



Предварительные рецензии на  
«НАУЧИТЬ НЕВОЗМОЖНОМУ»

«Эта книга обязательна к прочтению всем, кому небезразлично образование. Предназначение мозга — обучение и адаптация, и здесь вы найдете исчерпывающий набор инструментов, призванных помочь ученикам извлечь из учебы максимум пользы. Учиться должно быть интересно, а интереснее всего обучение проходит, когда оно оптимизировано под работу вашего мозга. Это поистине блестящая книга».

*Маим Бялик, доктор философии, четырежды номинированная на «Эмми» за роль в «Теории большого взрыва», автор бестселлеров «Нью-Йорк таймс» «Взросление девочек» и «Взросление мальчиков»*

«Эта доступная и увлекательная книга упростит учителям преподавание, а ученикам — обучение. Авторы предоставляют необходимую для подготовки будущих учителей информацию, которую сложно получить в другом месте».

*Натали Уэкслер, автор «Разрыва в знаниях»*

«Когда мы учимся, в мозге происходят изменения. Книга рассказывает, как устроен этот процесс, почему у нас могут возникнуть сложности и как облегчить обучение в аудитории. Учителям со стажем она поможет разобраться, почему их методики работают и как можно их улучшить. Менее опытные учителя и родители учеников, обучающихся на дому, найдут здесь практические советы по успешной организации обучения».

*Кристен Ди Сербо, доктор философии, начальница отдела обучения и развития персонала (Академия Хана)*

«Из всех прочитанных мной книг по нейронаукам только этой удалось углубить мое понимание того, как функционирует мозг во время обучения и какие именно стратегии следует использовать в преподавании. Я весьма рекомендую ее к прочтению».

*Роберт Марцано, доктор философии, соучредитель «Марцано Резорсис» и автор «Нового искусства и науки преподавания»*

«Авторы привнесли в свою невероятно практичную и понятную книгу глубокие познания о жизни учителей и их подопечных, описали возможные применения нейронаучных исследований в успешном преподавании и обучении и доступно изложили сложные идеи».

*Кэрол Энн Томлинсон, доктор педагогики, автор книги «Как дифференцировать обучение в классе со смешанными способностями»*

«Не могу дождаться, когда эта познавательная книга окажется в руках учителей, персональных наставников и родителей. Практическое руководство поможет любому обучающемуся разобраться в функциях мозга и учебных привычках. Настоятельно рекомендую!»

*Джули Богарт, автор «Отважного ученика»*

«Чудесный источник сведений. Авторы превращают комплексные исследования мозга в практические советы, которыми сможет незамедлительно воспользоваться любой читатель. Книга обязательна к прочтению как преподавателям, так и ученикам».

*Скотт Янг, автор «Суперобучения»*

«„Научить невозможному“ основана на нейронауках, приправлена юмором и написана живо и толково. Это новый взгляд на вечную проблему педагогики. Не могу дождаться, когда смогу применить полученные знания на практике — и в преподавании, и в обучении».

*Стивен Строгац, доктор философии, профессор кафедры прикладной математики имени Джейкоба Гулда Шурмана в Корнеллском университете, автор «Бесконечной силы»*

«Раскрытые в книге механизмы нейронаук позволят преподавателям внести значительные изменения в методики обучения и повысить успеваемость студентов. Фундаментальный материал для школьных учителей и университетских профессоров».

*Жаклин Эль-Сайед, доктор философии, проректор по учебной работе (Американское общество инженерного образования)*

«Каждый, даже самый опытный, преподаватель, взявшийся за эту книгу, сможет лучше понять механизмы работы мозга и освоит практические стратегии по повышению успеваемости и благополучия учеников».

*Джеймс Ланг, доктор философии, автор «Учимся понемногу»*

«Авторы „Научить невозможному“ великолепно устанавливают связь между преподаванием, психологией и нейронауками. Будучи когнитивистом и педагогом, я обнаружила в книге множество любопытных исследований в моей области, а также практические стратегии, готовые к применению в классе. Если вы ищете основанные на научных исследованиях стратегии преподавания, эффективность которых доказана на практике, обязательно прочтите „Нездравый смысл“».

*Пуджа Агарвал, доктор философии, соавтор «Мощного обучения»*

«Эта книга вводит богатые знания по когнитивистике в практику и предоставляет учителям возможность улучшить свое понимание образования как науки и овладеть практическими стратегиями, упрощающими обучение».

