

В. Г. Горохов

РОЛЬ КАНТОВСКОГО
СХЕМАТИЗМА ПОНЯТИЙ
В СОВРЕМЕННОЙ
ТЕХНОНАУКЕ

В основе кантовского представления о науке лежит идея о том, что познающий субъект получает с помощью органов чувств неструктурированный материал, который научно оформляется впервые в формах созерцания. С точки зрения нанотехнологии следует еще добавить и с помощью приборов, их усиливающих, дополняющих или даже заменяющих. Нанонаука фактически изучает пограничную сферу между кантовскими «вещами в себе» и «вещами для нас». Компьютерные программы, синтезируя концептуальное и чувственно воспринимаемое, берут на себя функцию кантовского схематизма.

Theories, concepts, normative structures of actions and procedures in the nanotechnoscience would guide us in the form of interpretations and schematisations. The nanoobject exists first of all only as computer model. All, what we see in the display, is already determinate from the some theory and their mathematical representations that defined in the software of the simulation modeling.

Ключевые слова: *технонаука, наноонтология, компьютерная имитация, кантовский схематизм, конструктивный интерпретационизм, технологическая теория науки, абстрактные структурные и алгоритмические схемы*

Все, что мы воспринимаем, не является «действительной реальностью», а лишь явлением или кажимостью. Кант обсуждает именно эту проблематику, когда рассуждает о «вещах в себе» или самих по себе, которые располагаются «за» или «позади» наблюдаемых нами явлений. Именно поэтому следовало бы для того, что «реально само по себе», применять иное понятие действительности, чем то, которое мы используем для обозначения нашей повседневной реальности. Должны мы провозгласить вслед за Демокритом, что в действительности существуют атомы — далее неразложимые частицы — и ничто или вслед за современными нанотехнологами, что существуют квантовые точки, проволоки, ямы и т. д.?

Таким образом, именно научная картина мира выступает в этом случае репрезентантом действительной реальности, во что верили классические ученые-естествоиспытатели, в отличие от откры-

той нам, как обыкновенным людям, повседневной действительности. Однако сегодня уже никто из серьезных ученых не утверждает, что, например, современная физика может дать нам готовую на все случаи жизни и времена картину мира. «Явления субатомного мира настолько сложны, — пишет Ф. Капра, — несомненно, невозможно сконструировать полную правильную теорию, которая бы была всеми принята; однако можно положиться на ряд частично успешных моделей, которые представляют небольшой радиус действия. ... Необходимо, двигаясь по шагам, формулировать сеть взаимосвязанных идей и моделей ... И никакая из этих теорий и моделей не должна быть важнее других, и все они должны резонировать между собой ...» [11, S. 102—103]. Или, как утверждает Х. Ленк, «кратко и точно можно, вероятно, сказать: мы представляем себе тот мир реальным, который мы подчиняем себе как реальный: «мир реален», но каждое схватывание его или его частей или сущностей в нем является всегда выраженным с точки зрения перспектив, т. е. является «интерпретативным», схематизированным, «теоретически пропитанным»...» [21; 22; 25].

1. Наноонтология как научная картина мира и регулятив технического действия

Таким образом, с одной стороны, мы должны развести социокультурно структурированную реальность, с которой имеет дело нормальный человек в данном обществе, и научную картину мира, создаваемую и навязываемую обществу учеными через систему научного образования. Познав ее в школе и скорректировав через средства массовой информации и научно-популярную литературу, мы верим в ее истинность, как древние верили мифам. Об этом очень хорошо написал Томас Кун в своей первой и почти неизвестной российскому читателю книге «Коперниканская революция»: «Готовность ученого основывать свое объяснение на определенной научной картине мира является указанием на его связь именно с этой картиной мира; знаком его веры, что его картина мира является единственно верной. Такая привязка или такая вера является, однако, рискованной, поскольку упрощенное описание и космологическая удовлетворенность ни в коей мере не может гарантировать того, что также всегда обозначается как «истина». *История науки пестрит бесконечным числом реликтов представлений, в которые сначала горячо верят, а потом заменяют совершенно новой теорией.* Нет возможности доказать, что какая-либо теория является окончательной. Однако, является ли это риском или нет, можно утверждать, что *эта привязка к определенной картине мира является общим и, возможно, неустраняемым феноменом, что придает картине мира новую и важную функцию.* Картины мира являются универсальными, их следствия не ограничиваются уже известным. ... Двухшаровый универсум информировал ученого об отношениях Солнца и звезд в таких частях мира, как южное полушарие и полярные регионы, которые он никогда не посещал. Дополнительно информировал о движении звезд, которые он еще не наблюдал систематически. ... Это — *новые знания, которые первоначально были получены не из наблюдений, а непосредственно из картины мира* ... это давало Колумбу основания верить, что кругосветное путешествие возможно. Никакие путешествия не были бы предприняты и никакие наблюдения не были бы сделаны, если бы картина мира не указала путь ... Путешествие Колумба — это лишь один из примеров продуктивности научной картины мира. *Они, как и теории, ведут ученого в область неизвестного и говорят ему, на что он должен обратить внимание и что ожидается ему открыть»* [18,

