

И. И. Четкина

**НАНОМИР С ТЕХНОНАУЧНОЙ И ФИЛОСОФСКОЙ ТОЧЕК ЗРЕНИЯ***Ключевые слова: наномир, нанонаука, нанотехнология.**Статья посвящена философскому анализу понятия «наномир».**Article is devoted to the philosophical analysis of concept of the nanoworld.**Keywords: nanoworld, nanoscience, nanotechnology.***Введение**

Сегодня понятие «наномир» завоевывает все большую популярность. Нас приглашают к путешествию в наномир, показывая удивительные фотографии его обитателей, естественные и технические науки рассказывают о жителях наномира – молекулах и атомах и их своеобразном поведении, говорят о самоконструирующихся материалах, собранных из блоков этого мира с помощью явления самосборки, и, наконец, понимают наномир как начало новой научно-технической эры, способной изменить не только природу, но и самого человека.

Какие смыслы вкладываются в понятие «наномир» и какова естественнонаучная и философская рефлексия этого понятия – вот главные вопросы, на которые в этой работе будут найдены ответы.

**Технонаука о наномире**

Существование мира малых форм было предсказано знаменитым физиком Р. Фейнманом. В своей знаменитой речи «Внизу полным-полно места: приглашение в новый мир физики» он высказал идеи, ставшими ключевыми для изучения и освоения этого мира. Фейнман определил наномир как особую область мира, не имеющую аналогов в макромире, «территорию квантовых эффектов, где электрон проявляет свою волновую природу» [1]. Гениальный провидец считал, что пройдет еще несколько десятков лет, и человек научится работать с квантовыми уровнями энергии, с взаимодействием квантовых спинов микрочастиц, и это поможет ему получать новые материалы с неожиданными свойствами. Фейнман утверждал, что физика с помощью законов квантовой механики обладает большими возможностями в познании и преобразовании мира малых форм: от перемещения и укладки атомов в определенной последовательности (идея атомной архитектуры) до создания микророботов – манипуляторов, способных закручивать микроболты и микрогайки, штамповать микродетали и собирать микромашины. Он считал такие манипуляции с атомами и молекулами вполне реальными и не нарушающими законов природы. Идеи этих манипуляций и легли в основу современных нанотехнологий.

После предвидения Фейнмана в конце XX в. последовала целая серия открытий в области наномира: фуллерены (1985 г.), изобретение сканирующего туннельного микроскопа (1982 г.), углеродные нанотрубки (1991 г.), первый транзистор наномасштаба (1998 г.) и, наконец, сегодня есть квантовая нанотехнология, позволяющая создавать новые на-

нообъекты – квантовые точки, квантовые проволоки и квантовые диполи на основе которых в будущем будут созданы квантовые компьютеры.

Изучением и освоением наномира сегодня занимается технаука, ее структура состоит из двух составляющих: научных исследований и инженерного подхода от проектирования до внедрения [2]. В технауке познавательная деятельность (наука) не отделена от производства различных технических устройств. Таким образом, технаука выступает как гибрид науки и технологии.

В гносеологическом аспекте технаука познает наномир в виде моделей, созданных либо на основе концептуальных положений квантовой механики с различными допущениями, либо используются термодинамические представления. Сегодня появились и другие теоретические взгляды, восходящие к модели светоносного эфира Фарадея – Максвелла (проект «Наномир» в рамках РАН) [3].

Надо отметить, что все модели наномира являются имитационными, учитывающими множество случайных факторов. Исследователь до конца не знает процессы, протекающие в мире малых форм, в силу их высокой сложности. Модели наномира еще не изучены полностью и, невозможно исходя из них, точно прогнозировать свойства наномира и управлять поведением нанообъектов.

Границы существования объектов задает теория. Масштаб наномира определяется с помощью модельных представлений, выдвинутых от различных теорий. Все модели достаточно полно описывают наномир в рамках его границ, но, тем не менее, ученые начинают отходить от общепринятой точки зрения на масштаб «нано». В чем тут дело?