*Дьёрдь Бужаки, доктор медицины, доктор философии, автор «Мозга изнутри»*

# Содержание

Заметка для читателей-учителей .....	8
1. Формирование памяти: как ученики убеждают себя, что они учатся .....	11
2. Инклюзивное обучение: как важна емкость рабочей памяти .....	24
3. Активное обучение: декларативный путь .....	46
4. Лекарства от прокрастинации .....	72
5. Развитие мозга человека и его роль в преподавании.....	93
6. Активное обучение: процедурный путь.....	116
7. Как сплотить класс при помощи привычек.....	156
8. Как сделать учеников командой: сила совместного обучения .....	176
9. Как вести занятия онлайн с изюминкой и со вкусом .....	190
10. Как проложить курс до самого финиша: сила учебных планов.....	221
До свидания и снова здравствуйте!.....	243
ПРИЛОЖЕНИЕ А	
Как вести себя во время совместной работы в команде.....	244
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	
Список целей опытного педагога.....	249
Благодарности.....	251
Источники .....	253
Библиография.....	254
Алфавитный указатель .....	270
Заметки .....	280

## Заметка для читателей-учителей

«Научить невозможному» звучит немного вызывающе. Ведь если вы уже давно преподаете, большинство советов по преподаванию сводятся к компромиссам и балансированию на грани возможного.

На сцену выходят Барб Оакли и Терри Сейновски, чей массовый открытый онлайн-курс (МООК) «Научитесь учиться», рассматривающий обучение и преподавание с точки зрения работы мозга, стал одним из самых популярных в мире: на него записываются миллионы людей. Своей популярностью «Научитесь учиться» обязан новым, полезным на практике сведениям, которые весьма ценятся аудиторией. Чтобы помочь слушателям разобраться в том, как в мозге проходит процесс обучения, курс выбрал как экспертные знания Терри в области вычислительной нейробиологии и его выдающийся вклад в развитие нейронных сетей в Институте биологических исследований Солка, так и навыки Барб — профессора инженерного дела, лингвиста и искательницы приключений по всему миру. Большая часть курса основана на новейших данных, которые еще не вошли в программы педагогических вузов и колледжей, но играют важную роль в оптимизации процесса обучения и опровергают распространенные заблуждения о преподавании<sup>1</sup>.

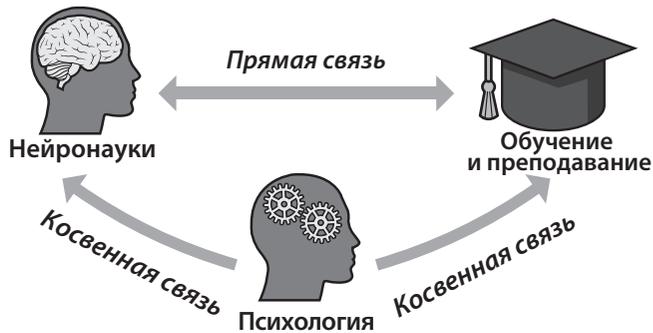
Давайте сделаем небольшое отступление. Преподавание с давних пор считается искусством, но постичь это искусство и сейчас непросто. Приступая к работе, новоиспеченные учителя горят желанием создать что-то прекрасное, но, столкнувшись с необходимостью маневрировать между учениками с разными способностями и нуждами и неподъемными ожиданиями их родителей, из начинающих да Винчи они превращаются в голодающих художников. Большинство учителей стараются учить наилучшим возможным образом. Но, само собой разумеется, они преподают так, как учили их самих и как до этого учили *их учителей*. К сожалению, такая стратегия преподавания не всегда подходит современным ученикам.

Здесь на сцену выходит Бет Роговски. В 1990-х Бет только начинала преподавать и мечтала изменять мир по ученику за раз. За четырнадцать лет работы в средних школах — как городских, так и деревенских — своими профессиональными качествами она заслужила повсеместное уважение. Но Бет стала понимать, что, хотя дети в ее классе усердно учились и занятия проходили весело — а это само по себе достойная цель, — результаты учеников часто оставляли желать лучшего.

Бет решила разобраться, почему так происходит. Ее диссертация по компьютерному обучению когнитивным и языковым навыкам привлекла внимание ведущих специалистов по нейронаукам и дала Бет возможность получить трехлетнюю стипендию в Центре молекулярной и поведенческой нейробиологии Ратгерского университета, где она работала с выдающимися нейробиологами. Сейчас Бет занимает должность профессора педагогики в Блумсбергском университете Пенсильвании и регулярно наблюдает за обучением в школах. Поразительно, как часто она видит все те же неэффективные методики, которыми и сама пользовалась двадцать лет назад, — а ведь наука уже готова предложить подходы новее и лучше.

