



117296 Москва, Ленинский проспект, 64-А, «Квант»
тел. : [095] 930-56-48
e-mail: bquantum@sovam.com (с пометкой «Квант»).

№ 4 - 2000 г.

В. Мещеряков

Что есть мысль?

© «Квант»

*Использование или распространение этого материала
в коммерческих целях
возможно лишь с разрешения редакции*



Образовательный сетевой выпуск
VIVOS VOCO! - ЗОВУ ЖИВЫХ!

<http://vivovoco.nns.ru>
<http://vivovoco.rsl.ru>
<http://www.ibmh.msk.su/vivovoco>

Что есть мысль?

À. Ì Á Ù Å Ð Æ Ê Î Æ

...мысль суть изменения тела.

Левкипп, Демокрит

...нет разумного основания считать, что ум соединен с телом.

Аристотель

... мышление есть самое неясное...

Секст Эмпирик

Действительная реальность

Представьте себя помещенным в ядерный томограф – устройство для исследования молекулярной структуры живых организмов. Вы подвергаетесь электромагнитному излучению с частотой порядка 10^7 Гц и величиной магнитного поля порядка 1 Тл (для сравнения, магнитное поле Земли меньше 10^{-4} Тл) – а вашему мозгу хоть бы что! Излучение от компьютера мешает работать телевизору на дециметровых каналах, а вам и ва-

шей голове – нет! Все окружающее пространство забито электромагнитными волнами, использующимися для радио- и телепередач, города опутаны проводами, в доме без электричества шагу ступить негде – на мозг это не влияет!

Это – современные примеры для современного человека. Но вспомним обычную молнию – грозовой электрический разряд, имевший место во все времена существования рода человеческого. Молния, как говорят, шумит на всех частотах,

т.е. на любом канале радиоприемника слышен треск. А мысли как? Ну разве что кто-то страх испытывает, а так вообще никакого влияния молнии на человека не замечено за весь период цивилизованной жизни общества.

А дневной свет, ультрафиолетовые или инфракрасные лучи? Ведь это тоже электромагнитные волны. Большая часть их доходит до мозга, и не просто доходит, а проходит, проникает, пронзает!..

Взаимодействие электромагнит-

ных волн с биосистемами определяется, в основном, двумя параметрами: интенсивностью излучения и их частотой. Поиск параметров электромагнитных волн, способных не разрушать, но управлять состоянием клеток биосистем и, как говорят, изменять информационную структуру организма, привел к миллиметровому диапазону длин волн малой интенсивности. Однако и в этом случае влияния электромагнитного поля на работу мысли замечено не было.

Но, может быть, лучше попытаться выяснить влияние мысли на поле? Есть такие приборы (один из них называется сквидом), которые измеряют магнитные поля мозга порядка 10^{-13} Тл, а связи с мыслями не регистрируют.

Какой же вывод напрашивается из всего сказанного? Может, не электромагнитные взаимодействия лежат в основе механизма рождения мыслей человека? Похоже, что так. И видно это не только из лавины экспериментального материала, а и из соображений здравого смысла тоже. Судите сами, допустил бы Бог существование электромагнитного механизма рождения мыслей, предоставив докопаться до тайны электромагнетизма еще не повзрослевшему в XX веке человечеству. Вы только представьте себе возможность радиочастотного управления мозгом одного человека в руках другого. Это страшнее радиационного повреждения организма, при котором рвутся межмолекулярные связи и происходит ионизация атомов. При этом интенсивность радиоактивного распада уменьшается со временем, радиоактивное излучение достаточно большой интенсивности – дорогостоящая и труднодоступная вещь, а радиоволны дешевы и «коммуникабельны» – со всем миром провзаимодействуют везде и всегда.

Итак, сегодня в экспериментальном отношении возможны лишь два взаимных состояния ума человека и электромагнитного поля. Либо, при определенных параметрах поля, взаимодействия нет, либо, при других параметрах поля, взаимодействие разрушительно для мозга. И это не противоречит современным представлениям о взаимодействии поля и вещества, а теории взаимодействия поля и ума не существует,

ибо, хотя и создана теория электромагнитного поля, но не понятно, что есть ум.

