
ПРОБЛЕМЫ ТВОРЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ

DOI: 10.22363/2224-7580-2021-1-151-160

ПОЧЕМУ МАТЕМАТИКА НЕВЕРОЯТНО ТОЧНА: ВЗГЛЯД С ПОЗИЦИЙ НЕЙРОНАУКИ

Интервью с Анной Геннадиевной Свердлик



Свердлик Анна Геннадиевна, выпускница Московской медицинской академии (ММА) им. И.М. Сеченова (ныне — Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова). Врач-психиатр, работает в крупнейшей израильской больнице «ШИБА» (Тель-ха-Шомер). Специалист в области черепно-мозговой травмы и нейрокогнитивной патологии. Преподаватель клинической психиатрии медицинского факультета Тель-Авивского университета. Являлась главным исследователем в нескольких международных проектах по изучению деменции. Автор ряда печатных работ в области нейропсихиатрии и нейропсихологии, член Международного нейропсихоаналитического общества.

Аннотация. Как эмоции влияют на абстрактное мышление и почему математика невероятно точна, как устроена кора головного мозга, почему ее возможности ограничены и как эмоции: дополняя работу коры, позволяют человеку совершать научные открытия, книга [1] с таким длинным названием стала предметом нашей беседы с ее автором – психиатром Анной Геннадиевной Свердлик. Книга вошла в лонг-лист премии «Просветитель» 2016, а также была опубликована в английском переводе {сноска 1: A. Sverdlik. *How Our Emotions and Bodies are Vital for Abstract Thought: Perfect Mathematics for Imperfect Minds.* Taylor&Fransic, Routledge, London, 2018. Translated by Shelley Fairweather-Vega}. Книга адресована широкому кругу образованных читателей, но в особенности представителям профессий, так или иначе

связанных с математикой. Последовательно изложенная и убедительно аргументированная позиция автора предлагает отличную от общепринятой трактовку механизмов абстрактного мышления.

Ключевые слова: абстрактное мышление, нейрофизиология, нейрокогнитивные науки, точность математики, искусственный интеллект.

С.-Б.: *Анна Геннадиевна, как получилось, что практикующий психиатр так серьезно интересуется абстрактным, и в частности математическим, мышлением? Казалось бы, медицина и математика – довольно далекие друг от друга области.*

А.С.: Я выросла во врачебной семье, но никогда не планировала быть врачом. Я собиралась стать математиком, хотя все окружающие активно меня от этого отговаривали. Математику я страстно полюбила прежде всего за красоту, за то, что она наполняет чувством гармонии с миром и в то же время ни с чем не сравнимым по силе воодушевлением, близким к экстазу. Она сформировала меня не только в интеллектуальном, но и в эмоциональном и эстетическом плане. Каким-то образом было понятно, что разум завязан на эмоциях и на гармонии. Возможно, это и подтолкнуло меня к психиатрии.

С.-Б.: *Вы написали совершенно нестандартную для ученого вашей специальности книгу. Вероятно, удалось найти что-то неожиданное, о чем не могли не рассказать?*

А.С.: Мне всегда хотелось понять, как человек мыслит. Психиатрия сама по себе мало приближает к ответу на этот вопрос, но позволяет лучше разобраться в том, что происходит в смежных областях, прежде всего в нейронаучных дисциплинах. Время от времени я читаю научно-популярную литературу по физике – это интересно, а кроме того, чтобы исследовать мышление, надо иметь хотя бы элементарное представление о современной научной картине мира. Постепенно, анализируя прочитанное, я осознала, что нет мышления без эмоций, эмоций – без целостного организма, и что все эти звенья одной цепи должны органично встраиваться в физическую картину мира.

Огромную роль в этом сыграла и моя любовь к математике, хотелось как-то её реализовать, связав уникальную математическую строгость с единством физического и ментального. Я стала записывать какие-то мысли, не имея при этом никаких конкретных намерений, просто увлеклась процессом. А в результате появилась гипотеза.

