

С. Н. Коняев

Научные подходы к феномену сознания*

Памяти И.А. Акчурина посвящается

Споры, касающиеся природы сознания и возможных подходов к ее описанию, особенно интенсивно продолжающиеся последние полвека, оставляют вопрос познаваемости этого феномена открытым. Несмотря на достигнутые успехи в научном понимании механизмов функционирования мозга, вопросы мышления и сознательной деятельности остаются за пределами методологической сетки современного естествознания.

Связано это, прежде всего, с тем, что сознание является важнейшим инструментом научного познания, которое формирует картину мира, оставаясь «за кадром», за возможностями категориальной сетки. Второй важный момент, который следует подчеркнуть, это вызов идеалу объективности научного знания, которое показало свою эвристичность именно при исследовании объективной реальности, независимой от сознания наблюдателя.

Некоторые авторы, например Д.Серль, отстаивают точку зрения, согласно которой наука не может внести существенного вклада в познание феномена сознания. Другие, такие как Р.Пенроуз, озабочены поисками предельных онтологических структур мозга, где, по их мнению, возможно, проходит граница мыслящей и протяженной субстанции, некоторых канальцев, которые формируют квантовые каналы передачи информации. А также подробно анализируют возможные отношения сознательных процессов и вычислительных процедур.

* Исследования выполнены в рамках проекта РГНФ № 04-03-00123а «Философия сознания: перспективы развития».

Мы полагаем, что феномен сознания можно исследовать методами современной науки. Возможные методологические «прорывы» могут быть связаны:

- с созданием роботов, оснащенных системами искусственного интеллекта;
- с изучением феномена виртуальной реальности;
- с развитием сети Интернет и построения систем коллективно-го разума;
- с созданием в среде программного обеспечения функциональных аналогов биологических клеток;
- с развитием физики информационных процессов;
- с созданием систем «человек-компьютер»;
- с созданием синергетических моделей человеческого познания (Хакен, Португали).

Весьма эффективным для исследования виртуальных миров и механизмов функционирования сознания представляется понятие границы биологической системы, включающей как онтологические, так и дескриптивные компоненты. Различные системы, даже функционирующие на одной и той же материальной элементной базе, могут иметь разные границы «объективного» «внутреннего мира». То, что для одной системы представляется легко трансформируемым, для другой может выглядеть объективными ограничениями, наложенными извне. Еще более сложная ситуация в плане анализа категории объективности с точки зрения конкретной системы (в «системе отсчета» «субъективной реальности» данной системы) возникает, если рассматриваемые системы функционируют на различных материальных «элементных базах», отличающихся по информационной емкости и быстрдействию.

Рассмотрим некоторые из вышеперечисленных тезисов более подробно.

Классическая научная методология: возможности и границы применимости

Потенциала научной методологии, сформировавшейся на рубеже XVI–XVII вв., оказалось достаточно до конца XIX в., когда, казалось, вот еще чуть-чуть и будет создана объективная картина «всего», описываемая одной или несколькими математическими формулами. С позиций классической физики человек-наблюдатель может одновременно находиться в любых, сколь угодно удаленных, точках

Вселенной (по крайней мере, у него есть возможность использовать мгновенное распространение сигналов), он может измерять импульсы и координаты всех частиц с любой точностью, и у него есть возможность мгновенно обрабатывать полученные результаты.

Наиболее выпукло эти возможности представлены в «образе» демона Лапласа, говоря современным языком робота, обладающего совершенной вычислительной техникой и огромными информационными накопителями — памятью, способной хранить информацию обо всех точках Вселенной во все возможные промежутки времени. Имея начальные условия для всего многообразия точек мира, подобный робот, используя «абсолютно объективные» формулы классической физики, может вычислить состояния Вселенной в прошлом и будущем. Есть еще очень важные характеристики, которыми должен обладать демон Лапласа, — характеристики, которые были вне методологической сетки классической физики, но стали существенными ограничениями при создании современных вычислительных систем. Это скорость сбора, обработки и выдачи информации.

Вдохновленные кажущейся «мгновенностью» передачи электромагнитных взаимодействий, ученые — сторонники классической методологии полагали, видимо, что «скорость мысли» гораздо больше скорости света. Многие современные исследователи сознания неявно придерживаются той же точки зрения, хотя все современные робототехнические системы, да и просто текстовые редакторы, демонстрируют совершенно другое. Попробуйте на вашем, даже четвертом «Пентиуме», оснащенном приличной оперативной памятью в полтысячи мегабайт, загрузить в программу «Майкрософт Ворд», скажем, десять тысяч страниц текста с картинками и таблицами. Ограничения на скорость переработки информации видны невооруженным глазом...