Может быть, это не актуально? Но мало ли людей озабочивалось не актуальными проблемами? Тут и поиски внеземных цивилизаций, и парапсихология, и телекинез, и перелеты в прошлое, будущее и даже параллельное время, и телепортация, и многое другое. Вспомним опыты красильщика Стивена Грея и священника Гренвилля Уилера. В начале XVIII века они строили токопроводящие линии, натирая стеклянные палочки и проводя избыточный заряд по бечевкам. Актуальным ли было их исследование, которое более чем на 100 лет опередило становление теории и практики электромагнетизма? Скорее всего – нет. Однако из всех работ Грея, в том числе по актуальным в то время вопросам оптики, астрономии и метеорологии, только статья по электричеству была опубликована в журнале Лондонского Королевского общества в период, когда его президентом был Ньютон. Умел далеко смотреть человек, сказавший, что гипотез не измышляет! Возможно поэтому и сформулировал взгляд на биоструктуру в виде вопроса: «Не совершается ли Живое движение посредством колебаний живой Среды, возбуждаемых в Мозгу силой Воли и распространяющихся оттуда через сплошные, прозрачные и однородные капилляры нервов к мышцам, сокращая и растягивая последние?».

Так является ли сегодня проблема выяснения механизма работы человеческого мозга актуальной в общечеловеческом значении? Конгресс США объявил десятилетие после 1990 года «Десятилетием мозга», «...поскольку фундаментальные открытия на молекулярном и клеточном уровне организации мозга закладывают основу понимания механизмов мыслительной деятельности человека...».

Виртуальная реальность

Сегодня одним из главных свидетельств актуальности проблемы работы мозга служит создание перспективных нанотехнологий. Подтверждением этому является, например, возникновение понятия виртуальной (т.е. возможной) реальности. Суть в следующем.

Еще в 1959 году знаменитый американский физик Ричард Фейнман высказал предположение, что в будущем, научившись манипулировать отдельными атомами, человечество сможет синтезировать все что угодно. Неожиданным началом практической реализации этой идеи стал 1981 год, когда физики Г.Бинниг и Г.Рорер из швейцарского отделения фирмы IBM создали устройство, содержащее управляемый одноатомный контакт твердых тел. Первым применением этого устройства явилось сканирование поверхностей твердых тел с целью исследования их структуры. Последующие 10 лет его совершенствования привели к разработке приборов, позволяющих собирать по заранее спроектированной схеме молекулярные конструкции из отдельных атомов. В своей Нобелевской лекции в 1987 году Бинниг и Рорер провозгласили: «...наконец, открывается возможность воздействовать на отдельные атомы и изменять отдельные молекулы...». Так возникло направление, получившее название нанотехнологии. Почему «нано»? Потому что если типичное расстояние между атомами в конденсированных состояниях вещества имеет порядок 10^{-10} м, то характерный линейный размер типичной молекулярной конструкции, составленной из атомов числом от сотен до тысяч, имеет порядок 10^{-9} м, т.е. 1 нанометр.

Чрезвычайная перспективность работы Биннига и Рорера была сразу же высоко оценена. И не столько тем, что они получили Нобелевскую премию, сколько последующей лавиной научных исследований, которая в истории развития человечества оказалась беспрецедентной по числу затронутых ею интересов. Здесь физика, электроника, биология, медицина, геронтология, кибернетика, экология, дизайн, искусство, религия, философия, фантастика и др. Человечество переживает сегодня то, что получило название наноиндустриальной революции.

В свете перспектив нанотехнологии в высшей степени кстати пришла работа того же Фейнмана, опубликованная в 1984 году, о возможности создания квантово-механической ЭВМ, логические элементы которой суть отдельные атомы. Тенденции этих возможностей таковы.

