

*С.Н. Коняев*

## **Становление современной парадигмы естествознания**

Более десяти лет прошло с момента завершения гранта РФФИ с названием «Формирование современной естественнонаучной парадигмы: анализ оснований». В исследовательском проекте участвовали и философы-методологи, и физики. Хочется упомянуть о таких выдающихся философах, как Л.Б.Баженов и И.А.Акчурин, споры которых на семинарах по проекту были часто бескомпромиссными и жаркими. В результате была подготовлена коллективная монография – сборник статей по тематике проекта.

Мне посчастливилось совместно с Львом Борисовичем Баженовым руководить этим проектом. Идея проекта заключалась в анализе возможных путей формирования новой естественнонаучной парадигмы через философско-методологический анализ оснований современного физического знания.

Активную роль принимала в проекте профессор Е.А.Мамчур – помню ее высказывание о том, что в начале века происходит смена научных парадигм. Так было с началом двадцатого века, когда на смену классической физике пришла квантовая механика. Классический идеал научной рациональности уступил место неклассическому идеалу.

Большое влияние на формирование исследовательского проекта, анализирующего становление естественнонаучной парадигмы, оказали идеи О.Н.Пивоварова, который был руководителем моей дипломной работы и с которым мы сотрудничаем с 80-х годов прошлого века. В 1982 г. в сборнике «Тезисы докладов конферен-

ции “Управление развитием систем” («КУРС-2», Таллин–Москва) была опубликована работа О.Н.Пивоварова «Принципы энергоинформационного взаимодействия высших биосистем со средой», подходы которой и легли в основу проекта «Формирование естественнонаучной парадигмы».

В результате совместной работы над грантом О.Н.Пивоваровым была подготовлена статья «Эволюционные принципы физики», в которой предложенные им в 80-х гг. XX в. **принципы** получили дальнейшее развитие.

В своих работах О.Н.Пивоваров рассматривает процесс познания как функтор (в общем случае вырождающийся), переводящий внешнее окружение во внутреннее описание системы «Научное знание». «Научное знание» представляет собой границу, которая постоянно расширяется и включает в себя и ученых, и средства измерения, и теоретические модели. Чтобы «объективировать» предложенную модель процесса познания, Пивоваров ввел понятие уровней реальности и постулировал возможности разных систем к анализу друг друга. Если система «работает» на более глубоком уровне реальности, то она может анализировать «работу» систем, которые используют для своего функционирования более высокие уровни реальности, но не наоборот. Он также сделал вывод о том, что в процессе своего функционирования система усложняет себя на всех подсистемах.

В отличие от простой констатации того, что наблюдатель и окружающий его мир состоят из одних и тех же элементов, подход Пивоварова дает ориентиры для развития методологии изучения человеко-размерных систем. Особенно это важно для сохранения идеала объективности, который достаточно просто формулировался в классической механике в контексте корреспондентской теории истины.

Сама проблема хорошо описана Эрвином Шредингером: «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»<sup>1</sup>. Очень четко Шредингер сформулировал «принцип объективации», а именно «то, что часто называют

<sup>1</sup> Шредингер Э. Разум и материя. Ижевск, 2000. С. 42–43.

“гипотезой реального мира”, который нас окружает». Он утверждает, «что это равносильно определенному упрощению, которое мы приняли с целью решения бесконечно сложной задачи природы. Не обладая о ней знаниями и не имея строгой систематизации предмета, мы исключаем Субъект Познания из области природы, которую стремимся понять. Мы собственной персоной отступаем на шаг назад, входя в роль внешнего наблюдателя, не являющегося частью мира, который благодаря этой самой процедуре становится объективным миром. Этот прием завуалирован следующими обстоятельствами. 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»<sup>2</sup>. Таким образом «...умеренно удовлетворительная картина мира была достигнута высокой ценой: за счет удаления нас с картины и занятия позиции стороннего наблюдателя»<sup>3</sup>.

Шредингер констатировал: «Мой разум и мир состоят из одних и тех же компонентов... Субъект и объект едины»<sup>4</sup>; Олег Пивоваров идет дальше, предлагая инструмент для фиксации границы наблюдателя. Как мы уже указывали, это важно для формирова-

<sup>2</sup> Шредингер Э. Разум и материя. С. 38–39.

<sup>3</sup> Там же. С. 39.

<sup>4</sup> Там же. С. 50.

ния методологии изучения человеко-мерных систем, свойством которых является принципиальная включенность наблюдателя в изучаемую систему. Для сохранения идеала объективности нужно фиксировать возможности границы наблюдателя, пути его влияния на изучаемую систему.

Другими словами, согласно Пивоварову, современного ученого, занимающегося наблюдениями, нельзя рассматривать вне контекста естествознания в целом, т. к. средства современного физического эксперимента включают не только титанические усилия естествоиспытателя, но и всю мощь высоких технологий современной цивилизации. Более того, он рассматривает систему естествознания в целом как обобщенного наблюдателя. Таким образом, процесс познания предстает в виде отображения внешней реальности средствами репрезентации внутри системы. Оставаясь в рамках понятий физики, т. е. признавая объективную реальность, если угодно, по Канту, можно сказать, что «вещи-для-нас» являются вырожденным образом «вещей-в-себе».

Статья О.Н.Пивоварова «Эволюционные принципы физики» вошла в отчет по научному проекту, но, к сожалению, не была представлена в коллективной монографии. На мой взгляд, идеи этой статьи не потеряли своего значения и сегодня. Хотя, возможно, в дальнейшем эта информация будет интересна только историкам науки.