Опыт Бет углубил ее понимание двух очень разных миров: школьных будней и нейронаучных исследований. Она, как и ее соавторы Барб и Терри, убедилась, что учителя могут применять практические сведения по нейронаукам, чтобы значительно повысить обучаемость в классе.

К примеру, различия в функционировании рабочей памяти учеников требуют использования разных образовательных методик. Данные нейронаук помогают структурировать такие различия, а это непросто делать во время преподавания живую, перед учениками. В конечном счете дети могут забрасывать учебу не потому, что их способности не растут<sup>2</sup> или урок был проведен в неподходящем стиле обучения<sup>3</sup>, а потому, что они действительно не понимают, как разобраться в нередко сложных темах, которые они проходят. К тому же учителя часто бывают незнакомы с результатами фундаментальных исследований, например с пользой упражнений на повторение изученного или необходимостью сочетать декларативное обучение с процедурным. Передовые научные изыскания демонстрируют способы помочь ученикам как можно скорее закрепить пройденный материал в долговременной памяти, что позволит им проявлять креативность в решении задач. Из научных дисциплин особенно важны для этого нейронауки, поскольку именно они напрямую связаны с основами обучения и преподавания<sup>4</sup>.



Нейронауки способствуют пониманию обучения и преподавания (и наоборот) как напрямую, так и посредством связи с психологией.

Цель нашей книги — отнюдь не перекрыть ваш стиль преподавания. Вы найдете здесь как новые стратегии обучения, которые помогут улучшить ваш подход, так и испытанные методики. Вы узнаете, *почему* эти стратегии так эффективны, и сможете сами вносить в свой метод небольшие, но решающие изменения, способные улучшить *весь процесс*.

Мы старались написать книгу не только для школьных учителей, но и для педагогов вообще, включая университетских преподавателей, родителей и воспитателей. К профессиональной лексике мы почти не обращаемся, а когда нужно ввести специальный термин, мы даем ему определение, что особенно удобно для новичков. Если вы уже опытный педагог, вам может оказаться полезно освежить знания, которые вы годами принимали как данность. Мы включили множество советов по преподаванию и практических упражнений для учеников фактически любого класса.

Мы написали эту книгу втроем и сосредоточились на методиках преподавания, эффективность которых была доказана как результатами исследований по когнитивистике и нейронаукам, так и нашим личным опытом.

Работа учителя жизненно важна не только для учеников, но и для общества в целом. В конце концов, преподавать — значит учиться: как бы много вы ни знали, всегда можно узнать больше. Так что учитесь учить невозможному вместе с нами!

БАРБАРА ОАКЛИ  
БЕТ РОГОВСКИ  
ТЕРРЕНС СЕЙНОВСКИ

# 1



## Формирование памяти

Как ученики убеждают себя,  
что они учатся

Когда Катина видит свою оценку, у нее на глазах выступают слезы. Вы уже догадываетесь, почему она вот-вот расплачется: она еле сдала экзамен. «Я просто не понимаю, почему я все забываю, когда пора писать тест, — настаивает Катина. — Дома или в классе мне все ясно. Но стоит мне увидеть тест, как я цепенею. Мне кажется, моя проблема в экзаменационной тревожности. Или, может, математика мне не дается. Мама говорит, что я вся в нее: ничего не понимаю в математике».

По всему выходит, что Катина — хорошая ученица. Результаты тестирования не выявили очевидных трудностей вроде нарушенных способностей к освоению чтения или математики. И Катина очень старается сосредоточиться на изучаемом материале. Она делает домашнее задание, хотя и не всегда выполняет его идеально. К тому же у нее отлично получается создавать поделки и заводить друзей. Другими словами, она творческий и приятный в общении человек.

Но не только у Катини математика вызывает стресс<sup>5</sup>. Бен тоже страдает от этого. Федерико с трудом справляется с письмом, Джаред — с испанским, а Алекс — с таблицей химических элементов. В действительности

примерно треть ваших учеников уже опустили руки и оставили попытки учить тот или иной предмет, ведь он им просто «не дается». Вы беспокоитесь, что, когда начнутся государственные экзамены, Катина и ее одноклассники со схожими проблемами понизят средний балл по школе. Вместе с общим средним баллом падает и общее настроение. А значит, падает и *ваше* настроение.

Что же все-таки происходит? Сможете ли вы помочь Катине, Джареду и остальным лучше освоить предметы, в которых они, казалось бы, слабее всего?