S. 40—41]. И с этой точки зрения неважно, как, собственно говоря, выглядит действительная реальность. Важно лишь то, что ученый с ее помощью может правильно заранее спланировать и реализовать свою деятельность и получить желаемые результаты.

Пределные общие представления о наносистемах и наноструктурах, по сути дела, представляют собой нанокартину мира — наноонтологию, как некоторую «универсальную» для данного класса исследуемых и проектируемых объектов теоретическую схему. Эти теоретические схемы «имеют две неразрывно связанные между собой стороны: 1) они выступают как особая модель экспериментально-измерительной практики» и, добавим, проект основанного на этой модели технического действия и «2) одновременно служат системным изображением предмета исследования, выражением сущностной связи исследуемой реальности» [7, с. 163].

2. «Конструктивный интерпретационизм» современной философии науки

За последние десятилетия в философии науки сформировался своего рода конструктивный реализм, наиболее яркими представителями которого являются Р. Гири и И. Хакинг [13; 14; 15], что, по мнению Х. Ленка, является акцентированием на «технологической теории науки» под влиянием философии техники и новых веяний в самой науке и технике [4]. Основная идея данного направления — это переориентация современной науки с субстантивных на оперативные теории, по М. Бунге [10], описывающие не столько сам объект исследования, сколько способы манипуляции с ним. основополагающие принципы такого взгляда на научную теорию Х. Ленк видит в рассуждениях Канта, инициировавших в известном смысле «реалистически методологический интерпретационизм» современной философии науки. В основе кантовского представления о науке лежит идея о том, что познающий субъект получает с помощью органов чувств неструктурированный материал, который научно оформляется впервые в формах созерцания: «Необходимо свои понятия делать чувственными (т. е. присоединять к ним в созерцании предмет), а свои созерцания постигать рассудком (т. е. подводить их под понятия)» [2, с. 139]. С точки зрения нанотехнологии следует еще добавить не только с помощью органов чувств, но и с помощью приборов, их усиливающих, дополняющих или даже замещающих.

В особенности это проявляется в нанотехнологии при визуализации того, что мы не видим и даже видеть не можем, например, так называемой электронной литографии. Полученные методом «молекулярно-лучевой эпитаксии» «нанообъекты» позволяют создавать такие «макрообъекты» с заданными свойствами, как, например, транзистор на основе структуры «кремний на изоляторе». «Удивительность техники сканирующей туннельной микроскопии заключена посему в том, что некоторый инструмент, сконструированный на основе квантово-механической онтологии, в которой нет места никаким вещам, в конечном итоге служит источником изображений, которые приспособлены к онтологии повседневности и именно поэтому имеют ценность узнавания. Считается, увидеть вещи — атомы как вещи ... То же, что происходит в процессе измерения на основе квантово-механических принципов, при получении изображения теряется» [29].

После того как данные измерений визуализированы, их теоретическая оценка и обработка изображения произведены, полученные результаты публикуются в специальных научных журналах. В этих публикациях условия,

способы и этапы изготовления изображения, как правило, достаточно подробно описываются. Поэтому графическое представление выступает здесь как теоретическая или онтологическая схема, требующая интерпретации, а не как картинка, фотографически отображающая реальность («изображение атома»). Такое представление обязательно сопровождается объяснением того, как оно может быть раскодировано, иначе оно просто необъяснимо и непонятно.

Например, процессом настройки кантилевера — механического устройства, на котором крепится микросонд, — управляет специально созданный программистами софтвэр — *Nanoscope Software*, с помощью которого необработанные данные автоматически преобразуются в различные компьютерные модели и изображения. На основе гистограммы необработанных данных строится корреляционная кривая, которая является отфильтрованной версией этой гистограммы (фильтры отсекают часть данных). Отфильтрованные данные представляются в виде кривой гаусса («колоколообразной» кривой нормального распределения), т. е. опять же опосредуются соответствующим математическим аппаратом. Фильтр, с одной стороны, усредняет данные настолько, чтобы пики на кривой, соответствующие специфическим характеристикам, были распознаваемы, а с другой — чтобы на кривой не были бы видны шумы. Низкочастотный гауссов фильтр устраняет шумы, например, от прибора или внешних воздействий, и тогда на кривой и соответствующем ей изображении становятся видимыми характеристики различной глубины поверхности исследуемого образца. «Каждый пик отфильтрованной гистограммы на таком глубинном изображении измеряется с помощью статистического центраида (его статистического центра масс)» [26].