В 80-х годах использовались элементы ЭВМ с плотностью записи информации порядка 1 бит на 10^{11} атомов. Для типичного атомного объема 10^{-29} м^3 однобитовый объем элемента памяти составляет 10^{-18} м^3 и имеет линейный размер около $10^{-6} \text{ м} = 1 \text{ мкм}$. Именно поэтому компьютерные чипы относятся к классу микроэлементов. В настоящее время размеры логических элементов ЭВМ приближаются к нанометровому диапазону, но еще не достигли его. Специалисты утверждают, что производство наноэлементов, т.е. чипов с плотностью порядка 1 бит на $10^2 - 10^3$ атомов, начнется в ближайшие 10 лет, несмотря на пока что не преодоленные трудности. Дело в том, что сегодня интегральная схемотехника носит планарный (т.е. плоский) характер, переход же к объемным структурам потребует промышленной доработки нанотехнологических методов. Перспектива построения чипов с плотностью 1 бит на 1 атом видится пока что отдаленной, но общая тенденция хорошо видна. Суть ее – в неуклонной миниатюризации компьютерной памяти с целью разработки технологии так называемых терабитных кристаллов. Уже сегодня в США и Японии существует ряд проектов, стоимостью от сотен миллионов долларов и объединяющих десятки частных фирм и государственных учреждений, направленных на разработку нанотехнологий.

Вот на этом пути и появилось то, что сейчас называют загрузкой. Идею загрузки легко представить, основываясь на нанотехнологических разработках. Берем индивидуальный человеческий мозг, в коре которого по оценкам экспертов содержится около 10^5 нейронов в 1 мм^3 . Учитывая, что кора мозга занимает объем около 10^{-3} м^3 , определяем полное число нейронов – по порядку величины это 10^{11} . Предполагая, что память человека построена из расчета не менее 1 бит на 1 нейрон, т.е. что полный объем информации составляет не менее 10^{11} бит, проводим понейронное сканирование (т.е. считывание характеристик физического состояния) коры головного мозга. Далее либо загружаем эту информацию в тера-

битные чипы емкостью по 10^{12} бит, которыми можно оснастить персональный компьютер или робота-полицейского, либо отправляем гулять по всемирной компьютерной паутине. Считанная информация имеет личностный характер, и потому возникают основания наделить этот индивидуализированный поток информации способностью принимать самостоятельные решения, т.е. порождать новую информацию, а значит – мыслить.

Итак, гипотетическое нечто, полученное сканированием мозга человека и загрузкой соответствующей информации в компьютерную систему, называется состоянием виртуальной реальности и определяет образ, возникший на основе нанотехнологических достижений.

Негативная реальность

Подойдем к этой теме с другой стороны, опуская пока что загадочный момент сканирования.

Представьте конструктор из всевозможных наборов атомов. Вы за рабочим столом собираете из атомов шарик, кубик, колечко. Форму этих предметов можно восстановить по памяти. Но если вы задались целью воспроизвести снежинку, вам понадобится по меньшей мере ее фотография, а лучше подробная карта расположения всех атомов. Эти мысленные эксперименты обращаются к тому, что принято считать неживой материей. Поэтому эксперимент продолжается, и теперь вы хотите сконструировать молекулу ДНК – одну из составляющих нейрона головного мозга. Чего проще – вот атлас карт расположения атомов в молекулах разных типов. Распаковывайте купленные в магазине атомы и собирайте!

А давайте-ка прежде посмотрим в картах или иных руководствах, какая молекула в результате получится – живая или неживая? Нет ничего в современной литературе на этот счет. И на тот счет, если задаться целью собрать нейрон или тем более мозг человека. Не знает современная наука, живым он будет или неживым, мыслящим или просто кучей атомов.

Вот место, где так иногда называемая традиционная наука отстала от прогрессивных веяний. Ее экспериментальная часть отстала в том, что до сих пор отсутствуют регу-

лярные факты влияния внешних воздействий на человеческое мышление или, наоборот, мышления на измерительные приборы, а ее теоретическая – в том, что до сих пор нет понимания, чем же отличается живая группа молекул от неживой, мыслящая от немыслящей. И понимания не словесного, кто длиннее и мудренее скажет, а понимания конструктивного, созидательного, т.е. такого понимания, на основании которого окажется возможным создать искусственный интеллект. Критерий здесь однозначен. Знаешь механизм возникновения и передачи электромагнитной волны или мысли – умеешь сделать радиоприемник или искусственный мозг.