Учет огромного количества объектов микромира потребовал перехода к статистическим методам в физике, развития понятия вероятности, введения различных математических распределений в структуру физического знания. В то же время термодинамика оперирует классическими представлениями о микромире, базируется на представлениях об атомах как частицах, подчиняющихся законам классической механики, которые могут быть занумерованы, помечены метками, наблюдаемы в любой момент времени. С позиций «классики» траекторию любого атома, любой элементарной частицы можно проследить с любой точностью. Невозможность сделать это в рамках данного конкретного эксперимента связывалась с отсутствием адекватных инструментальных (измерительных) и вычислительных (обработка данных) средств. Парадоксы, связанные с таким видением,

наиболее явно представлены в мысленном эксперименте Максвелла, который ввел в рассмотрение «существо» (being), обладающее возможностью измерения скоростей молекул газа и управления перегородкой, закрывающей две части сосуда с газом. Это гипотетическое «существо», впоследствии названное В.Томсоном «демоном Максвелла», может, не затрачивая работы, повысить температуру одной половины сосуда и понизить температуру другой, вопреки второму началу термодинамики. Дж.Максвелл пишет, что «это лишь один из примеров, показывающих, что наши заключения, выведенные из опытов над телами, состоящими из несметного числа молекул, могут оказаться неприменимыми к более тонким наблюдениям и опытам, реализуемым при условии, что имелась бы возможность различать отдельные молекулы, с которыми мы обычно имеем дело только в больших количествах»¹.

Исследователи далеко не сразу обратили внимание на две характеристики рассматриваемой модели. С одной стороны, «используются флуктуации (скоростей), и объектами упорядочения являются отдельные молекулы: в результате большего числа микроуправлений накапливается макроскопический эффект. ...С другой стороны, здесь описан процесс, в котором по измененным значениям одного параметра (скорости) производится управление другой физической величиной (положением клапана, закрывающего или открывающего отверстие), что приводит к упорядочению в системе — негэнтропийному эффекту»². Рассмотренную таким образом, модель Максвелла можно отнести к простейшей модели процесса управления.

Однако информационные аспекты этих моделей проявились гораздо позже. В классической научной парадигме формулы были абсолютными — совершенно правильными, точность и прогнозирование определялись наличием граничных условий. В свою очередь, граничные условия предполагали наличие абсолютного наблюдателя, который присутствовал неявно, не входя в формулы, но обладая неограниченными возможностями по точности (и скорости) определения начальных условий, необходимых для решения физических уравнений.

Классическая механика давала научную картину мира можно образно охарактеризовать метафорой «мир как заведенные часы». Абсолютные законы были ограничены только наличием определенных степеней вероятности различных состояний, причем, вероятность трактовалась как «незнание» (не полное знание) или неспособность существующих систем приема и обработки информации работать в реальном масштабе времени — отслеживать поведение всех частиц.

После появления специальной теории относительности и квантовой механики картина мира классической физики претерпела значительные изменения. Появились принципиальные ограничения скорости передачи информационного сигнала, была осознана неустрашимость влияния измерительного прибора на измеряемый объект, приведшая к формулировке принципа неопределенности, создатель которого Вернер Гейзенберг писал, что «классическая физика как раз и кончается в том месте, где нельзя уже отказаться от учета влияний, которые оказывают все наблюдения на исследуемые процессы»³.

Новые научные принципы потребовали разработки новой научной методологии, выхода за рамки формализма классической механики, обсуждения метафизических и онтологических проблем, связанных с неклассическим образом научной рациональности, квантовомеханическим миропониманием.

Прежде всего, были проанализированы принципы объективности научного знания, субъект-объектные связи, взаимодействие наблюдателя с внешней реальностью.

Создатель квантовой механики Эрвин Шредингер в ряде своих книг, посвященных научно-методологическим вопросам, анализирует «гипотезу реального мира», мира, который нас окружает, к которому мы так привыкли, в котором действуют объективные классические законы, а их основания, как оказалось, находятся в механике квантовой, «здоровый смысл» которой противоречит нашему привычному здравому смыслу, сложившемуся условиях действия механики классической...

Шредингер подчеркивает, что «объективизация» нашего знания базируется на исключении субъекта познания из области изучаемой природы, на исключении наблюдателя, ученого из мира, частью которого он является. «Объективным» мир становится в результате того, что наблюдатель выносится вне этого мира, становясь «внешним» наблюдателем. Таким образом «умеренно удовлетворительная картина мира была достигнута высокой ценой: за счет удаления нас с картины и занятия позиции стороннего наблюдателя»⁴.

В контексте квантовой механики до сих не утихают споры о роли наблюдателя в физическом эксперименте, о природе физической реальности, о том, каков мир «сам по себе». Одно из направлений связано с конструированием удвоения (утроения) существующего мира, например, в работах А.Ю.Севальникова рассматриваются возможности применения онтологических построений Аристотеля для объяснения квантовой механики через введение «мира в потенции», сущностей, охватывающих всевозможные варианты экспериментальных

результатов. Другие «радикальные» исследователи пытаются вернуться к классической физике, через понятие эфира и введение внутренней структуры электрона классическим образом.