Проблема отделения полезного сигнала от шума хорошо известна в сущности еще в статистической радиолокации. В результате ряда фильтраций и преобразований, зашитых отчасти уже в соответствующей компьютерной программе, получается визуализированное изображение нанообъектов, которое выдается за репрезентант особой наноонтологии. Однако любому исследователю ясно, что этот результат многократных компьютерных преобразований представляет собой имитационную модель — своего рода компьютерный имитационный эксперимент.

Иное дело в широкой прессе, где почти калейдоскопическая картина общается без кода и также проходит дополнительную обработку, призванную получить нужный эффект: «Мы знаем, что атомы есть, теперь мы можем их видеть». Хотя «с первого взгляда распознать на ней атом просто невозможно, поскольку она скорее напоминает видения больного мигренью или окуренного АСД». Конечно, за этими картинками атомов лежит огромная научная и техническая работа коллектива исследователей. И то что эта работа представлена в виде картинки, придает ей особую силу социального убеждения. Хотя при этом одновременно теряется сложность теоретической схемы и глубина теоретического объяснения [29].

3. Модель наноструктуры как «продукт способности воображения»

Кант совершенно в духе нанотехнологии ставит на первое место синтез — «мы ничего не можем представить себе связанным в объекте, что прежде не связали сами», что является деятельностью рассудка [2, с. 201], в отличие, например, от Кондильяка, считавшего, что «только анализ определяет идеи, и мы очень далеки от точных идей, когда мы знакомы лишь с употреблением синтетических определений» и «понять какую-нибудь вещь можно по-на-

стоящему, лишь когда умеешь произвести анализ ее», поэтому синтез «приписывает идеям происхождение, совершенно отличное от того, которое они имеют в действительности» [3, с. 177—182]. В нанотехнологии, напротив, именно синтез наноструктуры позволяет понять и объяснить ее функционирование в природе и совсем в духе Канта: «...где рассудок ничего раньше не связал, ему нечего и разлагать» [2, с. 201]. Именно сконструированные априори модели нанотехнологического действия позволяют найти соответствующие им «операции природы», а не наоборот, как утверждал Кондильяк. Теоретическая модель или схема наноструктуры и нанопроцедуры ее создания и одновременно исследования «есть продукт способности воображения». «Они суть как бы *монограммы*, представляющие собой лишь отдельные, хотя и не определяемые никакими правилами черты, которые составляют скорее как бы смутное изображение различных данных опыта, чем определенную картину...» [2, с. 261, 739]. Таким образом, для теоретических схем, как считает Х. Ленк, характерна конструктивная или «созерцательно конструируемая» интеграционная стратегия, обеспечивающая новый подход к природе. Именно такой подход характерен для современной технонауки.

По сути дела, нанонаука имеет дело с вещами в себе, находящимися «за» явлениями или на поверхности явлений, давая совершенно иное представление о действительности, чем повседневная реальность. Но для Канта, подчеркивает Х. Ленк, «вещь в себе» вводится не онтологически, а в теоретико-познавательном плане как «познание, занимающееся вообще не столько предметами, сколько видами нашего познания предметов». Кант пишет: «Когда я говорю ... созерцание внешних объектов ... представляет нам эти объекты так, как они действуют на наши чувства, я этим вовсе не хочу сказать, будто эти предметы суть лишь *видимость*. Ибо в явлении объекты и даже свойства, которые мы им приписываем, всегда рассматриваются как нечто действительно данное, но поскольку эти свойства зависят только от способа созерцания субъекта в отношении к нему данного предмета, то мы отличаем этот предмет *как явление* от того же предмета как объекта самого по себе» [2, с. 79, 131].

В нанонауке сплошь и рядом описывается эмпирический объект (например, данные, представленные с помощью спектрального анализа, просвечивания образцов лазерным лучом или измерения разности потенциалов между сканируемой поверхностью образца и иглой сканирующего устройства и т. п.) на основе его априорного схематического пространственно-временного представления. Сами же эти исходные измерительные данные часто вообще не дают никакого представления о схематизме открывающегося исследователю лишь на основе косвенных данных объекта («вещи в себе»). Затем с помощью той же априорной схемы, частично скорректированной на базе ряда альтернативных экспериментально-измерительных процедур, строится проектная деятельность и, если она является успешной, т. е. позволяющей получить новые материалы или новые заранее заданные (а часто лишь предполагаемые и иногда даже неожиданные) их свойства, то данная теоретическая схема рассматривается как репрезентант существующей лишь в воображении «вещи в себе» и объект оперирования.

