зонами мозга».

**185.**

Уильям Чейз и Герберт Саймон в своем классическом исследовании (Chase and Simon 1973) выяснили, что, когда хорошие шахматисты интуитивно определяют для себя следующий ход в партии, этот процесс основан у них на исключительном и быстром просчитывании шаблонов – на умении, развившемся в результате тщательных тренировок. В работе Fernand Gobet et al. 2001: 236 порция информации определяется как «собрание элементов, имеющих крепкие связи друг с другом, но слабо связанных с другими порциями».

**186.**

Amidzic et al. 2001; Elo 1978; Simon 1974. В Gobet and Simon 2000 говорится о 300 000 порциях информации.

**187.**

Gobet 2005. Далее автор замечает, что мастерство в одной области не переходит в другую. Это правда: знание испанского не поможет заказать в кафе тушеную капусту на немецком. Однако метанавыки очень важны. Если вы научились учить один язык, учить второй будет легче.

**188.**

Beilock 2010: 77–78; White and Shah 2006.

**189.**

Этот вид открытий очень мало освещен в исследовательской литературе. См.: Simonton 2009.

**190.**

Carson et al. 2003; Ellenbogen et al. 2007; White and Shah 2011.

**191.**

В работе Merim Bilalić et al. 2007 указывается, что некоторые игроки с IQ между 108 и 116 попали в элитную игровую группу благодаря обширной практике. Элитная группа имеет средний IQ 130. См. также: Duckworth and Seligman 2005.

**192.**

Klingberg 2008.

**193.**

Silverman 2012.

**194.**

Felder 1988. См. также: Justin Kruger and David Dunning 1999: «Неверная оценка некомпетентности исходит из ошибки о себе самом, тогда как неправильная оценка высокой компетентности обусловлена ошибкой в отношении других».

**195.**

DeFelipe 2002.

**196.**

Ramón y Cajal 1937: 309.

**197.**

Ramón y Cajal 1999 [1897]: xv – xvi; Ramyn y Cajal 1937: 278.

**198.**

Ramón y Cajal 1937: 154.

**199.**

Fields 2008; Giedd 2004; Spear 2013.

**200.**

Ramón y Cajal 1999 [1897].

**201.**

Bengtsson et al. 2005; Spear 2013.

**202.**

Рамон-и-Кахаль, несомненно, умел хорошо продумывать свои проекты: достаточно посмотреть на сконструированную им пушку. Однако он, судя по всему, имел проблемы с видением общей картины последствий своих действий. Захваченный, например, увлекательным занятием – подрывом соседской калитки, он не мог предсказать очевидного исхода и понять, что последствия могут быть для него плачевны. См. в Shannon et al. 2011 интригующее открытие о том, что функциональная связность в неблагополучных подростках связывает дорсолатеральную премоторную зону коры головного мозга с сетью пассивного режима работы мозга («созвездие мозговых зон, связанное со спонтанной, неограниченной, самосоотносимой когнитивной деятельностью», с. 11241). По мере взросления неблагополучных подростков их поведение улучшается, названная зона коры становится связана с центрами внимания и контроля.

**203.**

Bengtsson et al. 2005; Spear 2013. А также Thomas and Baker 2013, где отмечается (с. 226): «Результаты изучения животных заставляют предположить, что крупномасштабная организация аксонов и дендритов является стабильной и зависящая от опыта структурная пластичность взрослого мозга возникает очагами и является недолговечной». Иными словами, мы способны слегка изменить мозг, но не можем перенастроить его заново. И это разумно. См. также Дойдж, 2010 – чрезвычайно популярную книгу о пластичности мозга. Лучший технический подход к этой теме – см. в Shaw and McEachern 2001. Примечательно, что работы Рамон-и-Кахаля сейчас получают все большее признание как труды, основополагающие для нашего понимания пластичности мозга (DeFelipe 2006).

**204.**

Ramón y Cajal 1937: 58.

**205.**

Ibid., p. 58, 131. Способность ухватывать ключевые идеи (суть задач) оказывается более важной, чем способность дословно запомнить материал. Дословное запоминание

как противоположность пониманию сути, по-видимому, кодируется иным образом. См.: Geary et al. 2008: 4–9.

**206.**

DeFelipe 2002.

**207.**

Ramón y Cajal 1937: 59.

**208.**

Root-Bernstein and Root-Bernstein 1999: 88–89.

**209.**

Bransford et al. 2000, chap. 3; Mastascusa et al. 2011, chap. 9–10.

**210.**

Fauconnier and Turner 2002.

**211.**

Mastascusa et al. 2011: 165.

**212.**

Gentner and Jeziorski 1993.

**213.**

Plath 1971: 34.

**214.**

Фейнман, 2014.

**215.**

Фейнман, 1965.

**216.**

Этот раздел опирается на чудесную работу Prentis 1996.

**217.**

Отрывки из песни Mandelbrot Set, © Jonathan Coulton, с любезного разрешения Джонатана Колтона. Цитата взята из текста, полностью выложенного на [http://www.jonathancoulton.com/wiki/Mandelbrot\\_Set/Lyrics](http://www.jonathancoulton.com/wiki/Mandelbrot_Set/Lyrics)

**218.**

Prentis 1996.