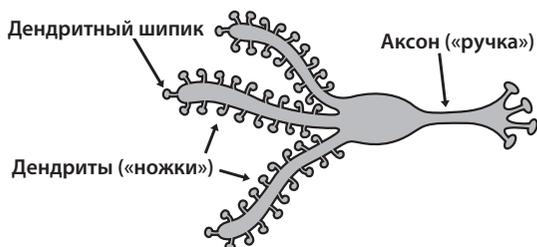
## Обучение создает связи в долговременной памяти

Чтобы понять, что происходит, стоит сделать шаг назад и взглянуть на основные структурные единицы мозга — клетки под названием *нейроны*. В каждом из нас живет приблизительно 86 миллиардов нейронов. Нейронов у всех предостаточно — даже у самых трудных учеников их полно! Когда вы или ваши ученики знакомятся с новым фактом, концепцией или методом, в вашем мозге образуются новые связи между небольшими группами нейронов.

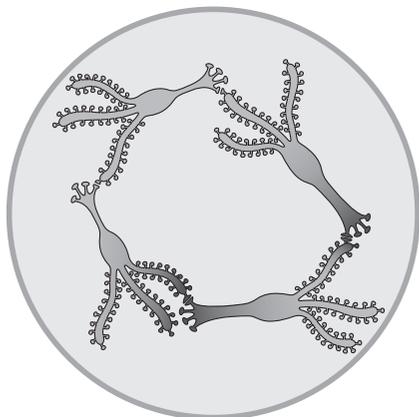
Если рассматривать только основные составные части нейронов, они покажутся довольно простыми. У них есть ножки, называемые *дендриты*. У ножек есть множество шипов, почти как колючек у кактуса (строго говоря, они называются *дендритные шипики*). А еще у них есть ручка под названием *аксон*.

Когда ученики упорно концентрируются на обучении, они *запускают процесс*, создающий связи между нейронами. Такие связи начинают формироваться, когда ученики сидят перед вами в классе, читают дома книжку, впервые пытаются совершить бросок из-под баскетбольного кольца или овладевают азами новой компьютерной игры. Другими словами, дети побуждают свои аксоны (ручки нейронов) вытянуться и почти дотронуться до дендритных шипиков.

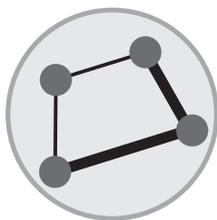
Когда вовлеченный в процесс обучения нейрон оказывается поблизости от соседнего нейрона, через небольшое расстояние (*синапс*) между ними проскакивает сигнал. Двигаясь от нейрона к нейрону, такой сигнал формирует наши мысли. Именно на этом процессе завязано обучение.



Основные части нейрона легко запомнить — у него есть шипастые ножки и ручка. На этой иллюстрации некоторые особенности нейрона значительно увеличены для наглядности — теперь аксон, дендриты и дендритные шипики отчетливо видны.



Когда ученики узнают что-то новое, между нейронами формируются связи. Шипик одного нейрона приближается к аксону другого.

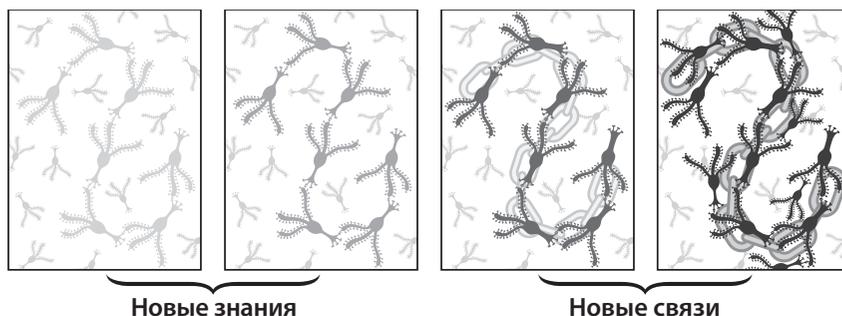


Группу связанных нейронов можно упрощенно изобразить как набор соединенных между собой точек. Более сильные связи обозначены толстыми линиями, более слабые — тонкими. Вокруг цепочки связей очерчен закрашенный кружок. Этот кружок и заключенные в него «точки нейронов» со связями представляют собой только что освоенную концепцию или идею.