Таким образом, в нанотехнологии постоянно осуществляется движение в трех различных оперативных полях: *математическом* (геометрическая фигура из 12 пятиугольных и 20 шестиугольных симметрично расположенных граней, образующих форму, близкую к шару), *созерцательно-техническом* (модель геодезического свода молекулы фуллерена) и *квазиприродном* (данные экспериментов, измерений и наблюдений). Например, Рудольф Карнап в докторской

работе «Пространство. Вклад в учение о науке» [12] анализирует понятие «пространство» в трех различных смыслах, а именно формального, созерцательного и физического пространства. Формальное пространство представляет собой абстрактную систему, поэтому наши знания о нем — логического свойства. Созерцательное пространство аналогично кантовскому «чистому созерцанию», основанному, однако, не на трехмерной евклидовой структуре, а на топологических свойствах¹. Знание о физическом пространстве является полностью эмпирическим. В нанотехнологии этот тип пространства охватывает не только физические, но и химические, биологические и т. д. свойства исследуемых объектов. Этим трем типам пространства соответствуют, фактически, три типа теоретических схем: математические, структурные (конструктивно-технические) и поточные, описывающие природные процессы, протекающие в наноструктурах, или (если их рассматривать с искусственной точки зрения) процессы их создания и функционирования. Причем математические схемы задают средства описания как структурных, так и поточных схем. Это связано с тем, что в нанотехнологии любые измерительные или проектные процедуры опосредованы компьютерным моделированием, в основе которого лежат алгоритмические описания и кибернетические представления.

4. Абстрактные структурные и абстрактные алгоритмические схемы современной технонауки

Как во всякой современной технической теории в нанотехнологии важную роль играют *абстрактные структурные схемы*, которые, как, например, в системотехнике развиваются в структурном анализе сложных систем и позволяют «изучать объект в наиболее чистом виде», анализировать конфигурацию системы, степень связности и надежности ее элементов безотносительно к их конструктивному исполнению. Тогда при структурных исследованиях, скажем, систем автоматического регулирования в них не остается иного содержания, кроме связей, их числа, дифференциального порядка, знака и конфигурации, уделяется особое внимание выявлению взаимных связей между элементами системы. Берталанфи говорил о математизации биологии с помощью особой неколичественной, или «образной математики», в которой ведущую роль будет играть не понятие величины, а понятие формы или порядка [27, p. 159]. «Каждая отдельная вещь, которую мы непосредственно видим и узнаем, обладает определенными качественными свойствами ...: она имеет форму или конфигурацию или структуру» [28, S. 83].

Однако абстрактные структурные схемы в современной технической теории обязательно дополняются *абстрактными алгоритмическими схемами*², обобщенными в кибернетике и описывающими преобразования потока субстанции (вещества, энергии и информации) независимо от его реализации, которые дают идеализированное представление функционирования любых систем (в том числе и наносистем и самого нанотехнического исследования) и могут стать исходным пунктом компьютерного моделирования. «Увеличение вычислительных мощностей компьютеров и разработка новых теоретических

¹ В более поздних работах созерцательное пространство, которое явно введено под влиянием философии Канта, из работ Карнапа исчезает.

² По сути дела, и у Канта речь идет о двух типах схематических представлений: как фигур в пространстве и как схематического представления во времени, к которому Кант относит, например, каузальное объяснение [23, S. 17—18].

подходов сделало возможным определение геометрической и электронной структуры больших молекул ... с высокой точностью». Например, в нанотехнологии для реконструкции изображений субстрата и наночастиц для увеличения количества информации явным образом описывается алгоритм обработки такого рода изображений, в результате чего строится «модель наночастицы, воссозданная на основе полученных данных» [6, с. 60].

В нанотехнологии активно используется и соответствующая алгоритмическим схемам кибернетическая терминология: например, «тонкая структура края поглощения» *«дает информацию о состоянии связей рассматриваемого атома»*, «микроволны могут нести полезную информацию о материале», «в образце, состоящем из наночастиц, площадь поверхности много больше, а размеры частиц порядка глубины проникновения, что делает возможным *регистрировать сигнал от электронов проводимости»* (курсив мой. — В. Г.). Как видим, совсем так же, как в теории информации и кибернетике, даже электрон посылает сигнал исследователю, передавая полезную информацию о себе самом и своем поведении. Остается еще только отделить сигнал от шума, как это делается в спектроскопии на основе магнитного резонанса (исследование микроволновых и радиочастотных переходов), «представляющей информацию о наноструктурах» [6, с. 60, 83, 74, 77, 75]. В нанотехнологии даются не только алгоритмические описания исследовательской деятельности, но и строятся алгоритмы проектирования наноструктур, например «формирования квантовой проволоки или точки методом электронно-лучевой литографии» [6, с. 200—201].