Однако опыт разработки различных интерпретаций квантовой механики в течение более полувека показывает безрезультатность таких построений. Справедливость квантовомеханической теории на сегодняшний день доказана огромным «валом» новых электронных технологий, видоизменяющих планету. В начале прошлого, XX в. действительно был сделан методологический прорыв, который на целое столетие обеспечил развитие человеческой цивилизации. Даже критика квантовой теории Эйнштейном, опубликовавшем (с соавторами Б.Подольским и Н.Розеном) в 1935 г. описание эксперимента, доказывающего нелокальность квантовомеханических подходов, привела в конце XX – начале XXI в. к постановке соответствующих экспериментов, которые не только подтвердили наличие парадокса Эйнштейна–Подольского–Розена, но и дали возможность, пока гипотетическую, экспериментального опровержения специальной теории относительности.

Ситуация с попытками «модернизации» квантовой теории напоминает попытки Бекона развить научное понимание температуры через классификацию: теплое, более теплое, холодное, прохладное и т.д. Хотя как показала история науки – прогресс в понимании природы температуры пошел только с момента установления ее энергетической природы, что было совершенно невероятно в рамках прежних представлений.

Точно так же, пытаясь выйти за рамки квантовой механики, через анализ ее оснований Шредингер анализирует понятие сознания и тела человека. Последовательное рассмотрение «объективной реальности» приводит к противоречиям. «Разум построил объективный окружающий мир философа-натуралиста из своего собственного материала. Разум не мог справиться с этой гигантской задачей, не воспользовавшись упрощающим приемом, заключающимся в исключении себя – отзыве с момента концептуального создания. Поэтому последний не содержит своего создателя»⁵.

Рассмотрение субъектом границ своего тела, являющегося частью объективного мира (объекта), приводит к пониманию объективности сознания других людей относительно данного наблюдателя. «Во-первых, мое собственное тело (с которым так непосредственно и тесно связана моя ментальная деятельность) является частью объекта (реального окружающего мира), который я конструирую из своих ощущений, восприятий и воспоминаний. Во-вторых, тела других

людей образуют часть этого объективного мира. Теперь у меня есть очень веские основания полагать, что эти тела также связаны, они являются, так сказать, местами для сфер сознания. У меня может не быть резонных сомнений относительно существования или действительности этих чуждых сфер сознания, однако у меня нет абсолютно никакого субъективного доступа ни к одной из них. Поэтому я склонен рассматривать их как нечто объективное, как образующее часть реального мира, окружающего меня. Более того, поскольку отличий между мной и другими нет, а, наоборот, имеет место полная симметрия всех намерений и целей, я делаю вывод, что и сам являюсь частью этого материального мира, окружающего меня. Я, так сказать, помещаю свое собственное ощущающее «я» (которое построило этот мир в виде ментального продукта) обратно в него — со всем адом катастрофических логических последствий, вытекающих из вышеописанной цепочки выводов»⁶.

Анализируя понятие сознания наблюдателя, Шредингер вынужден выходить за рамки традиционного научного описания, касаясь вопросов метафизики и религии. «Следует пояснить: полное количество разумов равно единице. Возьму на себя смелость назвать его неразрушимым, поскольку он имеет особое расписание, а именно, разум всегда сейчас. Для разума не существует ни до, ни после. Существует только сейчас, включающее воспоминания и ожидания. И я признаю, что наш язык не способен выразить это, я также признаю, на всякий случай, если кому-нибудь захочется это утверждать, что сейчас я говорю религиозным языком, не научным — впрочем, не противопоставляя религию науке, а подкрепляя ее фактами, которые выявились в процессе беспристрастного научного исследования»⁷.

Анализ телесности человека приводит Шредингера к выводу о том, что поскольку все атомы подчиняются квантовомеханическому закону, в том числе, и атомы человеческого тела, поэтому «тело функционирует как чистый механизм, подчиняясь всеобщим законам природы» и, в то же время, каждый человек знает, что он может управлять своим телом и предвидеть последствия своих действий. Таким образом, Шредингер утверждает, что «каждый сознательный разум, когда-либо говоривший и чувствовавший «я», — представляет собой не что иное, как субъект, могущий управлять «движением атомов» согласно законам природы»⁸.

Этот философский вывод, учитывающий активную роль сознания в поддержании законов природы, так и остался пока не востребованным методологией физики. Может быть, надо было больше внимания уделить самому пониманию границы наблюдателя? Такие

исследования проводились, в частности, в рамках задачи очувствления роботов⁹. То, что этого не произошло в полном объеме, может быть обусловлено господствовавшей в 60-е гг. XX в. «парадигмой» «человек в помощь компьютеру». Предполагалось, что, создав мощные системы обработки информации, человек переложит ответственность на эти «умные машины», которые смогут все просчитать с любой заданной точностью. Однако основанием работоспособности таких систем является уверенность в классических законах мироздания и действенность соответствующей классической методологии. Принципы работы указанных вычислительных систем не учитывают эволюционный характер развития цивилизации, влияние человечества как глобальной «геологической силы» (в смысле В.И.Вернадского) и ограничения, накладываемые неклассической методологией на процесс наблюдения, в первую очередь, «конус» реальности, определяющийся максимально возможной для данного наблюдателя скоростью физического сигнала и принципиальная неустрашимость влияния наблюдателя на измеряемые объекты.