## Новые знания, новые связи

Когда ученики учатся, нейронные связи формируются и укрепляются. Мы называем этот процесс «новые знания, новые связи». Термин основан на *теории обучения Хебба* — процессе, в ходе которого возбуждающиеся практически одновременно нейроны связываются вместе<sup>6</sup>. (Канадский психолог Дональд Хебб впервые описал этот процесс.) Иными словами, когда несколько нейронов начинают чаще действовать сообща, они превращаются в слаженный хор. На самом деле именно посредством «совместного пения» нейроны формируют последовательности связей друг с другом, как демонстрирует иллюстрация выше<sup>7</sup>.

## ФОРМИРОВАНИЕ ПАМЯТИ



**Новые знания, новые связи:** на первой картинке слева видно, как нейроны обнаруживают друг друга, когда ученица знакомится с новой концепцией — например, во время краткого объяснения учителя, за прочтением учебника или просмотром видео. Связи зарождаются, пока ученица осваивает материал на практике (вторая картинка). Ученица активно прорабатывает новую идею, концепцию или методику, и связи закрепляются в долговременной памяти, формируя основы навыка (третья картинка). Применение материала по-новому распространяет процесс обучения дальше (четвертая картинка), что позволяет нейронам связаться с другими нейронами, относящимися к близким концепциям.

Чтобы разобраться, как нейроны связываются друг с другом, взгляните на изображения выше («Новые знания, новые связи»). Когда ученица только начинает изучать что-то, нейроны потихоньку находят друг друга и образуют связи, как показано на первой и второй картинке. Мы называем эту фазу *новые знания*. (Настоящие нейроны организованы более сложным образом в *новой коре* [неокортексе] — области головного мозга, которая по меркам эволюции сформировалась недавно и которая ответственна за мышление высшего порядка. Но здесь мы расположение нейронов упростим.)

Когда ученица закрепляет выученный материал, она создает более сильные связи, как видно на третьем изображении. К этому моменту она овладевает навыком. Практикуя то, чему она научилась, в новых стимулирующих условиях, ученица укрепляет базовые связи и распространяет их дальше, как продемонстрировано на четвертом рисунке. Мы обозначаем эту фазу укрепления и распространения как *новые связи*. Такую расширенную нейронную сеть символизируют крупные связующие звенья, включающие в себя больше нейронов.

Иногда люди думают, что место в долговременной памяти может закончиться. Это не так. Информационная емкость мозга составляет приблизительно квадриллион байтов. (Квадриллион равен единице

с пятнадцатью нулями: представьте себе количество долларов на счетах у миллиона миллиардеров.) То есть в мозге может храниться гораздо больше информации, чем песчинок на всех пляжах и во всех пустынях мира.

Настоящая проблема памяти не в недостатке места. Трудность в том, чтобы запомнить информацию или извлечь ее из памяти. Немного похоже на подписку на музыкальный стриминговый сервис с почти бесконечным количеством песен: главное испытание заключается в том, чтобы найти песню, которая вам нужна. В жизни человека примерно  $10^9$  секунд, а в мозге — 1014 синапсов, так что мы можем себе позволить выделить 105 синапсов в секунду на восприятие мира.

Нейронные связи, о которых мы говорим, формируются в долговременной памяти. Образовывать такие связи бывает непросто. Представьте-ка вот что: ученица должна вытянуть дендритный шипик одного нейрона, чтобы аксон другого нейрона как-то с ним связался<sup>8</sup>. И нейроны вовсе не обязаны соединяться только в одном месте. В целом кластеры нейронов должны установить десятки, сотни тысяч, иногда миллионы таких связей даже при изучении чего-то относительно простого — например, как произнести слово на иностранном языке или решить задачку на умножение наподобие  $5 \times 5$ .

Проблема вот в чем. Катина и Джаред *не формируют* связи в долговременной памяти, когда учатся. Вместо этого они помещают информацию в совсем другое место — во временное хранилище под названием *рабочая память*. Вообразите полку, висящую слегка под наклоном. Держать на ней вещи не очень удобно. Когда вы кладете на нее мячики (единицы информации), они падают, стоит вам убрать руку.

Но прежде чем углубиться в работу памяти, давайте пройдем короткий опрос — предварительную оценку\* материала, который мы скоро рассмотрим.

---

\* Предварительная оценка включает методы, которые учителя используют в начале урока, чтобы собрать информацию о познаниях, настроении и интересах учеников. Результаты, как правило, становятся отправной точкой для составления плана занятия: они помогают учителям выявлять сильные и слабые стороны, избегать повторов и выдавать необходимые указания, а также определить исходный уровень детей и их прогресс.