Таким образом, в основе нанонауки и нанотехнологии лежат схематические представления, замещающие «предмет опыта» «предметом познания», т. е. интерпретационным конструктом, представляющим собой идею или понятие, причем содержащим то, что еще и не найдено в опыте, выражающее извечное стремление человека к построению единой картины мира [20, S. 269, 271]. Это стремление проявляется и на уровне общенаучной картины мира и на уровне отдельных научных понятий. По Канту, в основе научных понятий лежат не образы, а схемы: «Представление о всеобщем способе, каким способность воображения доставляет понятию его образ, я называю схемой [для] этого понятия» [2, с. 259] (см. также [19, с. 35—36]). В этом смысле схема понятия, например фуллерена, возникает в нанотехнологии еще до всяких или, по крайней мере, полноценных опытных данных, которые лишь дополняют эту схему частными результатами измерений и наблюдений. Сама же эта схема как абстрактный объект («предмет познания») позволяет распознать во все новых экспериментальных ситуациях действительный эмпирический объект («предмет опыта»). В сущности, любое научное понятие — это свернутая теоретическая схема. Например, понятие «емкость» в обыденном языке означает «вместилище», или «сосуд», в котором может быть вода, воздух или все что угодно, как в вышеприведенной цитате из Аристотеля. Но это же понятие как конструкт теории электричества представляет собой уже иные теоретические схемы. С точки зрения электростатики схематически изображают распределение положительных и отрицательных зарядов на обкладках конденсатора, а в электротехнических схемах — протекающий через ёмкостное сопротивление переменный ток, в теории же сверхвысоких частот ее представляют в виде электрической цепи, состоящей из комбинации резистора, индуктивности и емкости. В квантовой цепи то же самое понятие выражает емкостную связь между электродом и квантовой точкой: подключение к внешней цепи осуществляется с помощью электродов «исток» и «сток», подавая

на третий электрод — «затвор», ёмкостно связанный с квантовой точкой, — напряжение, так, что можно управлять сопротивлением электрически активной области [6].

Таким образом, как и в любой технической теории, в нанотехнологии строятся теоретические схемы замещения, позволяющие производить различные вычисления и конструировать структурные схемы наносистем. Входящие в них конструктивные блоки, однако, могут иметь различную физическую основу. «Вокруг» каждого такого блока группируются особые теоретические знания. Другими словами, эти блоки сами представляют собой различные частные теоретические схемы, являющиеся, в свою очередь, обобщением «конструктивных» схем конкретных наносистем. Для более наглядного описания этой процедуры вводятся более абстрактные и более крупные блоки, а сама схема замещает более сложное описание этой модели во всех подробностях [1]. Б. Н. Петров еще в 1945 г. относительно структурных схем теории автоматического регулирования высказался следующим образом: «При анализе и синтезе различных автоматических систем ... в особенности когда рассматриваются сложные системы, большое значение имеет ясное представление об их структуре, динамических свойствах отдельных элементов и их взаимодействии <...> Структурные схемы способствуют наглядному представлению о характере и структуре системы, облегчают анализ сложных систем и сравнение различных систем и вариантов их между собой, дают возможность произвести качественную оценку системы ...» [5, с. 1146, 1142].

5. Компьютерная имитация как реализация кантовского схематизма

Как отмечает Х. Ленк, «Иммануил Кант сделал понятие схемы продуктивным для теории познания, поскольку он использовал его для описания процедурно характеризуемой и операционно «реализуемой» связи между чувственным восприятием, с одной стороны, и понятийным схватыванием — с другой» [23, S. 16—17]. Такая схема является необходимой для представления множества результатов измерения в обозримом виде и в нанотехнологии, где результаты измерений соотносятся с самыми различными научными теориями (и построенными на их основе экспериментами) и по определению являются трудно между собой стыкуемыми. Такая абстрактная теоретическая схема, например молекулы фуллерена, может, в сущности, и не иметь ничего общего с реальным эмпирическим объектом. Сканирующий атомный силовой микроскоп, к примеру, «поставляет не изображения или звуковые сигналы, а данные. И данные не от мира в себе, а данные, которые протоколируют *взаимодействие* острой зонды и поверхности образца» [29]. Здесь важны процессы интерпретации и подготовки полученного эмпирического материала, т. е. данных измерений. Главную роль в этих процессах играет специальный софтвер для графической обработки данных, предлагающий средства для работы с изображением: прояснить, затуманить его, сделать рельефным.