В настоящей время в связи с успехами технологии и увеличением возможностей физического эксперимента вопросы рассмотрения включенности сознания в контекст физического эксперимента все больше обсуждаются в среде профессиональных физиков. Прогнозируя развитие физической науки, М.Б.Менский пишет, что «эксперименты по квантовой механике включают с течением времени работу мозга и сознания, квантовая теория измерений может привести к теории сознания как фундаментального физического свойства, которым, тем не менее, обладает лишь живая материя»¹⁰.

Менскому принадлежит вывод о том, что редукция волновой функции и процесс осознания — это одно и то же. Пока никто из физиков, психологов, или биологов не брал на себя такую смелость — утверждать эквивалентность таинства мышления и тайны процесса измерения. Насколько плодотворны будут подобные попытки механического соединения физической теории с принципами психологии — покажет время, однако уже сейчас следует подчеркнуть наличие подобного научного подхода в сфере, казалось бы, науке недоступной. Подобные гипотезы, даже не обладая большой эвристичностью, позволяют перенести плоскость изучения сознания в рамки фальсифицируемого опыта, а значит, подводят научный базис под подобные исследования. Таким образом, физики на сегодня готовы сделать шаг навстречу биологам, без которых научное изучение сознания невозможно. Слишком сложен мозг как объект исследования, чтобы можно было избежать междисциплинарного подхода

в его изучении. Только объединенными усилиями различных специалистов можно сформировать основания биофизики, способной адекватно описывать и прогнозировать динамику живых систем.

Первые попытки внедрения физических методов для построения теоретической биологии были предприняты в середине XX в. Рассмотрим эти исследования в контексте построения научных подходов к изучению сознания.

Теоретико-биологические подходы к феномену сознания

В 60-е гг. прошлого века появилась, как сказали бы сейчас, научная программа «На пути к теоретической биологии». Один из ярких представителей этого направления исследований Говард Патти ввел понятие «семантического замыкания» — дополнительности процессов измерения и описания, протекающих как в отдельно взятой клетке, так и в рамках социума (обобщенного наблюдателя). По Патти, элементарным примером «семантического замыкания» является процесс фермент-субстратного взаимодействия: «В клетке линейная дискретная независимая от скорости цепочка аминокислот самопроизвольно свертывается, образуя трехмерный каталитический механизм, единственная функция которого заключается в контроле скоростей специфических реакций»¹¹.

В работах Говарда Патти впервые отчетливо и внятно был рассмотрен процесс наблюдения и измерения. Только потом у Умберто Матурано появилась фраза о том, что любой наблюдатель — это биосистема и все, что верно для биосистемы, верно и для наблюдателя. Говард Патти рассматривает любую, простейшую биологическую клетку в качестве наблюдателя.

Для «науки о сознании» это очень важный момент. В самом понятии сознания как бы присутствует «тайнство» по типу тайнств религиозных. И научные подходы к изучению сознания многими воспринимаются как некий вариант кощунства — как же можно основу всего мироощущения изучать, да еще научными методами?

Живая система, обладающая сознанием, слишком сложна для анализа. Поэтому Патти, рассматривая понятия сложности и простоты, переходит к простейшим системам, на уровне которых можно моделировать общие свойства, присущие жизни. Оказывается, важнейшим свойством самовоспроизводящихся систем является наличие самоописания, наличие, помимо динамического уровня функционирования, уровня лингвистического.

«Фундаментальный факт жизни — факт такой всеобщности, что его можно использовать для определения жизни, — заключается в том, что, живые системы содержат свои собственные описания»¹².

В своей «программной» статье Патти связывает психофизический парадокс с проблемой измерения в физике. «Таинственная» способность человека манипулировать языковыми символами, не задумываясь о существовании мозга, который обеспечивает эту возможность, наличие компьютерных аппаратных средств, позволяющих писать программы, не задумываясь о существующей элементной базе, сравнивается с физическим прибором, который «представляет собой физическое ограничение, которое неявно выполняет правило, обеспечивающее соотнесение системы с элементом описания системы»¹³.

Подход Патти позволяет, в принципе, предложить «объективные» методы исследования «субъективных» систем, систем, включающих наблюдателя. Важным критерием наличия самоописания является возможность системы самостоятельно считывать и расшифровывать язык самоописания. Сложные системы, включающие сознание, могут любые цепочки символов и даже природные артефакты интерпретировать произвольным образом. В этом случае очень сложно подвести «объективную» базу под множество интерпретаций, которые могут не иметь ничего общего. Чтобы ввести научные методы в это сложное «смысловое поле», необходимо фиксировать процессы записи, хранения и расшифровки информации на уровне простейшей системы, например биологической клетки. Тогда наблюдатель — система, состоящая из множества клеток, может «объективизировать» процессы, происходящие на уровне одной клетки.