В приложении к ней он разместил и тезисы, опубликованные в 1982 г. Интересно, что в них он ссылается на работу Игоря Алексеевича Акчурина «Единство естественнонаучного знания», опубликованную в 1979 г. Это был текст докторской диссертации Игоря Алексеевича. По словам Олега Пивоварова, когда он увидел отзыв на эту работу в журнале «Природа», он бросил все, взял отпуск за свой счет и приехал из Краснодара в Москву, где в Государственной публичной научно-технической библиотеке (ГПНТБ) прочитал эту книгу от корки до корки. Очень уж близко подошел И.А.Акчурин к формулировке «новой парадигмы естествознания», контуры которой О.Н.Пивоваров сформулировал на 3 курсе Новосибирского государственного университета в далеком 1968 г. В то время в НГУ преподавали такие блестящие ученые, как академики Г.И.Будкер, С.Т.Беляев, Р.З.Сагдеев, А.Д.Александров, профессор Ю.Румер. Однако наибольшее влияние на рождение «новой парадигмы» сы-

грали лекции философа Игоря Серафимовича Алексева, который сумел донести до студентов ограниченность корреспондентского понимания истины.

Целью тезисов «Принципы энерго-информационного взаимодействия высших биосистем со средой» является «формулировка принципов развития энергоинформационного взаимодействия (ЭИВ) высших развивающихся систем (РС) с объективным миром (реальностью). Под высшими РС подразумеваются системы, которые в процессе своего развития, в принципе, в состоянии развивать и оптимизировать свою функционально-иерархическую структуру и, соответственно, ЭИВ с реальностью до пределов, установленных законами природы (если такие пределы существуют)»<sup>5</sup>.

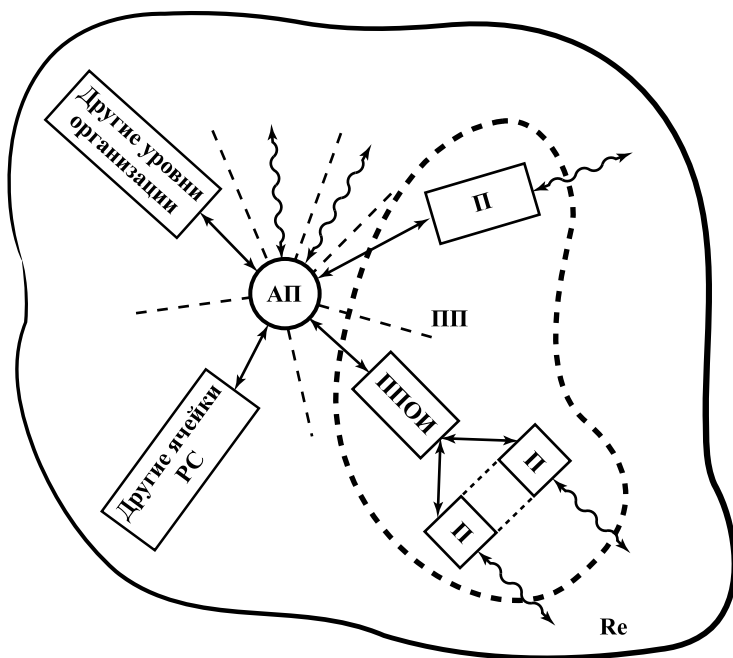
Развивающаяся система «Естествознание» (РС «Е») по Пивоварову имеет «сложную функционально-иерархическую структуру», которая интенсивно развивается за счет активных подсистем (АП), пассивных подсистем (ПП) и средств коммуникации. К активным подсистемам относятся: исследователи (ученые и инженеры), самообучающиеся системы, искусственный интеллект. В пассивные подсистемы входят: приборы, аппаратура, элементы преобразования и переработки информации.

Ниже представлена схема ячейки развивающейся системы «Естествознание». Она существует в контексте объективного мира (реальности), который обозначен на рисунке сокращением Re.

Данное понимание развивающейся системы во многом созвучно идеям Говарда Патти и Майкла Полани.

Так, в своей фундаментальной работе «Личностное знание» Полани отмечает, что инструменты «призваны служить искусственным продолжением нашего тела». «То, как мы используем молоток или слепой – трость, наглядно демонстрирует сдвиг фокуса сознания на точки соприкосновения с объектами, которые мы рассматриваем как внешние. Но сам инструмент или щуп в этом случае не является внешним объектом. Мы можем проверять эффективность инструмента, например, зонда, обнаруживая скрытые неровности какой-то полости, но инструмент как таковой никогда не принадлежит объекту оперирования; он всегда остается по эту

<sup>5</sup> Математические модели энергоинформационного обмена высших биосистем со средой: Тез. докл. конф. «Управление развитием систем» («КУРС-2»). Таллин–Москва, 1982.



сторону, выступая как часть нас самих, часть оперирующей личности. Мы включаем инструмент в сферу нашего бытия; он служит нашим продолжением. Мы сливаемся с инструментом экзистенциально, существуем в нем<sup>6</sup>.

Его подход развивает Говард Патти. В своей программной работе «Динамические и лингвистические принципы функционирования сложных систем» он пишет: «В то время как солипсисты утверждали, что горы и деревья существуют лишь в мозгу человека, я не знаю ни одного философского учения, поддерживающего точку зрения о том, что телефоны и печатающие машинки могли бы возникнуть без участия разума. Майкл Полани подчеркнул, что все машины являются лишь продолжением биологических мускулов и чувств. Отчасти ввиду их небιологических материалов, их всех слишком легко можно принять за автономные системы; даже в картезианском пределе, использо-

<sup>6</sup> Полани М. Личностное знание. М., 1985.