С.-Б.: *Значит, отправным пунктом стало желание понять, как нашему мозгу удастся из крайне ограниченной и неточной информации, поставляемой органами чувств, выстраивать в конечном счете сложнейшие теории, которые с потрясающей точностью совпадают с результатами экспериментов?*

А.С.: Да, надо признать, что мы понятия не имеем о том, как наш несовершенный мозг приходит к математическим открытиям, которые столь точно описывают физический мир. Ни нейронаука, ни прочие науки ничего об этом не говорят; более того, нейронаука убедительно, казалось бы,

показывает, что такое в принципе невозможно. Об абстрактном мышлении всё ещё известно очень мало, а о высших математических функциях практически ничего, но всё, казалось бы, свидетельствует о том, что с понятием точности ни наш мозг, ни наше мышление ничего общего не имеют и иметь не могут. Таким образом, первая половина книги объясняет, как устроен и функционирует мозг, убеждая читателя в том, что не существует математических открытий, что математика – это созданная человеком искусственная конструкция, и точной она быть не может. А вторая пытается найти выход из тупика, поскольку математика никуда не исчезла.

С.-Б.: Почему вы утверждаете, что точность нашему мозгу не свойственна? Ведь, казалось бы, нашими способностями к анализу, к безупречной логике – всем тем, что выделяет нас среди представителей животного мира, мы обязаны именно нашему большому мозгу (неокортексу) с сильно развитыми лобными долями.

А.С.: Не совсем так. Посмотрим, что нам известно о работе неокортекса. Помимо многих других несовершенств наш мозг обладает непреодолимым пристрастием к «дележу». Кортекс физиологически устроен так, что воспринимает непрерывный в пространстве и времени мир в виде набора объектов. Так называемые объекты – это то, что остается от картины мира после того, как наша ограниченная физиология передает сигнал к коре; затем кора обрубаёт все, что является для нас лишним в эволюционном плане или просто не может в ней уместиться; и наконец, втискивает то, что осталось, в какую-нибудь рубрику, поскольку устроена в виде каталога. У этого действительно есть глубокий эволюционный смысл, поскольку для размножения и выживания нужно воздействовать на среду как можно более точно – например, не промахнуться мимо ветки на пути к банану. Но, как заметил ещё Эрнст Мах, «природа не начинает с элементов, как мы вынуждены начинать» [2]. И на каком-то этапе такое положение дел **начинает мешать познанию**.

С.-Б.: А как насчет математических объектов? Ведь они-то как раз совершенно четко определены и даже уже разложены по рубрикам...

А.С.: На мой взгляд, это заблуждение. Думаю, все вышесказанное относится и к математическим объектам. В физиологическом плане даже натуральные числа являются результатом усреднения некоей расплывчатости, которую наше восприятие сводит в точку.

В последнее время было экспериментально показано, что в париетальных долях коры расположены так называемые числовые нейроны, кодирующие числа. Они крайне избирательны и особым, теснейшим образом взаимодействуют лишь с другими, также избирательными нейронами, кодирующими пространство и время. На подкорковом уровне наш мозг фиксирует не объекты как таковые, а фрагменты пространства, которые чем-то, так сказать, заполнены, по сути – нерегулярности пространства. Кора вычленяет их из пространства, а числовые нейроны затем суммируют, но не пересчитывая один за другим, а воспринимая одновременно и в совокупности. Это только потом нас учат пересчитывать так называемые объекты последовательно. Но поскольку отдельных объектов в природе, строго говоря, не существует, то и в правомерности арифметики в принципе есть повод усомниться.

Все мы с рождения обладаем так называемой ментальной числовой линией, по которой распределяем числа, начиная с единицы, обычно слева направо. По-видимому, именно дискретные числа накладываются на непрерывную линию, а не линия возникает посредством соединения точек-чисел. Эта линия может принимать различные формы, например, быть прямой или закрученной, двухмерной или трёхмерной. По мере возрастания чисел расстояния между ними сокращаются, и нам становится всё труднее различить их. Этот феномен получил название «SNARC effect». По-видимому, его физиологический коррелят таков. Каждый числовой нейрон лучше всего «настроен» на какое-то одно число, но может, правда менее точно, кодировать и другие числа рядом со своим «собственным».

Совокупная реакция нейронов на определенное число представляет собой кривую распределения, максимум которой приходится на искомое число. Но чем число больше, тем более пологой становится эта кривая, и если для нескольких первых чисел у неё есть пик, который легко проецируется на определенную точку, то по мере их возрастания она становится всё более сглаженной и проекция размывается. Так, мы с первого взгляда, не пересчитывая, определим, что видим 4 точки, но, например, 18, 19, 20, 21 и 22 точки наше сознание округлит и превратит в 20. То есть разница (расстояние на ментальной числовой линии) между большими числами для нас уменьшается, а затем и вообще становится неразличимой. Это повседневный факт нашей жизни. За 100 рублей торгуются на рынке, но когда берут ипотеку на миллионы, никому не приходит в голову воевать за такие суммы. Хотя 100 рублей при этом не становятся ни больше, ни меньше.