В то же время, экспериментальные физика и биология могут уже сейчас манипулировать отдельными атомами и молекулами и собирать атомные кластеры, т.е. то элементное, из чего состоит и живое и неживое, и мыслящее и не очень мыслящее. (Хотя, надо признаться, все это пока что возможно в условиях научной лаборатории. До статуса промышленного применения сегодня доведен лишь нанотехнологический контроль компакт- и DVD-дисков.) Поэтому идет поиск. Ищут все: теологи, биологи, физики и, конечно, фантасты.

На этом терновом пути прежде всего надо заметить, что никакое самое совершенное нанотехнологическое воспроизведение исходного живого или мыслящего образца принципиально не может привести ни к созданию полного дубликата, ни даже к объяснению причин его отличия от оригинала. Дело в том, что считывание физических состояний атомов проводится измерительными приборами, т.е. просканировать можно только то, что можно измерить. Но человек не придумал еще устройства, способного регистрировать мысль. Трудность в том, что мысль, судя по всему, не может быть выражена статическим набором молекул, атомов, ионов или электронов. Мысль – это процесс, движение. Известно, что движется, но не известно как.

Итак, попытка человечества создать искусственный интеллект неизбежно должна быть связана с поиском механизма работы мозга, данного нам природой, Богом. Но делать это надо, основываясь на со-

временных представлениях о мире, на многовековом опыте человечества, говорящем о безусловной преемственности знаний и отвергающим если не сами интеллектуальные и экспериментальные попытки выскочить в запредельное, то, во всяком случае, ожидание от них каких-либо конструктивных, т.е. созидательных или общепользовательных следствий.

Но правозверная, строго придерживающаяся своих принципов наука пока молчит. Причина проста. С одной стороны, имеется отличный вариант модели мозга: сложная интегральная система, включающая конечное число элементов, работающих на основе переноса электронного заряда или возбуждений в электронной подсистеме и, как следствие, приема и передачи информации, закодированной в терминах характеристик электромагнитного поля. А с другой стороны, вот уже более 100 лет практического использования подобных систем не привели ни случайно, ни целенаправленно к установлению факта влияния электромагнитного поля на процесс мышления.

Другими словами, с одной стороны, имеется компьютер как наиболее яркое выражение названного отличного варианта модели мозга, а с другой стороны, всегда можно найти соответствующий набор параметров внешнего электромагнитного поля, который будет не разрушать, но заданным образом изменять работу резисторов, конденсаторов, транзисторов и всех других компонентов интегральных схем, начинающих этот компьютер.

Так может ли сегодняшний или будущий, пусть даже супермощный, построенный на тераципах, компьютер являться хотя бы приближенной моделью мозга человека? Похоже, что нет.

Перспективная реальность

Теперь вы вправе спросить: неужели не существует других моделей работы мозга? Ситуация здесь сложная. Представьте, человек, незнакомый с физикой, хочет понять механизм работы автомобиля. На чем ему остановиться взглянуть? На колесах, системе зажигания, карбюраторе, двигателе или бензобаке? Наконец, он может сообразить, что все дело в сгорании бензина, и объявить это механизмом работы авто-

мобиля. Многие будут удовлетворены. Но согласитесь, что от этого умозаключения до цикла Карно еще очень большой путь. Так же и с механизмом работы нейрона. Известны структура, химический состав, характер диффузионных потоков, тепловые режимы, распределения электрических и магнитных полей, электро- и теплопроводность и многое другое, но на вопрос, какой физический процесс формирует мысль человеческую, ответа до сих пор нет.

А не попытаться ли нам сначала самим прощупать почву для построения качественно новой, не электромагнитной модели мозга, модели, основанной не на переносе электронов или каких-нибудь других заряженных частиц или возбужденных состояний этих частиц?