вания машин для объяснения природы жизни. Тот факт, что мы создаем машины, которые могут некоторое время работать как физически обособленные и информационно автономные системы, не делает их на данном этапе менее биологическими или менее зависимыми в плане их конструирования, создания, ремонта, адаптации и совершенствования от их взаимодействий в конечном счете с людьми и от языков головного мозга. Другими словами, если мы хотим рассмотреть возникновение, функционирование и эволюцию сложных машин, которые сейчас существуют, то головной мозг человека должен быть признан в качестве части сложной системы»<sup>7</sup>.

Для Патти важно было отметить фундаментальную проблему наличия эпистемологической связи между описанием и динамикой сложной системы, показать необходимость и дополнительную и лингвистического и динамического режима работы. С его точки зрения, «имеется, конечно, огромная пропасть между моделью поведения отдельной клетки и моделью экологического, экономического и социального организма. Однако, на мой взгляд, все эти системы более высокого уровня являются не менее самоописывающимися, чем клетка. Действительно, всем биологическим системам свойственно наличие их внутренних языковых моделей самих себя и внешнего мира. Биологическая эволюция может характеризоваться возрастающей сложностью, проработанностью внутренних описаний и моделей. Мы обычно называем эти модели именами – цели, планы, политика, стратегии и пр. – но они всего лишь более высокие уровни самоописания лингвистического типа»<sup>8</sup>.

В 80-е годы прошлого века, когда в СССР была единственно признанной философией марксизма-ленинизма, вводить в систему «Естествознание», а, по существу, в модель (пусть и простейшую) философии науки функционирование головного мозга означало не быть опубликованным. В то время философствование шло на уровне социальное – биологическое, общественное бытие – общественное сознание и, хотя общественное бытие имело вполне реальный материальный субстрат в виде мозга отдельных людей до

<sup>7</sup> *Pattee H. Dynamic and Linguistic Modes of Complex System // J. General System. 1977. Т. 3. С. 259–266.*

<sup>8</sup> *Ibid.*

рассмотрения физико-химических уровней функционирования человеческого сознания дело не доходило. Общепринятой была парадигма, согласно которой для работы сознания вполне достаточно уровня биохимических реакций.

Поэтому уровни функционирования сознания в работе 1982 г. были прописаны завуалированно, неявно. Пивоваров отметил, что потенциально могут реализоваться два пути развития системы «Естествознание»: развитие системы за счет реализации до предельно возможных ее функциональных подсистем на замкнутом множестве структурных уровней ее организации и за счет реализации расширения подмножества структурных уровней.

В работе 1998 г. он уже явно пишет о неявном участии в системе «физический наблюдатель – физическая реальность» функции сознания. По его словам, анализ влияния этой «мелочи» радикально меняет алгоритм физического познания. Он отмечает, что в квантовой теории физическая сущность сознания наблюдателя просто не учитывается и априори предполагается многомерная бесконечность возможностей сознания физика-теоретика. Однако, согласно обобщенной теореме Черча о неполноте, непротиворечивость формальной системы может быть доказана только в рамках более обширной формальной системы. Таким образом, согласно Пивоварову, если рассматривать систему «физический наблюдатель – физическая реальность», включая физические процессы, обеспечивающие функционирование сознания, возможны два варианта. Первый – при котором физические процессы сознания протекают на том же или на макроуровне относительно наблюдаемых физических явлениях. Второй – при котором те же процессы протекают на микроуровне (более глубоко) по отношению к измеряемым физическим явлениям. А это означает, что если в природе возможна реализация второго варианта, то реальная граница физического наблюдателя определяется не ограничениями системы «явление – классический прибор», а уровнем и свойствами физических процессов обеспечивающих функционирование сознания<sup>9</sup>.

Другими словами, сознание может функционировать на уровне, например, атомов, элементарных частиц и т. д.

<sup>9</sup> Материалы научного проекта РФФИ «Формирование современной естественнонаучной парадигмы: анализ оснований».



Как известно, 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»<sup>10</sup>. Таким образом, гипотеза Черча 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. Развитие эта гипотеза получила в контексте создания квантовых компьютеров, в частности, в работах создателя квантовых алгоритмов Дэвида Дойча, который предположил, что гипотеза Черча имеет глубокий физический смысл и может рассматриваться в качестве нового физического принципа Черча-Тьюринга.

Дойч предложил интерпретировать понятие вычислимых по Тьюрингу функций в качестве функций, которые могут в принципе быть вычислены реальной физической системой, вычислимы Природой, причем вычислительная машина по Дойчу обладает способностью полного моделирования физической системы.

Дойч сформулировал следующую физическую версию принципа Черча-Тьюринга:

«Каждая конечно реализуемая физическая система может быть полностью моделирована универсальной модельной вычислительной машиной, оперирующей конечными средствами»<sup>11</sup>.

Данный принцип сильнее тезиса Черча настолько, что не удовлетворяется машиной Тьюринга в классической физике. При этом квантовая теория совместима с этим принципом, реальная конечная система может быть полностью смоделирована универсальным квантовым компьютером.

Рассмотрев гипотезу Черча-Тьюринга в качестве неявного физического предположения, Дэвид Дойч прослеживает связи между физикой и компьютерной наукой. Он говорит о квантовой теории сложности, которая в основном связана с ограничениями на вычисления функций: какие функции можно вычислить, какие

<sup>10</sup> Клини С.К. Математическая логика. М., 1973. С. 281.