С.-Б.: *Но если усомниться в правомерности даже натуральных чисел, то что же тогда останется для опоры математике? И, соответственно, физике?*

А.С.: Есть поразительная статья П. Рашевского «О догмате натурального ряда» [3], опубликованная в 1973 г., когда всех этих исследований еще не было и в помине. В ней он предлагает необычное понятие натурального ряда и утверждает, что именно оно физике и нужно. Этот гипотетический ряд буквально в деталях предвосхищает представление о ментальной числовой линии, которое нейронаука выработает лет через 30–40. Я перечитала его статью, чтобы что-то оттуда процитировать, и даже выбрать не могла, хоть вставь её целиком. Вот, например: «Духу физики более соответствовала бы математическая теория целого числа, в которой числа, когда они становятся очень большими, приобретают в каком-то смысле “размытый” вид, а не являются строго определенными членами натурального ряда». Или: «...почти полное совпадение имело бы место лишь для начальных отрезков существующего и гипотетического натуральных рядов, а по мере удаления по ним различие их структуры должно возрастать; в гипотетическом натуральном ряде началось бы нечто вроде “принципиального сбивания со счёта”, и он (ряд), всё более “размываясь”, приобретал бы в каком-то смысле черты непрерывной структуры числовой прямой».

С.-Б.: *Идеи Рашевского не забыты. В настоящее время они положены в основу и активно развиваются в рамках реляционного подхода в теоретической физике [4]. Замечательная корреляция идей, о которой вы упомянули,*

заслуживает специального исследования. Но вернемся к нашей теме. Допустим, вы нас убедили в том, что наш мозг – верх несовершенства. Кроме того, нейронауке ничего не известно о том, как ему удастся совершить открытия – любые, не только математические. Хорошо, пусть не открытия, но ведь мы постоянно делаем какие-то выводы и принимаем какие-то решения, а что известно об этих механизмах?

А.С.: Оказывается, тоже очень немного. Допустим, мы пришли к определенному решению, на каком основании мы считаем его правильным? Крайне мало ясности и в этом. В конце концов можно свести вопрос к тому, как мы узнаём или распознаём – лицо как знакомое, стакан как собственный, идею как правильную – на чем основано узнавание, идентификация. И вот здесь нейронауке уже есть что сказать. Идентифицировать – значит констатировать совпадение: чего-то с чем-то. Дополнив экспериментальные нейронаучные факты некоторыми знаниями и представлениями о мире, можно предположить, что и с чем в нашем организме должно совпасть и каким образом высшие формы сознания «узнают» о том, что решение верифицировано. Упрощая, можно сказать, что **совпадение должно произойти между тем, что внутри нас, и тем, что снаружи.** И чем более абстрактна проблема, требующая решения, тем более фундаментальным должно быть совпадение. В предельном случае абсолютно абстрактных математических проблем совпадение должно быть максимально полным, с включением всех имеющихся в организме уровней, способных к подобной верификации. А поняв, как это происходит, какие физиологические механизмы задействует, можно гораздо лучше понять, как мы мыслим. А заодно и предположить, почему физика говорит языком математики.

С.-Б.: *Получается, что при обдумывании самых глубоких научных, философских вопросов решающую роль играют не только и не столько верхние отделы (кора) головного мозга, как принято считать, сколько другие, более древние отделы, которые есть и у низших позвоночных? Или даже не только мозг, но и все тело целиком?*

А.С.: То, что в процессе мышления участвует не только мозг, но и весь организм в неразрывном взаимодействии с окружающим миром, – это идея отнюдь не только моя, и она сегодня набирает силу. Я лишь пытаюсь понять, как этот процесс происходит в деталях, и объяснить феномен математической строгости.

Мозг в одиночку вообще ничем заниматься не может, он, собственно, изначально и возник как придаток к организму, чтобы лучше приспособить его к окружающей среде. Но в процессе эволюции объем мозга возрастал, и всё более молодые, всё более «умные» и «сознательные» структуры мозга, которые сегодня занимаются алгоритмическим мышлением (главным образом лобные доли) всё больше расходились с теми, которые занимаются внутренней регуляцией организма. И хотя мозг является неотъемлемой частью организма и взаимодействует с ним на всех уровнях, наши внутренние процессы неокортексу практически недоступны, в отличие от внешних. Если же неокортекс чего-то не замечает, не осознаёт, то для нас этого вроде бы и

не существует. Психологии и психиатрии давно уже известно, что наш ум – тяжелый ограниченный нарцисс с огромным апломбом и даром красноречия, убеждающий нас в том, что он и есть вершина всего.