В нанохимии и нанотехнологии общепринятой точкой зрения на масштаб «нано» является интервал, нижняя граница которого начинается от 10 нм, а верхняя достигает 100 нм [4]. Рассмотрим это на примере существования наночастиц (нанокластеров). Размеры изолированных атомов лежат в области 0.1 нм, но отдельный атом наноструктурой не обладает. Под наноструктурой понимается результат объединения атомов или молекул в малые агрегации (кластеры), являющиеся промежуточным звеном между изолированными атомами или молекулами с одной стороны, и массивным (объемным) твердым телом, с другой. Переход к твердому телу осуществляется через укрупнение кластеров, когда добавление еще одного атома не меняет свойства кластера, так как переход количественных изменений в качественные уже завершился. Обычно такая структура насчитывает 1-2 тысячи атомов, и она

является границей между кластером и изолированной наночастицей. Следовательно, нижняя граница наномира начинается в диапазоне от 1 до 4 нм и относится к области существования твердого тела – наночастицы. Верхнюю границу наномира определяют поверхностные свойства наночастицы, которые зависят от соотношения числа атомов (молекул) лежащих на поверхности к атомам (молекулам), находящимся внутри объема частицы. Новый поверхностный слой частиц рассматривается как новое состояние вещества, проявляющееся увеличением химической активности, сорбционной емкости и другими эффектами. При таком определении наночастицами низкомолекулярных веществ считаются объекты с размером до 10 нм, для высокомолекулярных до 100 нм.

В настоящее время среди ряда авторов наблюдается отступление от общепринятой точки зрения на границы наномира. Так, Шека Е.Ф. искусственно ставит ему пределы по утилитарному признаку, считая диапазон от 10 мкм до 0.001 нм областью проявления квантовых эффектов, «территорией, на которой предстоит осуществляться нанотехнологии». При этом обитателями этого пространственного интервала являются бактерии (10 мкм – 0.1 мкм), клеточные организмы (0.1 мкм – 1 нм), молекулы (0.01 мкм – 0.1 нм) и атомы (0.1 нм – 0.001 нм) [5]. Как видно из этого примера, наномир начинает уже включать в себя область существования одиночных атомов и молекул, из которых в будущем будут изготовлены квантовые точки, квантовые диполи и квантовые проволоки как основа современных квантовых компьютеров.

Что касается проекта «Наномир», то его участники под наномиром понимают совершенно другой рубеж, на двадцать пять порядков меньше размеров атомов, что приближает его нижнюю границу к значению постоянной Планка. Таким образом, наномир представляет собой невозмущенный физический вакуум и его население (электроны, мюоны, лептоны, кварки, глюоны) характеризуется совершенно другими пространственными масштабами. Верхняя граница наномира в этом случае приближается к объектам видимого мира. При этом границы наномира также определяются по утилитарному признаку – в будущем человечеству обещают использовать колоссальную энергию физического вакуума, трансформировав ее в электромагнитные колебания.

М.Н. Ваучский, обсуждая термин «наномир», обращает внимание на понятие «наноматериалы», предлагаемое Б.Н. Родионовым, в качестве которых он рассматривает материалы, содержащие структурные элементы, геометрические размеры которых хотя бы в одном направлении не превышают 100 нм, при этом они должны обладать качественно новыми свойствами, функциональными и эксплуатационными характеристиками. Позвольте, говорит М.Н. Ваучский, но при чем здесь «нано»? «Объекты подобного размера всегда относились к микроскопическому и субмикроскопическому масштабным уровням. Это огромный пласт давно и широко применяемых материалов, многие из которых

уже имеют приставку «микро» или собственное привычное наименование. В качестве примеров таких материалов можно привести микрокремнезем, аэросил, метакаолин и даже обыкновенную сажу. При введении этих материалов в состав бетонной смеси тоже получается бетон, обладающий новыми эксплуатационными характеристиками... Если пойти по этому пути, то любой модифицированный бетон следует признать нанобетоном, а процессы его приготовления и укладки – нанотехнологиями» [6].

На наш взгляд нецелесообразно расширять границы понятия «наномир», поскольку в этом случае охватывается слишком большой перечень субмикроскопических и микроскопических частиц, которые не имеют никакого отношения к рассматриваемому масштабному промежутку «нано». Кроме того, понятие «наномир» начинает отождествляться с микромиром. Таким образом, естественнонаучная рефлексия понятия наномира не может его точно онтологически определить, установив ему границы, поэтому данное понятие является онтологически неопределенным, сходным по смыслу с микромиром, нижней границей которого является постоянная Планка, а верхней – размеры объектов видимого мира.

В чем же причина такой разногласия в определении понятия «наномир»? На наш взгляд, их существует несколько.

Во-первых, сегодня технаука быстро осваивает и преобразовывает мир малых форм, при этом нарастает специфическая терминология, которая начинает использовать новые понятия, заменяющие устоявшиеся термины. Этот процесс идет широким фронтом и начинает происходить хаотично.