<sup>11</sup> Дойч Д. Квантовая теория, принцип Черча-Тьюринга и универсальный квантовый компьютер. Квантовый компьютер и квантовые вычисления. Ижевск, 1999. С. 163.

вычислительные ресурсы для этого потребуются (объем памяти, быстродействие). Пытается понять спонтанный рост сложности в физических системах, по-новому взглянуть на эволюцию жизни и человеческого знания. Рассмотрев различные меры сложности (глубина, знание), Беннет ввел понятие «логическая глубина» – время работы самой короткой программы, которая вычисляет данное состояние, исходя из пустого входа. В биологическом контексте – логическая глубина измеряет эволюцию, которая необходима, чтобы получить данный объект из простейших возможных предшественников.

Дойч определяет Q-логическую глубину квантового состояния как время выполнения самой короткой **Q-программы, которая порождает это состояние из пустого входа.**

Рассматривая различные «стрелы времени», существующие в разных областях физики, Дэвид Дойч обращает внимание, что раньше считалось, что психологическая стрела времени направлена в сторону возрастания энтропии, на том основании, что вычисления необратимы. Беннет показал, что это не так.

Поэтому Дойч предлагает постулировать новый принцип Природы, опирающийся на Q-логическую глубину, которая должна быть неубывающей, основывая этот тезис на представлении о том, что, возможно, Q-логическая глубина Вселенной первоначально была минимальна. Более того, он считает возможным вывести второй закон термодинамики из ограничений на Q-логическую глубину.

Вывод его звучит вообще революционно: «Воспринимать принцип Черча-Тьюринга как физический закон – это не значит просто сделать компьютерную науку частью физики. Такая точка зрения превращает часть экспериментальной физики в раздел компьютерных наук»<sup>12</sup>.

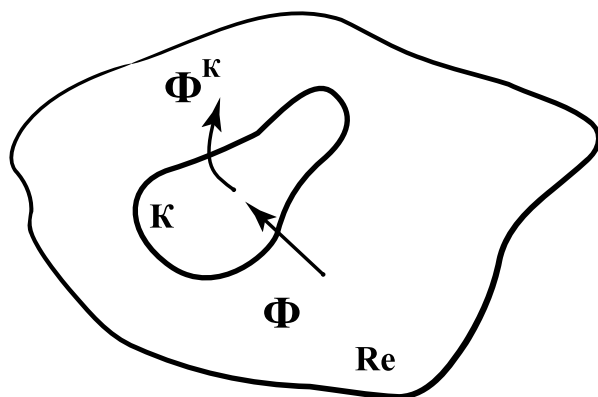
Постепенное осознание роли сознания появляется и в работах профессиональных физиков. Так, в 2000 г. в «Успехах физических наук» Михаил Борисович Менский, философски осмыслив проблемы квантовой информации, выдвинул гипотезу о том, что квантовая редукция и осознание – это одно и то же. Более того, «эксперименты по квантовой механике включают с течением вре-

<sup>12</sup> Дойч Д. Квантовая теория, принцип Черча-Тьюринга и универсальный квантовый компьютер. Квантовый компьютер и квантовые вычисления. С. 187.

мени работу мозга и сознания, квантовая теория измерений может привести к теории сознания как фундаментального физического свойства, которым тем не менее обладает лишь живая материя»<sup>13</sup>.

Интересно, что в работе Пивоварова 1982 г. была предложена модель и проанализирована «Категория системного анализа энергоинформационного взаимодействия ЭИВ развивающейся системы «Естествознание» с реальностью» и сформулированы четыре принципа энергоинформационного взаимодействия.

Соответствующая схема представлена ниже. На рисунке Re – категория реальности (объектов, делений реальности); K – категория моделей развивающейся системы;  $\Phi$  – вырождающийся функтор;  $\Phi^k$  конструктивный функтор.



В работе, выполненной по гранту РФФИ, был добавлен еще один, пятый принцип, принцип высшего сохранения: «Качественный скачок – интенсивное освоение энергоинформационного ресурса новых материальных уровней реальности возможен для физического наблюдателя (“ФН”) (системы “Естествознание”) только тогда, когда вызванные этим энерго-информационным “взрывом” флуктуации эволюционирующей системы (“ФН”, “Естествознание”) не могут разрушить саму систему – цивилизацию». Этот принцип, по существу, является попыткой внести гуманитарные,

<sup>13</sup> Менский М.Б. Квантовая механика: новые эксперименты, новые приложения и новые формулировки старых вопросов // Успехи физ. наук. Т. 170. № 6. С. 647.

гуманистические идеи в контекст физики, идеалом которой в механике Ньютона являлось полная независимость от наблюдателя, обеспечивающая объективность, всесильность законов природы.

Появление квантовой механики показало необходимость рассмотрения самого процесса наблюдения, неустранимости влияния измерительного прибора на измеряемую систему, наконец, роли наблюдателя в получении результата измерения. В отечественной философской традиции активно шли споры на тему «Существовали ли законы квантовой механики при динозаврах?», каким образом можно объективным образом объяснить вероятностные законы квантовой механики, дискретность, редукции волновой функции и т. д. Физики, с фон Неймана до Менского, старались ввести в процесс квантового измерения сознание, забывая о телесности и целостности наблюдателя-человека, который, кроме всего прочего, является также биологической системой. Первым на это обратил внимание Умберто Матурано. В своей книге «Биология познания», опубликованной в 1970 г., он пишет: «Наблюдатель – человек, то есть живая система, поэтому все, что справедливо относительно живых систем, справедливо также относительно самого наблюдателя»<sup>14</sup>. Наблюдатель «созерцает» «сущности» – организм и одновременно окружающую среду организма. «Для наблюдателя сущность является сущностью, когда он может описать ее. Описать – значит перечислить актуальные и потенциальные взаимодействия и отношения описываемой сущности. Поэтому описать какую-либо сущность наблюдатель может лишь в том случае, если имеется, по крайней мере, еще одна сущность, от которой он может отличить первую, имея возможность наблюдать взаимодействия или отношения между ними»<sup>15</sup>.