Но внутри мозга есть более древние структуры, которые являются как бы главным связующим звеном между неокортексом и прочим организмом. Это наш эмоциональный мозг, наши чувства. Вот они способны каким-то образом пробиться в сознание и попытаться сказать неокортексу, прав ли он или нет. Это наша интуиция, то, что мы называем «нутром чувствовать». Эмоции говорят без слов, часто негромко и невнятно, и нужно уметь их услышать. А так как эти отделы курируют состояние всего организма, то действительно можно сказать, что в решении самых сложных задач принимает участие всё тело целиком, в неразрывной связи со своей физической природой, которая является универсальной для нас и мира вокруг нас.

С.-Б.: В книге выстраивается довольно длинная цепь умозаключений, основанных на данных нейронауки, философии науки, философии математики, психиатрии, биологии и физики. Можно ли сказать, что вам удалось по-новому синтезировать известные факты и предложить другую их интерпретацию, которая и привела к неожиданным выводам?

А.С.: Я бы даже не сказала, что это какая-то новая интерпретация. До сих пор вопрос о математической строгости интересовал в основном лишь физиков, математиков и философов науки, да ещё нескольких антропологов. Классической в этом отношении является лекция Юджина Вигнера «Непостижимая точность математики в естественных науках» [5], прочитанная им ещё в 1959 г. Большинство математиков и физиков, насколько я понимаю, находятся на позициях философии Платона, которая утверждает, что математические истины вечны и существуют помимо нас в так называемом мире идей, а люди – не все, конечно, а отдельные избранные – лишь изредка соприкасаются с этим миром и доносят математические истины до всего человечества. Однако до сих пор никто особо не задавался вопросом о том, как примирить поразительную точность математики с фундаментальным и неизбежным несовершенством человеческого мышления, ссылаясь на данные нейронауки. Исключением является книга Джорджа Лакоффа и Рафаэля Нунеза “Where Mathematics Come From” [6], в которой они критикуют «платонический романс», но нейронауки как таковой там очень немного, а больше как раз математики. Книга прекрасная, я беру её в качестве отправной точки и во многом на неё ссылаюсь, но к прихожу к другому выводу. Я не утверждаю, что математика **идеально** точна – она **предельно** точна, и это надо объяснять.

С.-Б.: Обо всем этом можно прочитать в вашей книге, второе дополненное издание которой вышло в начале февраля. Должна признаться, я немного завидую тем, кто с ней познакомится, вспоминая, какое сильное впечатление она произвела на меня при первом чтении. Пользуясь случаем, хотелось бы задать вам несколько вопросов, не имеющих прямого отношения к вашей теории. По роду своей деятельности вам часто приходится общаться с людьми, имеющими психические отклонения. Почему-то принято считать, что физики и математики более других склонны попадать в эту группу, так ли это?

А.С.: Не думаю. В психиатрических отделениях людей науки ничтожно мало; напрягая память, могу вспомнить одного-единственного. На амбулаторном приёме они иногда встречаются, но, на мой взгляд, не чаще, чем представители других профессий. Среди многих сотен моих пациентов было два математика и один физик. Возможно, они избегают общения с психиатрами. Но, думаю, дело не только в этом.

Нет никаких доказательств того, что ученые, математики и физики в частности, более других склонны к психическим расстройствам. Разумеется, известны случаи психических заболеваний и среди них, и многие описаны довольно колоритно – возьмём, к примеру, Ньютона, Больцмана или Кантора, но с точки зрения статистики это ни о чем не говорит. Есть исследования, указывающие на то, что люди творческих профессий (а, на мой взгляд, ученый-теоретик – это явно творческая профессия) чаще других страдают депрессией, биполярным расстройством и шизофренией, но ученые обычно не включаются в выборку исследуемых в качестве отдельной группы.

Продуктивное занятие наукой предполагает высокий интеллект, творческое мышление, воодушевлённость, инициативность и хорошую работоспособность, желательно на протяжении многих лет. Психические болезни обычно эти функции нарушают. Я лично полагаю, что ненормальность учёных – это миф, сложенный из расхожих представлений о рассеянном профессоре со включенной бородой и горящими глазами, который говорит вещи, «нормальному» человеку непонятные. Типаж, так сказать.