Компьютерные программы позволяют приспособить абстрактные данные к нашим привычным зрительным восприятиям. «Они синтезируют концептуальное и чувственно воспринимаемое, собственно говоря, берут на себя функцию, которую Кант приписал схематизмам» [29]. Первое, что должно быть сделано — придать данным измерениям форму ортогональной проекции (т. е. задать представление в прямоугольных координатах), «таким образом представить, каковыми атомные группы теоретически предполагаются

быть. Они также очищают изображение от шумов, т. е. артефактов измерительного процесса. Программа даже может представить все в цвете. Хотя на атомарном уровне нет никаких цветов, большинство наноизображений являются тем не менее цветными. С помощью преобразований Фурье можно убрать из изображения шумы и помехи, которые мешают отображаемой на картинке «иллюзии реальности». Именно программа придает данным вид поверхности или глубинной структуры [29].

В принципе эта работа ничем не отличается от разведки местности с помощью радиолокационного устройства, например со спутников. Полученные данные также проходят через многоступенчатый процесс фильтрации и устранения помех, проясняющих изображение, причем характер последнего зависит от поставленной цели. Если нужно картографировать рельеф местности, то дается один тип изображения, а если, например, исследовать донные отложения в водоемах и реках или залегание горных пород, — другое. Как и в случае с атомным силовым микроскопом, который тестирует поверхность образца с помощью тончайшего зонда, радар проводит сканирование поверхности, посылая и принимая сигналы от поверхности различных тел и обрабатывая их с помощью компьютеров. В сущности, острие наконечника зонда не соприкасается с поверхностью образца и измеряются силы их притяжения или отталкивания. К системе «образец — игла» в сканирующем туннельном микроскопе приложена разность потенциалов и электроны, как бы перескакивая с образца на иглу, создают *туннельный ток*, величина которого экспоненциально зависит от расстояния между исследуемым образцом и острием зонда. Сканирующий электронный микроскоп вообще осуществляет сканирование сфокусированным пучком электронов, что его еще более сближает с радиолокацией, которая сегодня использует для локации объектов не только волны радиодиапазона. Радиоволны при этом рассматриваются лишь как один из типов волн произвольной природы наряду с инфракрасными и световыми колебаниями, а также рентгеновским и гамма-излучением или механическими ультразвуковыми колебаниями упругой среды. Собственно, и полученное с помощью радара необработанное изображение мало что может сообщить об исследуемой поверхности, если не произведена его реконструкция с помощью специального программного алгоритма (см., например [8]).

В этом пункте следует отметить, что такого рода изображения покоятся на геометрических построениях. Еще Давид Гильберт показал, что пространственная геометрия является фактически физической теорией («древнейшей ветвью физики») и что могут быть построены и разные варианты непространственной геометрии, например, в учении об электричестве или учении о наследовании геометрических признаков, где вместо пространственных фигур используются другие признаки, например различные цвета (так сказать, цветогеометрия) [17, S. 85—86, 89]. Эту ситуацию хорошо описал Карл Гемпель: «Физическая геометрия, т. е. теория, в которой идет речь о пространственных аспектах физических феноменов, состоит из системы чистой геометрии в силу того, что существует специфическая интерпретация этой корневой системы в физических терминах». В качестве физической пары по отношению к евклидовой геометрии выступает физическая система, в которой величина объектов является незначительной по сравнению с их удаленностью друг от друга. Тогда *точки могут быть интерпретированы* и как булавочные головки или узелки на нитке и как планеты, звезды и даже целые галактики, где прямыми их соединяющими являются лучи света. Такого рода ин-

терпретации преобразуют постулаты и теоремы чистой геометрии в предложения физики [16, S. 37, 38, 39].