Во-вторых, считается модным и перспективным быть причастным к государственной программе, занимающейся приоритетными исследованиями.

В-третьих, еще есть еще одна утилитарная причина. Один объект – наномир – теоретически описывают множество моделей, выдвинутых от различных теорий в зависимости от цели исследования. Теоретические воззрения ученого во многом зависят от его практической интервенции в данную область исследования наномира, и он начинает, исходя из утилитарных соображений, расширять его границы до понятия «микромир».

Рассмотрим теперь философскую рефлексию этого понятия. Отчасти ответ дан в работе [7], где содержание этого понятия рассматривается со стороны тех идей, которые в него вкладываются:

во-первых, наномир – это пластичный материал, из которого можно собирать различные конструкции: нанотрубки, наномашин, мембраны, компьютеры. Свойства этого материала не заданы заранее, они являются средством манипулирования. Таким образом, в содержание этого понятия входит идея пластичности природы, и, как увидим далее, именно она определяет онтологию этого мира;

во-вторых, наномир мыслится как совокупность различных механизмов с различным предназначением. Например: миозины – это «моторы», протеозины – «бульдозеры», мембраны – своеобраз-

ные «электрические ограждения», а рибосомы – молекулярные машины для синтеза белков.

Следует добавить, что понятие наномира несет еще и идею преобразования природы с помощью нанотехнологии, что затрагивает трансформацию человека и общества, а это уже ведет к рассмотрению социально-этических и антропологических аспектов этого понятия.

### **Идея пластичности природы и гиломорфическая схема реальности в истории философской мысли**

Сначала рассмотрим идею пластичности природы, поскольку в ее основании лежит гиломорфическая схема (греч. *hile* - материя, *morphe* - форма), позволяющая сегодня по-иному взглянуть на онтологию наномира в отличие от многочисленных философских трактовок этой схемы в различные исторические эпохи.

Надо отметить, что уже в античности идея пластичности природы использовалась философами для объяснения изменчивости явлений физического мира. Космос понимался ими как «пластически сцепленное целое» [8]. Под идеей пластичности философы понимали оформленность космоса идеями демиурга, его телесность или фигурность, что с одной стороны, трактовалось как целостность, устойчивость и стабильность, а с другой стороны, понималось как способность природы к различным трансформациям при сохранении целостного бытия.

В основе онтологии античной натурфилософии (применительно к Аристотелю) лежала гиломорфическая схема как семантическая конструкция, трактованная космогенез (в том числе становление, например ремесленное производство как изготовление новых вещей) как оформление исходного субстрата – материи.

Философы вносили различные смыслы в понятие материи. Так, досократики отождествляли природу с материей, наделяли ее качествами устойчивости и отсутствием пустоты. Орфики и стоики считали, что природа (материя) является активной творческой силой, художницей, демиургическим началом, творческим огнем. От этих взглядов резко отличается платоновское понимание материи. Платон так же, как и досократики, именует ее «кормилицей», «матерью», вынашивающий в себе образец – эйдос вещи. В диалоге «Тимей» Платон прибегает к образному сравнению материи с переплавкой различных золотых фигур, когда расплав золота принимает любые формы и в расплавленном виде они уже готовы перейти во что-либо другое. Природа материи такова, подчеркивает Платон, что «принимает любые оттиски, находясь в движении и меняя формы под действием того, что в нее входит; а потому кажется, будто она в разное время бывает разной; входящие в нее и выходящие из нее вещи – это подражание вечносущему, отпечатки по его образцам, снятые удивительным и неизъяснимым способом...» [9, 50 b - c]. Это обстоятельство крайне важно, так как материя несет в себе принцип становления, перехода от небытия к бытию, т.е. ничто может стать любой вещью, всем.