Через понятие физического прибора Говард Патти приходит к связи динамических характеристик системы с ее лингвистическими свойствами. С методологической точки зрения такой подход шире, чем сформулированная Михаилом Борисовичем Менским связь редукции волновой функции с процессом осознания, т. к. позволяет моделировать свойства живых систем на искусственно созданных артефактах — роботах. В то же время хочется подчеркнуть связь и взаимосогласованность этих двух подходов — биофизического (Патти) и чисто теоретико-физического (Менский).

Разработка методологии живых систем требует более глубокого сопряжения этих подходов. Для этого необходимо от «неявной» фиксации связи чувствительного элемента с инструментами описания процесса измерения перейти к теоретическим моделям простейшего наблюдателя.

Важными понятиями, которые необходимо развить на пути теоретического конструирования наблюдателя, являются понятия границы биологической системы и согласованности функционирования ее элементов.

Причем следует отметить, что традиционное математическое определение границы через замыкание открытого множества не может адекватно отразить динамический характер становления границы биологической системы, для которой характерны эволюционные процессы, развитие. В процессе своего становления биологическая система постоянно описывает свою изменяющуюся границу, постоянно контролирует ее с помощью рецепторов, сохраняя свою целостность, связность, когерентность.

Еще один важный аспект связан с открытостью границы биосистемы, наличие определенного пространственно-временного масштаба. Без наличия границы, без ее описания, биологическая система не существует как целостное образование, не обладает самостью и, как правило, растворяется в более крупной системе.

Понимание границы имеет глубокие корни в античном мышлении. «Обычно мы полагаем, что границы суть то, около чего нечто прекращается. Но границы — согласно древнегреческому смыслу — всегда обладают характером собирания, а не отрезания. Граница является тем, исходя откуда и в чем нечто начинается, распускается в качестве того, что оно есть ... Граница не отвергает, она выдвигает облик в свет присутствия и несет его»¹⁴.

Граница биологической системы может иметь сложную топологию, когда понятия «внешнее» и «внутреннее» оказываются ограниченными в применении. Исследование предельных структур биологических клеток достаточно затруднительно, поскольку до сих пор не понятно, на какой «элементной базе» построены живые системы. В прошлом веке большинство биофизиков полагало, что ниже уровня биохимических реакций проходит уровень неживой материи. Этому косвенно противоречили феномены людей, обладающих свойством быстрого счета и результатами шахматных партий гроссмейстеров с суперкомпьютерами. Скорость счета и принятия решения человека оказывается сравнима с электронными вычислительными машинами, в которых реализованы процессы с участием элементарных частиц. Поэтому не существует явных ограничений на возможность участия в процессах сознания более глубоких уровней микромира.

Как известно, по нынешним научным представлениям, мир вокруг нас подчиняется квантовым законам. Следует более явно рассмотреть и квантовомеханическую природу сознания. Пока такие попытки предпринимаются, главным образом, в научно-популярной литературе¹⁵.

Важным направлением, позволяющим приблизиться к научному пониманию феномена сознания, является создание компьютеров, в том числе и гипотетических, квантовых. Рассмотрим эти исследования более подробно.

Компьютеры и сознание

Изобретение компьютера относится к XVII в. и связано с именами Б.Паскаля и Лейбница. Первые вычислительные машины были механические, затем менялась элементная база, позволяющая ускорять процесс вычислений и увеличивать «плотность» информационных потоков. Следует подчеркнуть, что до XIX в. вычисления рассматривались чисто мыслительным процессом.

Теоретическим базисом для создания современных универсальных компьютеров послужила так называемая машина Тьюринга. Понятие машины Тьюринга появилось в результате «прямой попытки разложить интуитивно известные нам вычислительные процедуры на элементарные операции»¹⁶. Статья Тьюринга, в которой был введен точно определенный класс интуитивно вычислимых функций (функции, вычислимые по Тьюрингу), появилась в 1936 г. Этому событию предшествовало осознание в 1935 г. того, что класс так называемых θ -определимых функций, изучавшихся Черчем и Клини, может быть, охватывает все функции, которые в соответствии с нашим интуитивным представлением можно рассматривать как вычислимые. Похожими свойствами обладал класс общерекурсивных функций, определенный в 1934 году Гёделем. Черчем и Клини было доказано, что эти два класса совпадают, т.е. каждая θ -определимая функция является общерекурсивной и наоборот.

В 1936 г. был опубликован тезис Черча, согласно которому все функции, которые мы можем рассматривать как вычислимые, являются θ -определимыми или, что эквивалентно, общерекурсивными. Тезис Черча не является теоремой, «в нем предлагается отождествить несколько расплывчатое интуитивное понятие с понятием, сформулированным в точных математических терминах, и потому доказать его невозможно»¹⁷. В статье Тьюринга аналогичное утверждение вы-

сказывалось относительно функций, вычислимых по Тьюрингу. В 1937 г. Тьюринг показал, что его вычислимые функции представляют собой то же самое, что и θ -определимые. Поэтому тезис Черча называют еще тезисом Черча-Тьюринга. Аналогичные результаты были получены Постом.