**219.**

Cannon 1949: xiii; Ramón y Cajal 1937: 363. На схожую тему см. отличную работу DeFelipe 2010 с прекрасными иллюстрациями – изображениями, полученными на заре нейробиологических исследований.



**220.**

Mastascusa et al. 2011: 165.

**221.**

Keller 1984: 117.

**222.**

См. обсуждения вопросов и ответов в Dunlosky et al. 2013.

**223.**

<http://www.youtube.com/watch?v=FrNqSLPaZLc>

**224.**

<http://www.reddit.com/r/explainlikeimfive>

**225.**

См. также примечание 8 к главе 12.

**226.**

Mastascusa et al. 2011, chap. 9–10.

**227.**

Foerde et al. 2006; Paul 2013.

**228.**

Колвин 2012; Койл 2011; Гладуэлл 2012.

**229.**

Deslauriers et al. 2011; Felder et al. 1998; Hake 1998; Mitra et al. 2005; President's Council of Advisors on Science and Technology 2012.

**230.**

Ramón y Cajal 1999 [1897].

**231.**

Kamkwamba and Mealer 2009.

**232.**

Pert 1997: 33.

**233.**

McCord 1978. См. обширное обсуждение этого и аналогичных исследований в Armstrong 2012. В работе Karur and Bielaczyc 2012 указывается, что менее жесткие указания преподавателей могут привести к неожиданному улучшению качества знаний студентов.

**234.**

Oakley et al. 2003.

**235.**

См.: Armstrong 2012 и ссылки в этой работе.

**236.**

Oakley 2013.

**237.**

Schutz 2005. «Фред» (Fred) – предположительно анаграмма для типичных черт «расстройства восприятия общей картины в результате поражения правого полушария мозга».

**238.**

McGilchrist 2010 дает разностороннюю информацию, подтверждающую различия между функциями полушарий, в то время как более давняя работа Efron 1990 призывает к осторожности при исследовании полушарий. См. также Nielsen et al. 2013; врач и доктор наук Джефф Андерсон, принимавший участие в исследованиях, пишет: «Совершенно верно, что некоторые функции мозга относятся либо к одному, либо к другому полушарию. Язык тяготеет к левому, внимание к правому. Однако у людей не наблюдается тенденции иметь более сильные левополушарные или правополушарные нейронные сети, все определяется отдельными связями» (University of Utah Health Care Office of Public Affairs 2013).

**239.**

McGilchrist 2010: 192–194, 203.

**240.**

Houdé and Tzourio-Mazoyer 2003. В работе Houdé 2002: 341 говорится: «Полученные изображения мозга показывают у людей, здоровых с точки зрения нейробиологии, прямое участие правой венстромедиальной префронтальной коры головного мозга в создании логического мышления, т. е. в том, что направляет мозг в сферу логики, где он может применять инструменты дедукции... Следовательно, правая венстромедиальная префронтальная кора может быть эмоциональным компонентом мозгового механизма, предназначенного для исправления ошибок. Точнее, эта зона может соотноситься с механизмом самоощущения, обнаруживающим условия, при которых возможны ошибки рассуждения».

**241.**

См.: Stephen Christman et al. 2008: 403, где утверждается: «Левое полушарие поддерживает наши текущие мнения, в то время как правое оценивает и обновляет эти мнения, когда нужно. Оценка мнений, таким образом, зависит от взаимодействия между полушариями».

**242.**

Ramachandran 1999: 136.

**243.**

Gazzaniga 2000; Gazzaniga et al. 1996.

**244.**

Фейнман 2011. Изначально представлено в его речи в Калифорнийском политехническом институте в 1974 г.

**245.**

Фейнман, 2011.

**246.**

В работе Alan Baddeley et al. 2009: 148–149 отмечается: «У нас сейчас недостаточно способов защититься от вызовов собственному самоуважению. Мы с готовностью принимаем похвалу, но скептически относимся к критике, часто считая ее плодом предубеждения критикующего. Успех мы готовы считать собственной заслугой, зато вину за неуспех мы отрицаем. Если эта уловка не срабатывает, мы успешно забываем провалы и помним успех и похвалу» (ссылка опущена).

**247.**

Granovetter 1983; Granovetter 1973.

**248.**

Ellis et al. 2003.

**249.**

Beilock 2010: 34.

**250.**

Arum and Roksa 2010: 120.

**251.**

Посетите сайт доктора Фелдера: <http://www4.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/>

**252.**

Felder 1999. Использовано с разрешения Ричарда Фелдера и Chemical Engineering Education.

**253.**

Дополнительные материалы на эту тему см. в McClain 2011 и цитируемых там источниках.

**254.**

Beilock 2010: 140–141.

**255.**

Mrazek et al. 2013.

**256.**

В работе Beilock 2010: 60 говорится: «Спортсмены в стрессовой ситуации порой пытаются контролировать свои действия так, что все их усилия оборачиваются к худшему. Такой контроль, часто называемый “паралич от анализа”, есть результат гиперактивности префронтальной зоны коры головного мозга».

**257.**

Beilock 2010; <http://www.sianbeilock.com/>