В отличие от предыдущих досократических учений о материи, наделявших ее качествами «конечности» или «бесконечности», «всетекучности», «вечности», «несущей движение», «нетленности», «первородности», Платон настаивает на бескачественности материи, ее бесформенности, на ее вечном становлении и изменении. Такое понятие материи, которую философ называет первичной, необходимо для построения картины целостного бытия, не являющегося ни чисто идеальным (смысловым, не воплощенным в какой-нибудь субстанции), ни чисто материальным. Идеальное в бытии (эйдосы) необходимо для того, чтобы сконструировать чувственно-материальный космос, а материальное нужно Платону для того, чтобы эйдосы получили свое осуществление или материализацию. Для этого он использует диалектическую триаду: 1) идеи (эйдосы), 2) бесформенная, незримая и иррациональная первичная материя, или чистое становление, и, наконец, 3) возникающий из этих двух принципов космос с его чувственными качествами. С одной стороны, космос содержит в себе вечные динамические эйдосы (формы) демиурга, а с другой стороны, в нем присутствует вечная подвижная первая материя, всегда готовая перейти в другую форму, в результате чего возникают или погибают вещи. Таким образом, в самых глубоких недрах диалектической триады Платона встречается идея пластичности природы, восходящая к учению об идеях демиурга как динамическом начале в природе (дифференциация материи происходит только в присутствии активного эйдоса) и бескачественной материи с ее бесформенностью и незадачными свойствами, способной принять любой оттиск и перейти в любую вещь. Пластичность присуща космосу после его оформления эйдосами – вот главная мысль Платона, при этом и эйдосы, и материя понимаются как самые отвлеченные моменты целостного бытия.

Тем не менее, понятие первой материи было у Платона достаточно противоречивым. Философ приписывает ей статус небытия, но тогда возникновение вещей из материи происходит случайно и это побуждает Аристотеля говорить о материи не как о небытии, но как о еще-не-бытии, т.е. возможности бытия. С аристотелевской точки зрения первоматерия также не существует: её ещё нет, однако как возможность она выступает все же как нечто положительное, могущее получить форму: «Материя дается в возможности, потому что она может получить форму, а когда она существует в действительности, тогда она [уже] определена через форму» [10]. Материя, оформляясь, переходит из состояния возможности в состояние действительности, в конечную вещь, в которой реализуется принцип единства формы и материи. Он говорит, что каждая вещь, прежде чем она приобретает свою сущность, т.е. становится тем, чем является, проходит от «первой материи» целую цепочку последовательных превращений, поэтапно принимая в себя ряд форм. Последней ступенькой в возникновении конечной вещи является «последняя материя». Так, камни – это «последняя» материя для каменного дома и других построек, но сами камни состоят из первомате-

рии, воспринявшей форму земли, а также форму каменности. Таким же образом «первая материя» присутствует во всех вещах, но кроме нее в различных вещах содержатся так же «вторая материя», «третья материя» и т.д., в зависимости от того, сколько стадий оформления прошла первоматерия до того, как приняла вид законченной вещи.

Так, Аристотель поддерживает мысль Платона о двух субстанциях в природе - бескачественной первой материи, являющейся строительным блоком для чувственной вещи и ее вторым главным динамическом начале – форме, принадлежащей этой конкретной вещи. Форма придает ей законченность и завершенность, а материя – способность к изменению своих свойств. Сущность вещей в бытии состоит в выражении идеи средствами материи, а пластичность понимается как изменчивость ее чувственных качеств, предел же изменчивости вносит форма.

В Средние века гиломорфическая схема античности, в основе которой лежали философские учения о форме (идее) и материи, подлежала пересмотру. В богословских учениях греческая форма выносятся из природы, понимается надприродной и называется Богом. Первоматерия была сотворена Богом из ничего. Форма больше не принадлежала конкретным единичным вещам, и начало изменения вещей было не в природе, как у Аристотеля, а в Творце. Все качества вещей, в том числе и пластичность как способность к изменению, уже содержатся в божественном замысле, т. е. заранее заданы им, а сами вещи в материальном мире связаны друг с другом по принципу симпатии и антипатии. Василий Великий в проповеди «На Шестоднев» говорит об этом так: «...Бог, прежде, нежели существовало что-нибудь из видимого ныне, положив в уме и подвигшись привести в бытие не сущее, вместе и помыслил, каким должен быть мир, и произвел материю, соответствующую форме мира. Для неба определил Он естество, приличное небу, и в форму земли вложил сущность, свойственную земле и для нее потребную. Огню же, воде, воздуху и формы дал, какие хотел, и в сущность их привел, как требовало умопредставление каждой из творимых вещей. И целый мир, состоящий из разнородных частей, связал Он каким-то неразрывным союзом любви в единое целое и в одну гармонию; так что части, по положению своему весьма удаленные одна от другой, кажутся соединенными посредством симпатии. Посему да прекратят свои баснословные построения те, которые при помощи собственных умствований измеряют могущество, непостижимое для разумения и вовсе неизреченное на человеческом языке!» [11].