Гипотеза Черча-Тьюринга задает ограничения на то, что может быть вычислено. При этом обычно это утверждение интерпретируется как квазиматематическое, говорящее об эквивалентности возможных формализаций интуитивного понятия алгоритма или вычисления.

Таким образом, в значительной мере появление компьютеров связано с пониманием и научной формулировкой процессов сознания. Осознание соотношения понятий вычисления и сознательного мышления является весьма актуальной проблемой. Роджер Пенроуз сформулировал четыре крайние точки зрения по этому вопросу:

«Всякое мышление есть вычисление; в частности, ощущение осмысленного сознания есть не что иное, как результат выполнения соответствующего вычисления.

Осознание представляет собой характерное проявление физической активности мозга; хотя любую физическую активность можно моделировать посредством той или иной совокупности вычислений, численное моделирование как таковое не способно вызвать осознание.

Осознание является результатом соответствующей физической активности мозга, однако эту физическую активность невозможно должным образом смоделировать вычислительными средствами.

Осознание невозможно объяснить в физических, математических и вообще научных терминах»¹⁸.

Пенроуз посвятил целую книгу, анализируя вышеуказанные варианты. Для целей данной статьи мы только подчеркнем еще раз, что создание средств вычислительной техники потребовало формализации процессов мозга, ответственных за выполнение вычислений, которые до этого были «интуитивно понятны». А совершенствование компьютеров, в свою очередь, позволяет делать выводы о механизмах мышления.

Важным понятием в контексте вычислительной техники является понятие информации. Согласно известному биофизику Л.А. Блюменфельду: «Энтропия системы есть не что иное, как количество информации, не хватающей для ее полного описания»¹⁹. Было показано, что энтропию системы, которая играет важнейшую роль в термодинамике, можно выразить через количество информации. А поскольку энтропия системы определяется как отношение энергии системы к температуре, то, таким образом, количество информации становится базовым понятием в физике.

По мнению ряда исследователей, «информация играет в науке фундаментальную роль»²⁰.

Понятие материи определяется в философии во взаимоотношении с понятием сознания. До конца XIX в. материя в научном дискурсе ассоциировалась с веществом, массой тел. Развитие физики, появление идеи квантов, возможность выражения физических величин через энергетические единицы привело к тому, что некоторое ученые говорили в начале XX в. об исчезновении материи. Вильгельм Фридрих Оствальд утверждал, что все — и материя, и даже в определенной мере дух — есть энергия. Критикуя его, В.И. Ленин в работе «Материализм и эмпириокритицизм» справедливо отметил, что материя не исчезла, изменились наши представления, уровни познания материи. После появления знаменитой формулы Эйнштейна, связывающей массу с энергией через квадрат скорости света, стало ясно, что материя может существовать не только в форме вещества, но и в форме энергии, в форме физических полей.

Создание кибернетических устройств показало, что для управления системой (в которой может быть запасена энергия) достаточно использовать сигналы, сколь угодно малые по мощности, но обладающие определенной формой, специальным образом промодулированные. Таким образом, в управлении оказалась важна форма сигнала, а не его энергия. При этом следует заметить, что материя опять-таки не исчезает, исчезают пределы, до которых мы знаем материю, т. е. никому еще не удалось получить «чистую» информацию без материального носителя.

Как ни мала может быть энергия сигнала, он, тем не менее, нуждается в информационном носителе. И это касается как механических систем типа ключа для механического замка, который обладает определенной формой, оставаясь материальным, так и электронных ключей, которые тоже существуют только записанными на материальных (магнитных, оптических, электронных) носителях.

На сегодняшний день не существует однозначного определения, что такое информация, хотя самих определений существует великое множество. Заметим лишь, что сама информация с ее ценностью и количеством существует только в рамках более широкой системы, включающей в обязательном порядке потребителей информации со своими запросами.

Со времен Ньютона в физике утвердился динамический подход к описанию физических явлений, который показал свою эффективность при анализе объектов макро- и микромира. Понятие количества информации использовалось в технике связи, теории управления,

затем в компьютерных информационных системах. В конце XX в. было показано, что для описания сложных физических систем необходимо учитывать как динамические, так и информационные характеристики.

Оказалось, что малые уровни управляющих сигналов могут оказывать сильное воздействие на поведение не только искусственных, но и естественных открытых физических систем, через которые могут протекать большие энергетические потоки. В России проблему совместного воздействия на систему сил и информации в условиях сильного отклонения от динамического равновесия, приводящего к самоорганизации, наиболее полно проанализировал Борис Борисович Кадомцев.