«Когнитивная область – это вся область взаимодействий организма. Расширить когнитивную область можно, если порождаются новые способы взаимодействия. Нашу когнитивную область расширяют приборы.

Возможности расширения когнитивной области неограниченны; это исторический процесс. В ходе эволюции наш мозг, мозг наблюдателя, стал специализированным прибором для различения отношений – отношений, порождаемых как извне, так и изнутри, –

<sup>14</sup> Матурана У. Биология познания // Язык и интеллект. М., 1995. С. 97.

<sup>15</sup> Там же.

важно только, чтобы эти отношения были даны нам в результате взаимодействий или опосредованы ими, а также были воплощены в состояниях относительной активности нейронов»<sup>16</sup>.

В работе, подготовленной по гранту РФФИ, принципы энергоинформационного взаимодействия развивающейся системы со средой называются «эволюционные принципы физики».

Все многообразие окружающего нас материального мира Олег Пивоваров рассматривает как систему материальных структур, каждая из которых является частью большей структуры.

Он пишет: «В категории реальности Re, включающей все материальные объекты и явления Мироздания, наблюдаемые и прогнозируемые материальные структуры можно весьма упрощенно представить в виде иерархического множества M: .....  $\langle S_{i-1} \rangle \langle S_i \rangle \langle S_{i+1} \rangle \langle S_{i+2} \rangle$  ..... где  $i \in (-\infty, \infty)$ . “Физический наблюдатель” как материальная система-организация (включая сознание) функционирует на некотором подмножестве множества M».

Конечно, с философских позиций критике может быть подвергнуто кажущее отождествление материи и сознания. Все мы помним высказывание «грубых» материалистов: «Мозг выделяет мысль, как печень желчь». Однако появление компьютеров сняло «покров таинственности» с информационных процессов, роботы приобретают все большую автономность. Поэтому вполне уместна компьютерная метафора при рассмотрении процессов сознания.

Один из создателей синергетики Герман Хакен пишет: «По мере того, как мы наделяем машину все новыми и новыми биологическими аспектами, различие между мозгом и машиной стирается все больше»<sup>17</sup>. Он придерживается точки зрения Спинозы: «Дух и материя взаимно обуславливают друг друга, или, иначе говоря, дух и материя – две стороны одной и той же медали»<sup>18</sup>. При этом он полагает, что «все действия мозга, которые ныне считаются нематериальными, в действительности связаны с материальными процессами»<sup>19</sup>.

Несмотря на то, что информация не зависит от типа материального носителя, она всегда нуждается в нем и без него не существует. Более того, различные элементные базы могут хранить и обрабаты-

<sup>16</sup> Матурана У. Биология познания. С. 127.

<sup>17</sup> Хакен Г. Принципы работы головного мозга. М., 2001. С. 313.

<sup>18</sup> Там же. С. 311.

<sup>19</sup> Там же. С. 310.

вать разное количество информации. Информационное сообщение можно представить в виде формы сигнала, но в любом случае необходимо иметь материальное воплощение этого сигнала.

Если совсем «огрубить» понятие информации, то самым простым примером некоего количества информации является обычный дверной ключ. Он может быть сделан из металла, пластика или дерева, но ясно, что информационной составляющей является его форма. При этом понятно, что «понятие ключа» не существует без «понятия замка», а оба эти понятия, в свою очередь, существуют только в «более широкой» системе: дверь, дом и т. д.

О.Н.Пивоваров вводит  $K$  – категорию моделей сознания «физического наблюдателя», изоморфную категории моделей системы «Естествознание». Он полагает, что категория  $K$  может содержать модели только трех типов: 1) формирующихся вследствие вырожденного отображения внешней реальности; 2) формирующихся в результате вырожденного отображения элементов «внутренней» реальности (обусловленных собственной структурой, обеспечивающей функционирование сознания наблюдателя); 3) в результате вырождения и синтеза моделей первых двух типов.

Допустив возможность функционирования «физического наблюдателя» («ФН») на различных подмножествах  $M_{ij}$  (где индексы соответствуют пограничным элементам множества  $M$ ), Олег Пивоваров сформулировал ряд принципов, по его мнению являющихся структурой принципа дополнительности.

Первый принцип – принцип предикативности формулируется следующим образом:

«Подкатегория моделей  $K_{im}$  категории моделей  $K$  “ФН”, функционирующего на подмножестве  $M_{im}$  множества  $M$ , может быть проанализирована средствами подкатегории  $K_{pn}$ , если последняя обусловлена взаимодействием “ФН” с реальностью на подмножестве  $M_{pn} > M_{im}$  ( $K_{pn} > K_{im}$  в любом представлении)».

Другими словами, анализировать поведение тел классической механики может робот-наблюдатель, логика которого реализована на уровне механических систем (арифмометр), а вот квантовые объекты он изучать не сможет, для этого его программное обеспечение должно работать на базе электронных процессов.