Что касается шизофрении – тут я твердо уверена, что это миф, а случай Джона Нэша – исключение, подтверждающее правило. Шизофренический психоз лишает человека способности думать, мысли при нём рассыпаются. В действительности рассеянный профессор рассеян не оттого, что у него концентрация плохая, а потому, что слишком хорошая – он настолько сконцентрирован на какой-то идее, что не замечает, куда кладёт очки. И глаза у него горят не от безумия, а от увлечённости. Но кардинальным диагностическим критерием шизофрении является не столько психоз, сколько постепенное личностное и когнитивное снижение. Человек со временем становится всё менее продуктивным, особенно в интеллектуальном и творческом плане. Какая уж тут теоретическая наука.

Еще один «хит» – аутизм. Считается, что аутисты обладают невероятными математическими способностями. Это правда, что некоторые аутисты являются так называемыми савантами, способными мгновенно перемножать в уме пятизначные числа или воспроизводить сто первых цифр числа π (вспомним «Человека дождя»). Очень часто такие люди страдают как раз умственной отсталостью. Да и не в этом ведь суть математики. Что касается настоящей математики – исследований очень мало, и они показывают, что математические способности аутистов с нормальным или повышенным интеллектом в статистическом плане даже несколько ниже, чем в общей популяции. Так что на сегодняшний день нет оснований утверждать, что гениальность в математике как-то связана с аутизмом.

Есть еще, правда, биполярное расстройство, которое характеризуется приступами мании или депрессии. В мягкой форме периоды подъема со

стороны вообще можно не заметить, а сам человек их ощущает, но считает нормой, поскольку чувствует себя при этом прекрасно. В это время у него действительно возникает много благотворных и конструктивных идей, ощущается прилив сил и энергии, что способствует их реализации. В таком состоянии человек, особенно творческий, с лихвой может возместить то, что недоделал в депрессивном. Поэтому неудивительно, что люди искусства страдают биполярными расстройствами чаще. Я не исключаю, что люди, которые занимаются научным творчеством, – тоже, но объективных исследований на эту тему нет.

С.-Б.: Среди многих компьютерщиков и даже некоторых физиков распространено мнение, что искусственный интеллект (ИИ) со временем сможет заменить человеческий. Вы придерживаетесь противоположной точки зрения, и здесь мы снова возвращаемся к вашей теории, ведь ее главный вывод представляет серьезный аргумент против создания ИИ.

А.С.: Я говорю не об идее ИИ вообще, а о её радикальной версии – машинном мозге, который был бы **равен** человеческому (то есть как минимум проходил бы тест Тьюринга), а во многом и превосходил бы его. Мнения о возможности такого ИИ придерживаются, видимо, многие, но далеко не все. Известный математик Р. Пенроуз [7], опираясь на теорему Геделя и здравый смысл, убедительно доказывает обратное. Аргументов может быть много. Я думаю, что человеческое, да и вообще любое биологическое мышление принципиально отличается от машинного тем, что в нем нет разделения на «хард» и «софт». По большому счёту, мышление, как его определяет современная наука, – это способность живого организма действовать себе во благо, приспособившись к своей ограниченной среде обитания, извлекая из нее максимум пользы с минимальными для себя потерями. Искусство поддерживать свою энтропию на низком уровне. С этой задачей прекрасно справляются и одноклеточные, причем в эволюционном плане они преуспели гораздо больше нас. Залог успеха – именно во взаимодействии всех составляющих организма между собой и со своей средой. В основе своей это не алгоритмический процесс. Мы живём и мыслим во многом благодаря разрушительному и беспорядочному физическому трению о среду, а также внутреннему трению. Живое потому и является живым, потому и способно мыслить и действовать, что балансирует на грани порядка и хаоса. То же происходит и в информационном плане: информационного шума в каждой клетке, в каждом нейроне, в мозгу гораздо больше, чем самой информации, и чтобы ее из этого шума извлечь, необходим весь предшествующий эволюционный и личный опыт вкупе с самой средой, с физическим миром. А гены, то есть «хард», при этом только посредничают.