В эпоху Возрождения на философскую мысль оказывает значительное влияние учение неоплатоников и гиломорфическая структура реальности начинает интерпретироваться совершенно иначе по сравнению с Аристотелем и средневековыми мыслителями. Вот как, например, ее понимает Бруно: «формы динамически структурируют материю, движущуюся в разные стороны, именно потому, что все одухотворено, все живо. В каждой вещи заключена мировая душа, а в душе присутствует вселен-

ский разум, вечный источник форм, которые постоянно обновляются». [12]. Изменчивость природы связана с движением мировой души, несущей в первоматерию эйдосы Платона, так считает неоплатоник Бруно. Человек понимается как Великий Художник, творец, подчиняющий себе природу и накладывающий на нее свои формы, образы, именно эта мысль выражена в искусстве и оккультных науках (магии, астрологии, алхимии) эпохи Возрождения.

Первоначальное переосмысление гиломорфической схемы античности находим в конце эпохи Возрождения у Галилея. Дело в том, что в XVI в. механики старались собирать машины по чертежам. Но существовало мнение, идущее от античных механиков, что чем меньше конструкция машины (материя), тем больше она приближается к своей геометрической конструкции (форма). Чем меньше в машине материи, значит, тем легче ее создать. Создание больших машин встречает затруднение, поскольку материя несовершенна. Галилей говорит, что это не так, если отказаться от идеи несовершенства материи как ее главного недостатка, и что можно построить большую машину, сохранив все пропорции меньшей, и в силу свойств самой материи можно получить машину, соответствующую меньшей во всех отношениях, кроме прочности и сопротивляемости внешнему воздействию [13]. У Галилея материя приобретает качества стабильности и неизменяемости, одинаковости. Она выступает как сама себе равная и самотождественная, т.о. она получает характеристику, которую Платон приписывал идее, а Аристотель – форме.

В Новое время с утверждением механистической философии Декарта понятие материи наряду с характеристиками Галилея получает еще один новый смысл – она стала телом, которое он отождествляет с протяжением. Вот что он пишет по этому поводу: «Не будем также, – говорит он, имея в виду материю, – считать ее той первой материей философов, которая, будучи полностью лишена всех своих форм и качеств, превращается во что-то, недоступное ясному пониманию. Представим нашу материю настоящим телом, совершенно плотным, одинаково наполняющим всю длину, ширину и глубину того огромного пространства, на котором остановилась наша мысль. Представим далее, что каждая из ее частей занимает всегда часть этого пространства, пропорциональную своей величине, и никогда не может заполнить больший или сжиматься в меньший объем или допустить, чтобы одновременно с ней какая-нибудь другая часть материи занимала то же самое место» [14, с. 523].

Кроме того, никаких внутренних состояний в теле нет, поэтому ничто не может отличить движущееся тело от неподвижного. Изменить свое состояние вещь может только от встречи с другим телом: «Так, мы изо дня в день видим, что, если некоторая частица материи квадратна, она пребывает квадратною, пока не явится извне нечто, изменяющее ее фигуру...» [14, с. 526]. Пластичность в этом случае понимается чисто механически – как сопротивляемость тела внешним деформациям. Именно

такое определение пластичности и встречается сегодня в теоретической механике. Как видно, у Декарта материя окончательно утрачивает начало формы и жизни, какой она понималась у Аристотеля.

На происхождение современной интерпретации гиломорфической схемы наномира несомненно повлияла энергетическая трактовка материи Оствальдом и Махом в XIX в. Согласно этому учению, материя есть комплекс энергий в пространстве. Наука строится на описании материальных процессов как превращения одних видов энергии в другие. Мир, по мнению этих физиков, есть смена событий, без всяких идеальных основ (формы, идеи), в основе которых лежат переходы энергии. Оствальд называет энергию субстанцией, но к философскому пониманию субстанции это не имеет никакого отношения. Субстанцией энергия выступает потому, что количество энергии при всех ее превращениях остается неизменным, какова же природа этой субстанции и каким образом она видоизменяется, физики не выясняют.