Второй принцип – обобщенный принцип неопределенности – гласит:

«Для “ФН”, функционирующего на некотором подмножестве  $M_{ij} < M$  с информационными структурными уровнями (обладает “рецепторами” на этих уровнях) на подмножестве  $M_{ij} < M_{ij}$ , существуют объективные ограничения на энерго-информационное взаимодействие (ЭИВ) с Re, определяющиеся наиболее “элементарным” информационным уровнем  $S_1 \in M_{ij}$ ».

Основная идея этого принципа – для того, чтобы наблюдать процессы, происходящие на атомном уровне, робот должен иметь рецепторы, функционирующие на атомном или субатомном уровне.

Третий принцип – обобщенный принцип относительности – полагает следующее:

«Модели структуры и изменений Re (соответственно, абстракции пространства и времени) различны для “ФН” функционирующих на  $M_{ij}$  и  $M_{ik}$ , если  $i \neq l$  и  $j \neq k$ . Акты ЭИВ, в результате которых формируются модели структуры и изменений Re, обусловлены материальными свойствами информационных уровней “ФН”, на которых фиксируются неоднородности структуры и одновременность событий Re и функциональной структуры “ФН”.

В качестве комментария можно привести примеры различного понимания пространства-времени в классической и квантовой механике.

Четвертый (эволюционный) принцип утверждает, что в процессе эволюции «ФН», функционирующий на  $M_{ij}$ , развивает собственную структуру эргономично во всех подсистемах, на всех уровнях организации. В результате эволюции «ФН» может включать в ЭИВ (внешнее и внутреннее) новые, более глубокие материальные уровни. Происходит расширение множества материальных структур, на котором функционирует наблюдатель до  $M_{ik}$  ( $M_{ij} < M_{ik}$ , где  $k < i, k > j$ ). Развитие «ФН» обусловлено ЭИВ всех подсистем.

Этот принцип утверждает, что в процессе развития система «Естествознание» вовлекает во взаимодействие более глубокие уровни. Появляются возможности оперировать с молекулами, затем становятся доступными процессы на атомном и субатомном уровнях. На современном этапе в контексте нанотехнологий стало возможным оперировать и конструировать системы на уровне атомов и молекул.

В своей работе О.Н.Пивоваров сформулировал также следствия из приведенных выше принципов.

«Следствие 1. Граница “ФН” обусловлена предельными структурами  $S_i$  и  $S_j$  подмножества  $M_{ij}$  множества  $M$  (Re), на котором функционирует наблюдатель».

Таким образом, в границу наблюдателя входят и материальные уровни измерительных приборов, которые есть в наличии у исследователя.

«Следствие 2. Объективно существующие структуры  $S_m$  ( $m < i$ ) и физические процессы с их участием являются для «ФН», функционирующего на  $M_{ij}$ , ненаблюдаемыми – виртуальными. Однако они могут быть наблюдаемыми для “ФН”, функционирующего на  $M_{mj}$ ».

Так, до открытия электромагнитного излучения, да и в настоящее время, без радиоприемника радиоволны не наблюдаемы. При этом если есть измерительный прибор, регистрирующий электромагнитные волны, т. е. работающий на уровне квантов электромагнитного поля, то радиоволны становятся наблюдаемыми.

«Следствие 3. Для расширения возможностей “ФН”, функционирующего на  $M_{ij}$ , наблюдать физические структуры и явления на  $M_{km}$  ( $k < i$ ,  $m \sim j$ ) необходимо включить в состав “ФН” организацию, функционирующую на  $M_{km}$ , так, чтобы пересечение  $M_{ij}$  и  $M_{km}$  было ненулевым».

Например, для измерения экологической обстановки в настоящее время используются биологические индикаторы – растения и животные. Фиксируют состояние лишайников, наличие определенной степени биоразнообразия.

«Следствие 4. Физические процессы, протекающие в  $M_{ij} \in M$  (Re), синхронизованные виртуальными взаимодействиями в  $M_{i-k,j}$ , где  $k > 0$  являются когерентными для “ФН”, функционирующего на  $M_{ij}$ . Количество материальных уровней, на которых синхронизованы процессы и характер синхронизации в системе, определяют степень ее когерентности».

Это следствие относится к осмыслению свойства целостности (когерентности) биологической системы. Напомним, что когерентность означает одновременно и синхронизацию процессов, и целостность (связность) системы. В классической физике когерентность определяется опосредованно, по результату наблюдения интерференции. Два луча когерентны, если они дают интерференционную картину. Степень когерентности в классике определяется



четкостью интерференционных полос. Олег Пивоваров по существу констатировал, что за когерентность отвечают ненаблюдаемые для системы физические процессы.

«Следствие 5. Физические процессы, воспринимаемые “ФН”, функционирующим на  $M_{ij} \in M(Re)$ , вероятностными, могут быть обусловлены детерминированными связями для “ФН”, функционирующего на  $M_{i-kj}$ , где  $k > 0$ ».

Трение, которое возникает в результате электромагнитного взаимодействия атомов и молекул, отсутствует на наноуровне. Таким образом молекулярные моторы работают без трения.

«Следствие 6. **Функционирование высших биосистем обусловлено ЭИВ<sup>20</sup>** (притоком негэнтропии) с глубокими материальными уровнями принципиально ненаблюдаемыми классическими приборами. Наблюдение характеристик ЭИВ высших биосистем необходимо осуществлять “ФН”, функционирующему на тех материальных уровнях, на которых осуществляется функционирование высших биосистем. При эволюции “ФН” сфера «наблюдаемых» объектов и явлений расширяется за счет неклассических средств наблюдения, обеспеченных специальной метрологией».