Отметим сразу же в сторону попытки использования чего-либо потустороннего, вроде биополя. И вспомним, что для передачи информации, не говоря уже о ее создании, нужен материальный носитель. Выбор здесь невелик. Человечеству известны только две требуемые субстанции: электромагнитное поле и вещество, составленное из атомов, которые в свою очередь состоят из протонов и нейтронов, образующих ядро атома, и электронов, распределенных в окрестности ядра и, кстати, занимающих большую часть атома. Протоны и электроны заряжены. Поэтому произвольно взятый кусочек вещества объединен силами межатомных связей, имеющих электромагнитную природу, но в равновесном состоянии этот кусочек является «электромагнитнонейтральным».

Зададимся вопросом: каким образом с помощью нейтрального набора атомов, находящихся в сложных электромагнитных взаимодействиях, можно создавать или передавать информацию без нарушения его электронейтральности? Ответ очень прост. Толкнем близлежащую группу атомов образца. Поскольку атомы объединены межатомными силами, а образец в целом представляет собой в той или иной мере упругую среду, приведенное возмущение в виде смещений атомов из исходных равновесных позиций будет распространяться по образцу. Задавая определенный характер силового воздействия на один конец образца, на другом его конце

будем получать через некоторое время сигнал, аналогичный исходному.

Как уже говорилось, для выяснения влияния электромагнитного поля на работу мозга можно поместить себя в ядерный томограф. А куда бы поместить свою голову для выяснения влияния силовых воздействий? Простейший эксперимент здесь не нуждается ни в какой аппаратуре – упругие волны существуют повсеместно. Тикают часы, доносится разговор из телевизора, мелодично звонит телефон – это дома. На улице: шум листвы, хлопанье дверей, визг тормозов, рев самолета. Еще в природе: удар молнии, раскаты грома, грохот прибоя, гул землетрясения. Замечено ли влияние чего-либо названного на работу ума? Нет, не замечено. А вообще, могло ли бы происходить устойчивое образование мыслей в мозгу, функционирующем на основе упругих волн, в условиях полного шумового беспредела, устраиваемого и природой, и самим суетливым человечеством? Перестраховался Создатель наш, упрянул механизм работы мозга подальше от него.

Впрочем, можете поэкспериментировать сами. Попробуйте в школьных лабораторных условиях с помощью наушников и звукового генератора определить нижнюю и верхнюю границы частот звуковых волн, воспринимаемых ухом, т.е. попросту слышимых. С нижней границей проблем не будет. Ниже 20 Гц мембрана наушников перестает издавать чистый тон и переходит на щелчки. Результат в 20 ± 10 Гц нас вполне устроит. Трудности возникают с верхней границей. Невозможно с той же точностью уловить изменение уровня громкости на частотах выше 18 кГц, т.е. там, где должен располагаться верхний порог слышимости. Кажется, что звук продолжает быть слышимым, т.е. возникает иллюзия звука, и невозможно точно зафиксировать момент падения чувствительности уха к генерируемым наушниками упругим колебаниям. Этот эксперимент нельзя повторять часто, достаточно убедиться в существовании этой иллюзии, иначе разболится голова.

Хотелось бы, конечно, основываясь на этом опыте, т.е. на существовании звуковой иллюзии, признать,

что существует некий тип, если так можно сказать, не разрушительного, но конструктивного взаимодействия упругих волн с мозгом. Но возникает новая проблема. Частоты порядка 10^4 Гц создают упругие волны с длиной порядка сантиметра, т.е. в упругой волне, распространяемой по мозгу, колеблются относительно друг друга огромные объемы, в которых число атомов превосходит 10^{23} . Это значит, что если элемент человеческой памяти даже не атом, не наночип, а хотя бы микрочип с числом атомов 10^{11} , то в такой звуковой волне должно одновременно смещаться около 10^{12} ячеек памяти. Ясно, что управление одной из этих 10^{12} микрометровых ячеек звуковой волной с длиной волны порядка сантиметра невозможно. Столь длинная волна не может изменить состояние одной ячейки, не затронув при этом соседние. (Так же и морской прибой окатывает или не окатывает всех, находящихся на одинаковых расстояниях от края берега.) Иными словами, уж если упругие волны и принимают участие в формировании процесса мышления, то их длина должна быть не больше нанометра – типичного размера молекулярных конструкций, образующих мозг. (Например, диаметр молекулы ДНК составляет 2 нм.) Для генерации таких волн нужны частоты упругих колебаний выше сотен гигагерц.