Примерно такая же энергетическая трактовка материи служит для объяснения свойств наномира. Здесь гиломорфическая схема, определяющая форму и материю как две различные субстанции, трансформируется в совершенно другую схему. В ней материя не понимается как простая субстанция, способная к получению форм, а наоборот, соткана из интенсивных энергетических черт и является активным началом, что делает возможным получение различных форм и непрерывно изменяет этот мир. (Глина является более-менее пористой, дерево является более-менее сопротивляющимся). Природа, в основании которой лежит наномир, становится текучей и пластичной в современном понимании. Формы не понимаются неизменными, как в античной философии, они начинают зависеть от особенностей того материала, из которого изготовлены. Так, железо плавится при высоких температурах, а мрамор или дерево могут раскалываться по прожилкам. Материя понимается как материал, способный к различным трансформациям и деформациям, детерминирующий различные формы. «...По ту сторону препарированной материи лежит энергетическая материальность в непрерывном изменении, а по ту сторону фиксированной формы лежат качественные процессы деформации и трансформации в непрерывном развитии. Другими словами, что становится существенным, так это уже не отношение материя – форма, а отношение материал – сила» [15]. Конструкторский подход к наномиру, который используют нанотехнологии, апеллирует уже не к философским представлениям о материи как субстанции, а понимает ее как пластичный материал, существующий исключительно для практических целей.

### **Наномир как машина**

Теперь рассмотрим наномир как совокупность различных механических устройств с различным предназначением. В этом смысле наномир сохраняет преемственность с механистической трактовкой природы. Правда, природа уже не мыслится как единый механизм, созданный и запущенный в

движение Богом, как его понимали ученые Нового времени, а выступает как некая разнородность для будущей сборки атомов и молекул. И чем больше мы будем делить эту разнородность, тем больше машин и техники сможем из нее получить. Многим объектам наномира приписываются свойства машины – осуществлять полезные сложные функции как ряд операций, основанных на принципе действия, способного переводить один вид энергии в другой или передавать информацию.

Техническое освоение наномира способствует переносу понятия «машина» с макроскопического уровня на микроскопический. В макроскопическом мире приборы и машины являются совокупностями компонентов, предназначенных для осуществления определенной функции. Каждый компонент такой совокупности выполняет определенное простое действие, в то время как вся совокупность выполняет более сложную и полезную функцию, свойственную именно данным прибору или машине. Например функция, выполняемая феном для волос, представляет собой результат операций, которые выполняют выключатель, нагреватель и пропеллер, должным образом соединенные проводами и собранные в соответствующую структуру. Принцип действия фена основан на переходе электрической энергии в тепловую.

Макроскопические концепции организации приборов и машин могут быть распространены и на молекулярный уровень на молекулярные приборы и молекулярные машины. Эта микроскопическая техника является выдающимся достижением современной супрамолекулярной химии. Как молекулярные приборы, так и молекулярные машины представляют собой соединение дискретного количества молекулярных компонентов, предназначенных для выполнения специальных функций. Их отличие состоит в том, что каждый молекулярный компонент молекулярного прибора выполняет одно действие, в то время как вся супрамолекулярная конструкция наномашин выполняет более сложную функцию, которая реализуется в результате взаимодействия различных компонентов. Это может быть участие компонентов наномашин в передаче сигналов (в виде энергии, электронов, протонов), в обработке информации (например, с помощью логической схемы молекулярного уровня), в преобразовании энергии (например, преобразовании света в электрохимический потенциал или химическое топливо), или участие в целом ряде процессов механического типа (например, перемещении вещества через мембрану). Эти машины функционируют с помощью химических реакций, использующих как электронные, так и ядерные перестановки.

Молекулярная машина – это особый вид молекулярного прибора, в котором компоненты могут менять свое положение относительно друг друга в результате воздействия какого-либо внешнего фактора. Принцип действия приборов и машин молекулярного уровня состоит в их функционировании за счет электронной или ядерной перестановки и, подобно макроскопическим приборам и машинам, они нуждаются в энергии для функцио-

нирования и в сигналах для связи с оператором. Источником питания молекулярной машины выступает свет. Т.о., понятие «принцип действия» сохраняется и на молекулярном уровне.

Распространение понятия прибора и машины на молекулярный уровень представляет интерес не только для базовых исследований в данной области знаний, но также и для роста нанонауки и развития нанотехнологий в целом.

### **Идея преобразования природы с помощью нанотехнологии**

Рассмотрим теперь понятие наномира со стороны идеи преобразования природы, ее трансформацию с помощью нанотехнологии, которая может носить творческий аспект, затрагивающий онтологические основания природы, ее сущностные характеристики. Так, создание того, чего в природе нет, или того, что в ней глубоко сокрыто, относится уже к области творчества. Например, конструирование молекулярных машин относится к области творчества. Здесь надо отметить два подхода: сборка молекулярных машин «сверху вниз» и «снизу вверх».