Следовательно, человек может изучать отдельные молекулы, но отдельная молекула не может исследовать такую сложную систему, как организм человека.

«Следствие 6–1. **Первым осваивает более глубокие материальные уровни (делая их информационными) сознание физикатеоретика (основоположника, первопроходца), который формированием математического аппарата позволяет развивать информационную систему своих собратьев. Формальный аппарат для людей, обладающих физическими способностями – алгоритм возможного включения “рецепторов” сознания. Тотальное освоение новых информационных уровней определяется принципом 5».**

Получается, что пространственная граница физического наблюдателя, человека-исследователя не обязательно ограничена его телом, наблюдаемым классическими приборами. Если кинетика структуры физика обладают сложной топологической связностью с другими измерениями в пространстве, содержащем более 4-х пространственно-временных измерений, то принципиально возможна бесконечная граница «ФН» в обычном трехмерном про-

<sup>20</sup> ЭИВ – энерго-информационное взаимодействие.

странстве. Однако реальные физические взаимодействия в этих новых измерениях не будут наблюдаться классическими средствами. Топологическая структура наблюдателя должна быть более сложной, чем структура объекта, граница которого измеряется.

Олег Пивоваров предложил следующую модель: те процессы, которые рассматриваются квантовой теорией, в реальности протекают в пространстве с числом пространственно-временных измерений больше 4. Квантовый формализм, таким образом, описывает лишь проекцию реальных процессов. Согласно Пивоварову, существуют «два типа физиков-теоретиков. Одни реализуют в себе как эволюционирующую систему “рецепторов” сознания, развитие которой расширяет реальные физические границы “ФН”, так и суперкомпьютер, который на не всегда понятных принципах реализует математический формализм (можно провести аналогию с комбинацией аналоговой и цифровой систем компьютера, в котором возможности аналогового моделирования ограничены реальными физическими процессами). Другие реализуют в себе только цифровой режим, подкрепленный набором стандартных моделирующих функций, с логикой и правилами работы, заложенным внешним Программистом (учителем), программным обеспечением. Такие физики-теоретики не могут выйти за пределы “программного обеспечения”. Из-за отсутствия эволюционирующей системы рецепторов они не только не могут сами выйти в авторефлексию, но и являются тормозом в развитии новых физиков-теоретиков, физической науки, плодя себе подобных (становясь учителями). В коллективах исследователей всегда существуют оба типа исследователей, каждый из которых имеет свои сильные стороны. Развитие “ФН”, происходит при доминанте исследователей первого типа».

«Следствие 7. Качественные скачки, расширяющие энергоинформационные возможности Цивилизации (а, следовательно, «ФН», «Естествознания») через резкое увеличение информационных, энергетических, коммуникационных (космических) ресурсов возможны только при увеличении степени когерентности общественных процессов. Доступ к неограниченным возможностям в сферах Космоса, Энергии, Информации цивилизация получает лишь при формировании единого духовного стержня, синхронизирующего ненаблюдаемые процессы ЭИВ с Мирозданием, Создателем, общества с эргономичной иерархией, живущего в гармоничной биосфере».

Это следствие намечает новые подходы к диалогу науки и религии, показывает важность социального контекста научного знания.

В книге «Природа живых систем»<sup>21</sup>, вышедшей в свет в 2002 г., О.Н.Пивоваров описал контуры формализма, который, по его мнению, может быть плодотворно использован для описания физического наблюдателя, обладающего сознанием<sup>22</sup>.

Он предлагает использовать бесконечные матрицы (таблицы информации о биосистеме и процессах ее взаимодействия со средой, получаемой системным физическим наблюдателем, использующим средства измерения на всех материальных уровнях, на которых функционирует биосистема). По вертикали отложена иерархические уровни материи, на которой функционирует биосистема, а по горизонтали – иерархия структур материи, на которой функционируют средства измерения физического наблюдателя<sup>23</sup>. На пересечении строки и столбца – множество данных наблюдения.

Можно в качестве нулевого уровня выбрать уровень одного протона, далее можно выбрать уровни так, чтобы количество нуклонов отличалось примерно на порядок. Тогда, атом углерода (изотопы 12 и 13) – это уровень 1, атомы, содержащие примерно 100 нуклонов, – это уровень 2, простейшие органические молекулы (содержащие примерно 1000 нуклонов) – это уровень 3 и т. д. Таким образом, клетки – это уровни 10–12, а сложные организмы – свыше 15–17.

С методологической точки зрения такой подход можно трактовать как развитие антропного принципа. В качестве основы выбираются те уровни, которые непосредственно доступны наблюдателю, а они тесно связаны с его телесностью. После того, как специальная теория Эйнштейна сократила возможности наблюдения прошлого и будущего до светового конуса, а принцип неопределенности Гейзенберга наложил ограничения на точность измерений, появилась необходимость конструирования наблюдателя, фиксации его влияния на изучаемую систему. Только это может «спасти» принцип объективности в изучении человеко-мерных систем. Необходимо фиксировать границу и метрологические возможности биосистемы – физического наблюдателя.

<sup>21</sup> Пивоваров О.Н., Пивоваров И.О., Кудрина Л.Н. Природа живых систем. М., 2002.

<sup>22</sup> Там же. С. 42–49.

<sup>23</sup> Там же.