Можно представить себе такую гипотетическую ситуацию, когда ученик сталевара, изучая технологический процесс приготовления стали, сидит в изолированной комнате, наблюдая за дисплеем компьютера, на который заведены всевозможные данные измерений, скажем, в бессемеровском конвертере или мартеновской печи в режиме реального времени, но отображены они в виде абстрактной картинки. Ученик слышит передаваемые ему по радио команды мастера и регистрирует изменения, происходящие на экране. Он может в принципе никогда и не увидеть реальный технологический процесс, но научиться варить сталь. В сущности, и мастер видит лишь показания многочисленных приборов, по показаниям которых он принимает решения, когда и что добавить в печь, и т. п. Точно также и Галилей интерпретировал изображение Луны в его телескопе, как наличие гор и впадин на ней, хотя ни он, ни его тогдашние коллеги не могли видеть действительного приближенного изображения. Коллеги Галилея иначе интерпретировали то же самое изображение как сочетание темных и светлых пятен на гладкой поверхности. И только космонавты, облетевшие Луну или приземлившиеся на ней, смогли нам достоверно подтвердить, что Галилей был прав. В случае же с нанотехнологией вряд ли предвидится такая возможность «посмотреть» на «вещи в себе», составляющие наноструктуры, но и без этого вполне достаточно того, что посредством сконструированных с помощью способности воображения априорных теоретических схем и моделей имеются возможности строить успешные технические действия.

В результате получается, по образному представлению Х. Ленка, как с картинкой в калейдоскопе: когда его встряхивают, картинка меняется. Точно также и наблюдение за радугой зависит от перспективы, с которой ведется наблюдения. В этих случаях мы имеем дело не с «воспринимаемыми объектами», а с некоторыми объективными феноменами, которые можно даже зарегистрировать и интерсубъективно зафиксировать, но они и их регистрация зависят от способа их возникновения и представления. Нанофеномены представляют собой именно такие явления, которые являются измеримыми, но не всегда локализуемыми и отделимыми как «объекты» макромира. Например, электрон часто представляется не в виде локализованного в пространстве сферического тела, а как оболочка, растекающаяся по различным орбитам внутри атома. Да и корпускулярное представление в квантовой механике основывается на определенном математическом формализме, а именно матричных представлениях. «Мир же в целом, — заключает Ленк, — единственный, ограниченный, неделимый объект» [24, S. 269—271] в духе учения Парменида (о едином, вечном и неизменном бытии, ни куда не стремящемся и нерасчлененном целом) и американского физика Давида Бома. Мир, по Бому, — это неразложимое целое, некая тотальность, в которой части могут быть выделены нашим мышлением лишь условно и упрощенно. Общей же мыслительной схемой физики, критикуемой им, до сих пор была именно фрагментация. «Два импульса соподчиненной полевой структуры спаиваются в едином неразбиваемом целом и протекают совместно. Такое представление в лучшем случае оставляет идею отдельных и независимо существующих частиц абстракцией, только в ограниченной области дающей удовлетворительное приближение. В конечном счете весь универсум (со всеми его «частицами», включая те, что люди получили в своих лабораториях с помощью своих ин-

струментов) должен быть понят как единственное нерасчлененное целое, в котором анализ по отдельным и независимым частям не получит никакого основополагающего значения... Весь универсум должен рассматриваться как неразбиваемое целое. В этом целом каждый элемент, который мы можем мысленно абстрагировать, демонстрирует свои основные свойства (волны или частицы и т. д.), которые зависят определенным образом от его общего поля так, что они в большей мере напоминают соединенные вместе органы живого существа, чем интегрированные вместе части машины» [9, S. 226—231]. Д. Бом считает, что именно целостность мира — реальность, а фрагментарность задана лишь фрагментарными действиями человека на эту реальность. Природа реальности должна быть «понята как взаимосвязанное целое, которое никогда не является статическим или завершенным и представляет собой бесконечный процесс движения и развертывания». Давид Бом использует в данном случае образ «нерасчлененного целого в текущем движении», «универсального текущего потока», который невозможно схватить явным образом, но лишь представить имплицитно, и субстанция которого в каком-либо одном месте никогда не является одной и той же. «Современная физика утверждает, что действительно из атомов образуются потоки (подобно тому, как течет вода)...» Сами дух и материя становятся лишь различными аспектами единого целостного и неразложимого на части движения, хотя в этом никогда нерасчленяемом и находящимся в текущем движении целом и могут быть абстрагированы различные фигуры, имеющие некоторую стабильность и автономию [9, S. 31—32, 77—78].

Нанонаука, акцентируя внимание на поверхности исследуемых объектов, которую мы в первую очередь и воспринимаем нашими органами чувств, фактически изучает пограничную сферу между кантовскими «вещами в себе» и «вещами для нас». Нанотехнология в свою очередь направлена на целенаправленное изменение поверхностного слоя предметов с помощью внедрения в тонкие структуры вещества на границе макро- и микрообъектов. Именно этот аспект исследования и взгляд на мир ускользал ранее от внимания ученых.