Стоп! Что-то здесь есть. Настораживает, что именно до этого частотного уровня упругих колебаний современная экспериментальная техника еще не добралась. Сегодня нет возможности регулярного воспроизведения гиперзвука сверхвысоких частот при условии контролируемой изменении его параметров как необходимого условия для постановки физического эксперимента. Тем не менее, для любопытного человечества отсутствие экспериментальных данных никогда не было помехой на пути исследования природы. Так, физика атомных ансамблей стала понятной во времена Максвелла и Больцмана, но только после их смерти было найдено экспериментальное подтверждение существования самих атомов.

К настоящему времени разработаны десятки механизмов для хранения и передачи информации в биологических и вообще молекулярных

структурах. Среди них есть и модели, близкие к упругим. Кратко остановимся на общепризнанно неверной, но тем не менее до сих пор цитируемой модели, предложенной в 70-х годах замечательным английским физиком Гербертом Фрелихом. Для объяснения способа передачи информации в биосистемах он предложил механизм генерации упругих колебаний среды, состоящей из заряженных частиц, с частотой порядка 10^{12} Гц. Но колебания в этой области частот имеют квантовый характер. Это плохо, потому что при переходе нейрона (или какой-либо его составляющей) из одного состояния в другое он должен оставаться в предыдущем состоянии достаточно долго для того, чтобы управляющее воздействие могло однозначно перевести нейрон в новое состояние. Это требование не выполняется для колебательных состояний с временами жизни 10^{-12} с. Поэтому Фрелих предложил использовать концепцию так называемого когерентного возбуждения – классического пакета упругих волн, построенного из квантовых состояний. Распространяется такой пакет со скоростью обычного звука и, главное, может надолго изменить деформационное состояние нейрона. Модель Фрелиха детально не прорабатывалась из-за того, что, как вскоре выяснилось, образование таких когерентных пакетов невозможно. Однако она очень привлекательна в концептуальном плане, а именно с точки зрения отказа от электромагнитного принципа устройства ячейки памяти и перехода к деформационному.

В этой связи обращает на себя внимание тема деформируемости биологических объектов. Еще в 1678 году голландский исследователь А. Левенгук заметил, что, когда он был сильно болен, эритроциты его крови выглядели жесткими и недеформируемыми, но становились мягче и податливее, когда он выздоравливал. Однако за три столетия, прошедшие с тех пор, установлено лишь, что упругость, т.е. способность эритроцитов обратимо менять свою форму под действием внешних сил, относится ко всем типам биологических объектов, в том числе и к нейронам. И экспериментальные, и теоретические попытки понять механизм этой деформируемости остаются пока что безуспешными.

Подводя итог перспективной реальности, зададимся вопросом: не является ли согласованность отсутствия экспериментальной техники сверхгиперзвука и удовлетворительного объяснения деформируемости биологических нанообъектов той красной нитью, которая приведет к пониманию механизма работы человеческого ума? К тому же, сегодня исследование того, каким образом молекулярная конструкция наноскопических размеров откликается на действие сторонних сил, т.е. исследование упругих свойств нанокристаллов, является одной из разрабатываемых ветвей нанотехнологии. Может быть, именно анализ силовых воздействий на молекулы, атомные кластеры или нанокристаллы сможет дать ответ на вопрос «что есть мысль?» и, следовательно, откроет путь к созданию искусственного интеллекта?

В качестве заключения и, если хотите, руководства к раскрытию тайны мозга приведем научную позицию одного из основателей биофизики Эмиля Дюбуа-Реймона, работавшего в середине прошлого века. В блестящей книге М. Б. Беркинблита и Е. Г. Глаголевой «Электричество в живых организмах» (серия «Библиотечка «Квант», вып. 69) она выражена следующим образом: «Нельзя приписать частицам материи в организме каких-либо новых сил, которые бы не действовали и вне организма».