Первый подход называется нисходящим проектированием, он заключается в манипулировании все более мелкими компонентами материи с помощью фотолитографии, механохимических методов, лазерных нанотехнологий. Так получают полупроводниковые машины с габаритными размерами до 45 нм, но этот подход имеет очень существенный недостаток, поскольку затраты на создание этих машин при приближении к наноразмерному измерению резко возрастают. Многообещающей стратегией является подход восходящего проектирования, при котором наноструктуры в виде машин собираются из атомов или молекул. С целью создания таких машин используются достижения супрамолекулярной химии, открывающей практически безграничные возможности для проектирования искусственных молекулярных приборов и машин. Строительным материалом выступают уже не отдельные атомы, а молекулы, как более стабильные образования. Нанотехнологи обещают, что этот «химический метод восходящего проектирования продвинет науку и технологию не только от микромасштабности к наномасштабности, но также и от электроники к фотонике и химионике, поскольку введение света и химических веществ является удобными способами снабжения молекулярных приборов энергией и обмена информацией на молекулярном уровне» [16].

Конструирование молекулярных машин осуществляется по методам эмпирического анализа и синтеза, лежащих в основе методологии естественных наук. Эмпирический анализ подразумевает разделение целого на составные части и изучение каждой из них в отдельности. Так поступают, например, в аналитической химии, когда исследуемое вещество (целое) анализируется на содержание химических элементов (частей) и вычисляется их массовая доля в веществе. Тот же самый подход применяется в методе нисходящего проектирования, когда

приемы воздействия на макрообъекты, такие как механическое разрушение, механохимические методы, лазерные нанотехнологии, приводят к постепенному их разделению вплоть до появления наночастиц [17].

Эмпирический синтез означает построение целого из более простых частей на основе их предварительного изучения. Примером могут служить методы синтеза в химии, когда сложные химические соединения создаются из химических элементов или простых химических соединений. Этим же путем идет при использовании восходящего проектирования. Первый метод синтеза наносистем с помощью этого подхода появился в связи с развитием сканирующей туннельной микроскопии (СТМ), атомно-силовой микроскопии (АСМ), а также ионно-пучковых технологий, которые заключаются в перемещении атомов с помощью иглы СТМ-АСМ под воздействием сфокусированных ионных пучков и составления в дальнейшем из них сложнейших атомных цепочек [18].

Наконец, можно отметить еще одну тенденцию использования эмпирического синтеза для создания новых наносистем химическим путем, связанную с резко возросшей ролью поверхности как при их создании, так и при оценке их свойств [19]. Формирование наноструктур на поверхности твердых тел, считают авторы, позволяет не только стабилизировать их состояние за счет, например, образования прочных химических связей с матрицей, но и придать необходимые функциональные свойства конечной системе. То есть твердое тело (как макро-, так и наноразмерное) с химически связанными на поверхности наноструктурами (в виде функциональных групп, кластеров, пленок и др.), фактически, представляет собой новое вещество с необходимыми атрибутами – заданным составом, строением и свойствами. При объединении наноструктуры с поверхностью образуется новая субстанция, обладающая совершенно иными свойствами по сравнению с исходной наноструктурой. Таким образом, приоритет сегодня отдается способу конструирования молекулярных машин, наноструктур или наносистем, использующих восходящее проектирование по схеме «снизу вверх», в основе которой лежит эмпирический синтез.

Используя методы конструирования новых наносистем, нанотехнологи создают новую реальность и вместе с ней новую онтологию - нанобытие. Это сфера объективной реальности, которая существенно отличается от природной формы материи, но из нее происходит. Существование природных нанообъектов вполне автономно и почти не зависит от человека, ведь любое макроскопическое тело уже содержит в себе нанообъекты в виде наночастиц, которые существуют сами по себе. Но когда человек начинает вторгаться в этот мир со своим макроскопическим прибором с целью его преобразования, то объекты наномира теряют свою самостоятельность и начинают взаимодействовать с микрочастицами прибора и подчиняться законам квантовой механики, с помощью которых и создаются искусственные наносистемы или наноартефакты. Последние и

представляют собой нанобитие, являющееся частью бытия самого человека, поскольку они изменяют и расширяют его бытие, предоставляя ему новые технические возможности в овладении окружающим миром.