Список литературы

1. Алфимов М. В. Фотоника супрамолекулярных наноразмерных структур. [Электрон. ресурс]. Режим доступа: http://www.photonics.ru/pics/5136ref/alf_article.pdf.
2. Кант И. Сочинения на немецком и русском языках. М.: Наука, 2006.
3. Кондильяк Э. Б. *ог.* Трактат о системах в которых вскрываются их недостатки и достоинства. М.: Государственное социально-экономическое издательство, 1938.
4. Ленк Х. Оперативные и теоретико-деятельностные аспекты технологической теории науки // Человек. Наука. Цивилизация. М.: Канон+, 2004.
5. Петров Б. Н. О построении и преобразовании структурных схем // Известия АН СССР. ОТН, 1945.
6. Пул-мл. Ч., Оуэнс Ф. Нанотехнологии. М.: Техносфера, 2006.
7. Степин В. С. Теоретическое знание. М.: Прогресс-Традиция 2000.
8. Azevedo S., Mestwan T. E. Micro Power Impulse Radar // Science & Technology Review January/February 1996. [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <http://www.lasers.llnl.gov/lasers/idp/mir/mir.html>.
9. Bohm D. Die implizite Ordnung. Grundlagen eines dynamischen Holismus. München: Dianus-Trkont Buchverlag GmbH, 1985.
10. Bunge M. Scientific Research. Vol. I, II. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 1967.
11. Capra F. *Wendezeit*. Bausteine für ein neues Weltbild. Berlin, München, Wien & Scherz, 1982.

12. *Carnap K.* Der Raum. Ein Beitrag zur Wissenschaftslehre. Berlin: Verlag von Reuther & Reichard, 1922.
13. *Giere R. N.* Constructive Realism. In: Churchland D. M., Hooker C. A. (Hg.). Images of Science. Chicago: Chicago University Press, 1985.
14. *Giere R. N.* Science Without Laws. Chicago: Chicago University Press, 1999.
15. *Hacking I.* Representing and Intervening. Cambridge — New York: Cambridge University Press, 1983 (dt.: Einführung in die Philosophie der Naturwissenschaften. Stuttgart: Reclam, 1996).
16. *Hempel C.* Grundzüge der Begriffsbildung in der empirischen Wissenschaft. Düsseldorf: Bertelsmann Universitätsverlag, 1974.
17. *Hilbert D.* Wissen und Mathematisches Denken. Vorlesung 1922/23. Überarbeiteter Nachdruck. Göttingen: Mathematisches Institut, 1988.
18. *Kuhn T.* Kopernikanische Revolution. Braunschweig/Wiesbaden: Vieweg, 1981.
19. *Lenk H.* Denken und Handlungsbindung. Mentaler Gehalt und Handlungsregeln. Freiburg/München: Karl Alber Verlag, 1986.
20. *Lenk H.* Vernunft als Idee und Interpretationskonstrukt. Zur Rekonstruktion des Kantischen Vernunftbegriffs // Zur Kritik der wissenschaftlichen Rationalität. Freiburg/München: Karl Alber Verlag, 1986.
21. *Lenk H.* Zu einem methodologischen Interpretationskonstruktivismus // Zeitschrift für allgemeine Wissenschaftstheorie. 1991. № 22.
22. *Lenk H.* Interpretation und Realität. Frankfurt a. M.: Suhrkamp, 1993.
23. *Lenk H.* Schemaspiele: über Schemainterpretation und Interpretationskonstrukte. Frankfurt a. M.: Suhrkamp Verlag, 1995.
24. *Lenk H.* Einführung in die Erkenntnistheorie. München: Wilhelm Fink Verlag, 1998
25. *Lenk H.* Erfassung der Wirklichkeit. Eine interpretationsrealistische Erkenntnistheorie. Würzburg: Königshausen & Neumann, 2000.
26. Nanoscope Software 6.13 User Guide. Veeco Instruments Inc., 2004 [Электрон. ресурс]. Режим доступа: www.veeco.com/pdfs.php/268/?showPDF=true.
27. Problems of Life, an Evaluation of Modern Biological Thought. L.: Watts & Co.: 1952.
28. *Scheldrake R.* Das Gedächtnis der Natur. Das Geheimnis der Entstehung der Formen in der Natur. München: Piper, 1996.
29. *Soentgen J.* Atome Sehen, Atome Hören // Nanotechnologien im Kontext. Philosophische, ethische und gesellschaftliche Perspektive. Berlin: Akademische Verlagsgesellschaft Aka GmbH, 2006.

Об авторе

Горохов Виталий Георгиевич — д-р филос. наук, проф., ведущий научный сотрудник Института философии РАН, vitaly.gorokhov@mail.ru.