В своей книге «Динамика и информация» проф. Кадомцев ставит принципиальный вопрос о границе между микромиром и макромиром, рассуждая в терминах как классической, так и квантовой механики и распространяя таким образом физическую теорию на область мезомира. Важнейшим, на его взгляд, является процесс необратимости, осознание которого невозможно без понимания и разрушения, и упорядоченности. По оценкам Б.Б.Кадомцева, солнечная энергия, приходящая на Землю имеет очень высокую степень упорядоченности, причем поток приходящей от Солнца информации составляет огромную величину порядка 10^{19} бит $\text{см}^{-2} \text{с}^{-1}$, которая не сопоставима ни с одним из искусственных информационных потоков, созданных людьми²¹. (На одну молекулу земной атмосферы приходится примерно один бит в неделю.) Часть солнечной энергии перехватывается атмосферой, другая – потребляется растительным миром в процессе фотосинтеза. Превращаясь в тепло, энергия Солнца дает возможность протекания процессам самоорганизации и усложнения природных структур планеты Земля.

Рассмотрение открытых систем позволило по-новому взглянуть на процессы, связанные с физическими измерениями. Обнаружение частицы в одном из состояний приводит к уменьшению энтропии частицы, что влечет за собой соответствующее возрастание энтропии во внешнем мире (иначе можно было бы создать вечный двигатель второго рода). Чтобы производить измерения и воспринимать измеренные данные, необходим «приток» информации извне.

Соответственно, появляется новый взгляд на случайные процессы. Известно, что А.Эйнштейн отрицал справедливость квантовой механики замечанием о том, что Бог не играет в кости. Согласно проф. Кадомцеву, чтобы управлять движением газа в кубическом сантиметре воздуха, необходимо иметь информационный поток, превышаю-

щий поток солнечной энергии в десять в десятой степени раз. Поэтому «правильным будет сказать, что не Бог играет в кости, а наоборот, из-за полного безразличия Бога к данной игре она протекает на базе чистой случайности, порождаемой стихийной Природой»²². Интересен и следующий вывод Б.Б.Кадомцева: «Если в рассмотренных случаях случайные события, то при наличии информационных связей их следует анализировать с учетом одновременно протекающих сложных событий у наблюдателя или, в общем случае, во внешнем Мире»²³.

Согласно Кадомцеву, все предметы, которые нас окружают, информационно связаны. Через солнечный свет осуществляется «измерение» макротел живыми и неживыми телами, поэтому когерентность «пси»-функций макротел постоянно разрушается.

Такой взгляд на окружающий мир требует переосмыслить роль и место сознания в этом мире. Природа предстает информационно взаимосвязанной, процессы микромира оказываются связанными с макромиром. Существующая научная парадигма не учитывает наличие сознания, однако даже введение информации в картину физической реальности приводит к радикальным изменениям привычных взглядов.

В конце прошлого века Ричард Фейнман сформулировал важнейшие методологические проблемы, связанные с возможностями компьютерного моделирования, придав фундаментальный научный характер прикладным вопросам проектирования компьютеров. В своем исследовании он показал, что в то время как классическая физика может быть промоделирована средствами классического компьютера, результаты квантовой механики нельзя представить на классическом универсальном вычислительном устройстве²⁴.

При этом оказалось, что квантовую механику можно моделировать с помощью квантовой системы из элементов квантового компьютера. Квантовый компьютер был «мысленно построен» из квантовомеханических элементов, подчиняющихся квантовым законам.

Ричард Фейнман также теоретически показал, что «законы физики не запрещают уменьшать размеры компьютера до тех пор, пока биты не достигнут размеров атомов и квантовое поведение не станет доминирующим»²⁵, косвенно подтверждая, таким образом, возможность (хотя бы гипотетическую) реализации сознания на субмолекулярных структурах.

В настоящее время идут теоретические и экспериментальные исследования путей построения квантовых компьютеров. С одной стороны, это создание новых квантовых алгоритмов, с другой — экспе-

риментальное получение так называемых кубитов (qubit), которые являются квантовым аналогом битов. Перспективы практического применения квантовой механики в сфере квантовой информации, которая включает квантовую телепортацию, квантовую криптографию, квантовый компьютер, привлекают все больше исследователей в эту динамичную междисциплинарную область.

Перспективность компьютерного моделирования для понимания процессов мышления выражена Р.Фейнманом следующими словами: «...Открытие компьютеров и размышление над компьютерами оказываются чрезвычайно полезными во многих отраслях человеческих рассуждений. Например, мы никогда на самом деле не понимали, насколько плохим было наше понимание языков, теории грамматики и всего такого, пока мы не попробовали создать компьютер, способный понимать язык. Мы пытались научиться многому в психологии, пытаясь понять, как компьютер работает. Есть много интересных философских вопросов о рассуждениях, связях, наблюдениях и измерениях и т.д., подумать о которых заново с новым типом мышления стимулировал нас компьютер»²⁶.