Вновь центром изучения Вселенной становится человек, который, однако, согласно четвертому принципу, сформулированному Пивоваровым, в процессе эволюции способен усложнять себя на всех подсистемах: продвигаться все дальше в Космос и идти все глубже в изучении предельных уровней микромира.

В настоящее время социологи все больше говорят об обществе, основанном на знаниях<sup>24</sup>. Меняется взаимодействие ученых и политиков, происходят значительные изменения в подготовке специалистов. Место фундаментальной науки пытаются занять различные технологии. Понимание сложности современных систем приводит к необходимости обеспечения конвергенции различных технологий. Появился термин «**nbic-технологии**», который подразумевает совместное использование нано-, био-, информационных и когнитивных технологий. Следует признать, что подобный подход приводит к значительным технологическим успехам.

Например, недавно удалось сконструировать «в пробирке» полный геном бактерии и внедрить его в оболочку бактерии другого вида, получив при этом полноценную живую клетку, способную к размножению<sup>25</sup>. Налицо попытка технологического решения фундаментальных проблем. Однако доктор биологических наук Вадим Говорун отмечает: «...вы никогда не сможете слить в одной пробирке рибосомные белки, ДНК, ферменты, липиды и т. д. и собрать из них бактерию, пусть даже очень маленькую<sup>26</sup>». Он утверждает: «последние 25 лет в биологии – стагнация, научная мысль идет путем накопления и анализа данных. Смены парадигмы не происходит. Сейчас впервые в истории человечества появляется возможность воплощать свои представления о живой клетке. Компьютерное моделирование – вот что появляется в конструировании жизни...».

Все это только доказывает, что обойти принцип редукционизма не удастся. Если не рассматривать предельные уровни организации материи, на которых функционирует «общество, основанное

<sup>24</sup> Бехманн Г. Современное общество: риска, информационное общество, общество знаний. М., 2010.

<sup>25</sup> Белоконева О. Синтетическая геномика: в полушаге от «элемента жизни» // Наука и жизнь. 2010. № 11. С. 40.

<sup>26</sup> Говорун В. «Минимальная» клетка и смена парадигмы в биологии // Наука и жизнь. 2010. № 11. С. 44.

на знаниях», то особой разницы между первобытными людьми (которые тоже использовали знания для выживания) и современной цивилизацией нет.

Только рассмотрение уровней физической реальности, которые «освоены» данным социумом, дает ключ к пониманию различной «глубины» знаний, доступной различным уровням цивилизационного развития. Если использовать не только чисто социологический подход, то окажется, что далеко не каждое общество, основанное на знаниях, имеет науку и технику, позволяющую разрабатывать и использовать электронные приборы, энергию атома, выходить в открытый космос.

Понимание целостности мира, включенности (вписанности, имманентности) наблюдателя в окружающую среду и стремление включить это в научную методологию присутствует в науке довольно давно. Приведем слова Поппера: «Существует, по крайней мере, одна философская проблема, в которой заинтересовано все мыслящее человечество. Это проблема космологии, проблема понимания мира, включая и нас самих, и нашего знания как части мира<sup>27</sup>».

По словам В.И.Аршинова, «И.Р.Пригожин пытался включить человека в его “новый диалог с природой” в контексте философской по сути идеи «от бытия к становлению». Для запуска этого диалога требовался и новый наблюдатель – актер-участник этого диалога. Для этого же ему и потребовалось преодолеть разрыв двух времен: внутреннего (субъективного) времени А.Бергсона и внешнего (объективного) времени И.Ньютона. Он писал: «Мы начинаем с наблюдателя – живого организма, проводящего различие между прошлым и будущим, и заканчиваем диссипативными структурами, которые... содержат “историческое измерение”. Тем самым мы рассматриваем себя как высокоразвитую разновидность диссипативных структур и “объективно” обосновываем различие между прошлым и будущим, введенное в самом начале<sup>28</sup>».

Интересно, что эти, изначально философско-методологические идеи постепенно воспринимаются сообществом физиков-профессионалов. «Некоторые авторы... говорят о “следующей революции в физике”, о становлении новой парадигмы в науке. И эта

<sup>27</sup> Цит. по: *Аршинов В.И.* Синергетика конвергирует со сложностью // Синергетика инновационной сложности. М., 2011. С. 252.

<sup>28</sup> *Аршинов В.И.* Синергетика конвергирует со сложностью.

парадигма уже как двадцать лет имеет свое название. А именно “эндофизика”. Буквально этот термин означает “физика изнутри”. Эндофизика помещает наблюдателя внутрь Вселенной. В противоположность *экзофизики*, исходящей из перспективы возможности адекватного познания системы, наблюдаемой *извне*<sup>29</sup>».

Более подробно о создателях эндофизики и содержания этого методологического направления написано в статье В.И.Аршинова «Синергетика конвергирует со сложностью», опубликованной в сборнике, посвященном проблемам сложности. Владимир Иванович делает следующий вывод: «Итак, эндофизика утверждает, в конечном счете, что мир, в том как он нам дан, есть “срез” (cut), интерфейс, различие внутри того, что есть реально целостное. Отсюда вытекает возможность изменения мира как изменения интерфейса»<sup>30</sup>.

Мне представляется, что эти мысли очень созвучны идеям, связанным с разработкой понятия границы биологической системы, описанным выше. Есть весьма веские основания полагать, что человечество, как и сто лет назад при разработке принципов квантовой механики, стоит на пороге формулировки новой научной парадигмы, способной расширить наше понимание физических принципов функционирования живых систем.

<sup>29</sup> Аршинов В.И. Синергетика конвергирует со сложностью.

<sup>30</sup> Там же.