С машиной всё иначе. «Софт», алгоритм, который человек изначально и пишет (а кто же еще?) можно вставить в один «хард», потом в другой – неважно, главное, чтобы он мог прочесть и выполнить этот алгоритм. Заложённая в нем информация должна быть однозначной, и ее физическая основа в этом смысле не только не принципиальна, но и вредна – как только трение с окружающей средой достигнет определенного уровня, машина сломается,

а алгоритм превратится в шум. Эту мысль замечательно доносит Терренс Дикон в своей книге “Incomplete Nature” [8].

К похожему выводу можно прийти, если посмотреть на особенности человеческого мышления с нейрофизиологической и просто физиологической точки зрения. Тогда получится (по крайней мере, я так считаю), что **мы не только думаем всем телом, но и, более того, именно тело подсказывает неокортексу решение задач, которые требуют не алгоритмического, а эвристического подхода.** При этом сбором и обобщением информации от организма занимается наш эмоциональный мозг, и он же и сигнализирует неокортексу о том, что решение найдено. А неокортекс, который замечает только себя, себе же и приписывает все заслуги.

С.-Б.: *Обычно попытки применения машинного «мозга» встречают больше сопротивления в творческих областях (искусство, литература), чем в области точных наук. Следует ли из вашей теории, что создание роботоматематиков несколько не проще, чем создание роботомкомпозиторов или поэтов?*

А.С.: Если говорить о решении алгоритмических задач, то все мы давно и успешно пользуемся услугами искусственного интеллекта. А что касается эвристики, то специалисты уже поняли, что робот без тела успешным не будет. Насколько я знаю, роботика продвигается именно в этом направлении. Проблема, на мой взгляд, заключается в том, что уровень мышления зависит от уровня сложности организма во всех отношениях, не только от сложности его строения, но и в плане физической и эмоциональной организации. Поэтому для того, чтобы мышление было человеческим, нужен сопоставимый с человеческим организм. **Чтобы думать по-человечески, надо испытывать человеческие чувства, и в математике это ещё важнее, чем в литературе.** А чтобы испытывать человеческие чувства, нужен человеческий организм или очень похожий. Я не представляю, как это можно сделать в обход эволюции. Хотя, может быть, я ошибаюсь.

Интервью провела Анна Алексеевна Сидорова-Бирюкова

Литература

1. *Свердлик А.Г.* Как эмоции влияют на абстрактное мышление и почему математика невероятно точна. М.: УРСС, изд. 2, дополненное, 2020. (A. Sverdlik. How Our Emotions and Bodies are Vital for Abstract Thought: Perfect Mathematics for Imperfect Minds. Taylor&Francis, Routledge, London, 2018. Translated by Shelley Fairweather-Vega).
2. *Мах Э.* Механика. Историко-критический очерк ее развития. Ижевск: Ижевская республиканская типография, 2000.
3. *Раиеский П.К.* О догмате натурального ряда // Успехи математических наук. 1973. Т. 28. № 4 (172). С. 243–246.
4. *Владимиров Ю.С.* Принцип Маха и метрика пространства-времени // Метафизика. 2020. № 2 (36). С. 8–27.
5. *Вигнер Е.* Непостижимая эффективность математики в естественных науках. Лекция в честь Рихарда Куранта, прочитанная 11 мая 1959 г. в Нью-Йоркском университете. УФН, март 1968.
6. *Lakoff G., Nunez R.* Where mathematics comes from: How the embodied mind brings mathematics into being. Basic Books, 2000.

7. Пенроуз Р. Новый ум короля: о компьютерах, мышлении и законах физики. ЛКИ, 2008.
8. Terrence W. Deacon. Incomplete Nature: How Mind Emerged from Matter. W.W. Norton & Company, 2013.

PERFECT MATHS FOR IMPERFECT MINDS: A NEUROSCIENCE INSIGHT

Interview with Anna Sverdlik

Abstract. How emotions are related to abstract thought and why mathematics is incredibly accurate, how the cerebral cortex is arranged, why its possibilities are limited, and how emotions, complementing the cortex activity, allow human brain to make scientific discoveries – these questions discussed in [1] are the subject of our interview with the author, psychiatrist Anna Sverdlik. This book is Intended for anyone who is interested in the nature of abstract thought, especially mathematicians, physicists, computer scientists, psychologists, and psychiatrists. Written in clear pedagogical style, it gives a deep insight into the physiology of abstract thought and offers some new interpretations of recent neuroscientific data.

Keywords: abstract thought, neuroscience, cognition, perfection of mathematics, artificial intelligence

Interview conducted by Anna Alekseevna Sidorova-Biryukova