Современное развитие информационных технологий, создание глобальных компьютерных сетей все сильнее приближает человечество к пониманию мышления. Например, проблему материального и идеального, психофизическую проблему (mind-body problem), рассматриваемые на компьютерной модели, можно сформулировать в виде соответствия программного и аппаратного обеспечения. «Трансцендентальное» можно моделировать деятельностью программистов, трансформирующих систему и перепрограммирующих ее. Они же, собственно, ответственны за категории пространства и времени, введенные в систему. В сферу информационных технологий все больше внедряются синергетические понятия (самоорганизация, согласованность, кооперативные процессы).

Современные исследователи отмечают, что «головной мозг человека — самая сложная система и наиболее сложный из известных нам органов»²⁷. Один из подходов, который позволяет описывать сложные системы, как отмечает Герман Хакен принадлежит Декарту, который «предложил разлагать сложную систему на все более мелкие детали до тех пор, пока не будет достигнут уровень, на котором эти детали или части станут понятными»²⁸. Этот подход присущ молекулярной биологии. «С другой стороны, взаимодействие элементов системы приводит к возникновению на макроскопическом уровне качественно новых свойств и особенностей. Не подлежит сомнению, что в нашем понимании взаимосвязей между микроскопическими уровнями все еще остается огромный разрыв»²⁹.

Создатель науки синергетики Герман Хакен, выдвинувший принцип «круговой причинности», придерживается точки зрения Спинозы: «Дух и материя взаимно обуславливают друг друга, или иначе говоря, дух и материя — две стороны одной и той же медали»³⁰. При этом он полагает, что «все действия мозга, которые ныне считаются нематериальными, в действительности связаны с материальными процессами»³¹.

Разработка систем искусственного интеллекта показала важность эмоций в процессе мышления, которые традиционно рассматривались в качестве всего лишь иррациональной компоненты сознания. При создании квантового компьютера, который, в отличие от классического, может моделировать квантовомеханическую реальность, также используется большое количество параллельных принципиально ненаблюдаемых классическими средствами (иррациональных) процессов. «По мере того, как мы наделяем машину все новыми и новыми биологическими аспектами, различие между мозгом и машиной стирается все больше»³². Возможно именно на этом пути моделирования функций сознания удастся приблизиться к пониманию живых систем.

Примечания

- ¹ *Maxwell J.C.* Theory of heat. London, 1871; *Максвелл Дж.К.* Теория теплоты /Пер. с 7-го англ. изд. А.Л.Королькова. Киев, 1888. Цит. по: *Поплавский Р.П.* Термодинамика информационных процессов. М., 1981. С. 63.
- ² *Поплавский Р.П.* Указ. соч. С. 63.
- ³ *Гейзенберг В., Шредингер Э., Дирак П.А.М.* Современная квантовая механика: Три нобелевских доклада. Л.—М., 1934. С. 32.
- ⁴ *Шредингер Э.* Разум и материя. Ижевск, 2000. С. 39.
- ⁵ Там же. С. 42—43.
- ⁶ Там же. С. 38—39.
- ⁷ Там же. С. 59—60.
- ⁸ *Шредингер Э.* Что такое жизнь с точки зрения физика? М., 1947. С. 112—113.
- ⁹ Более подробно эти подходы освещены в сб.: 100 лет квантовой теории. История. Физика. Философия. (М., 2002. С. 186—199).
- ¹⁰ *Менский М.Б.* Квантовая механика: новые эксперименты, новые приложения и новые формулировки старых вопросов // УФН. 2000. Т. 170, № 6. С. 647.
- ¹¹ *Rattee H.H.* Dynamic and Linguistic Modes of Complex Systems // Int.J.General Systems. 1977. Vol. 1. P. 259—266.
- ¹² *Патти Г.* Динамические и лингвистические принципы функционирования сложных систем. Концепция виртуальных миров и научное познание. СПб., 2000. С. 192.
- ¹³ Там же. С. 98.

-
- 14 *Хайдеггер М.* Положение об основании. СПб., 1999. С. 127.
- 15 *Уилсон Р.А.* Квантовая психология. Киев, 1998.
- 16 *Клини С.К.* Математическая логика. М., 1973. С. 281.
- 17 Там же. С. 281.
- 18 *Пенроуз Р.* Тени разума: в поисках науки о сознании. М.–Ижевск, 2003. С. 33.
- 19 *Блюменфельд Л.А.* Решаемые и нерешаемые проблемы биологической физики. М., 2002. С. 32.
- 20 *Чернавский Д.С.* Синергетика и информация: Динамическая теория информации. М., 2001.
- 21 *Кадоццев Б.Б.* Динамика и информация. М., 1997. С. 68.
- 22 Там же. С. 72.
- 23 Там же.
- 24 *Фейнман Р.* Моделирование физики на компьютерах. Квантовый компьютер и квантовые вычисления. Ижевск, 1999. С. 96.
- 25 Там же.
- 26 Там же. С. 120–121.
- 27 *Хакен Г.* Принципы работы головного мозга. М., 2001. С. 8.
- 28 Там же. С. 14.
- 29 Там же.
- 30 Там же. С. 311.
- 31 Там же. С. 310.
- 32 Там же. С. 313.