Продолжая развивать мысль о творческом преобразовании наномира с помощью различных методов нанотехнологии, надо сказать о том, что это творчество затрагивает не только сущностные характеристики природы, но и общество, а также самого человека. Творчество приобретает характер игры с природными и человеческими возможностями, что приводит к таким социально-этическим проблемам, которых не было в прошлом.

### **Социально-этические и антропологические аспекты понятия «наномир»**

Понятие наномира затрагивает социально-этические аспекты, поскольку идея трансформации природы приводит к изменению общества и самого человека на разных уровнях его телесной и психической организации.

Социальные аспекты освоения наномира связаны с потребностями общества, гуманитарными ожиданиями от высоких технологий и широким спектром их приложения, ведь наноматериалы скоро проникнут в быт, медицину, спорт, технику, одежду, обувь, продукты питания, парфюмерию и косметику.

Нанотехнологии, создающие наноматериалы, являются междисциплинарными и межотраслевыми, поэтому от них можно ждать успехов и рисков во всех сферах деятельности человека. С этической точки зрения они не могут быть нейтральными и являются двойными по своей природе. С одной стороны, они несут человечеству добро, обеспечивая его жизненные потребности, с другой стороны, в них заложено зло, поскольку высокие технологии отнюдь не несут гуманность, трансформируя природу человека и общество.

Можно выделить несколько направлений применения нанотехнологии, ведущих к перевороту в социально-экономической, военно-технической, коммуникационной, медицинской и экологической сферах, геополитике. Социальные последствия от такого радикального переворота могут быть непредсказуемыми и вызывают особую тревогу. Вот их перечень:

- создание новых наноматериалов и устройств с недостижимыми в природе свойствами, а также освоение новых энергий может оказать непредсказуемое влияние на мировой рынок природных ресурсов. Следствием этого может быть перераспределение мирового рынка сырья и изменение геополитической карты мира, когда в лидеры выдвинутся страны, владеющие нанотехнологией;

- новый технологический уклад на основе конвергентных технологий (нанобиотехнологии, наномедицины и наноинформационной технологии) может привести в некоторых странах, например, в России, к еще большему неравенству людей, к полному отрыву элиты от обычных людей. Например, доступность наномедицины для элиты приведет к

делению людей на долгоживущих и короткоживущих. К этой проблеме примыкает и такая, как неравнодоступность людей к средствам усиления умственных способностей – микрочипам и нанороботам;

- новейшие достижения в военной технике ведут к дополнительным планетарным рискам, войнам и истреблению людей. Сюда можно отнести создание нанобиологического оружия с избирательным действием на людей разной расы с учетом генных особенностей, наноразмерных устройств, следящих за всем, боевых насекомых (пилотные образцы имеются в США и Израиле), невидимых нанороботов, разрушающих любые структуры и ведущих сетевые войны;

- формирование на основе нанотехнологий систем тотального контроля и наблюдения за людьми (Орвэлл – «1984», «Большой брат»). Определенные признаки этой системы наблюдаются уже сейчас, а в дальнейшем могут проявиться следующие негативные явления: злоупотребление информацией в личных или в корпоративных целях, а также появление новых видов преступлений (нанохакеры). Неравная доступность к средствам информации может привести к разрушению современных социумов, уклада жизни;

- экологические риски, которым подвергается живая природа. Наиболее традиционные виды опасностей связаны с химическими свойствами наночастиц, способными взаимодействовать с живыми системами. Как и в случае с ионизирующим излучением, наночастицы в клетке образуют суперактивные частицы – радикалы разной природы, сильные окислители (перекиси, синглетный кислород), способные нарушать процессы жизнедеятельности клетки, воздействуя на ДНК, РНК и другие биологические объекты клетки.

Стремительные темпы технического освоения наномира коснутся и человека, его природа будет изменена, и это может иметь пагубные последствия для его телесно-душевной и духовной организации. Человек, преобразованный с помощью нанотехнологий, будет называться постчеловеком, и в нем уже не будет границы между естественным и искусственным. Это будет киборг с микрочипами и нанороботами в головном мозге с целью продления его жизни и контроля за его поведением. Сразу возникнет ряд философских проблем, поскольку произойдет пересмотр категорий «жизнь», «смерть», «сознание», «человеческий разум», «интеллект» [20 – 22].

Категории «жизнь» и «смерть» потеряют свою антиномичность, так как смерть будет рассматриваться как поломка, которую можно будет устранить с помощью наноремонта. Постчеловека можно будет постоянно реконструировать, значит, ему грозит бессмертие. Интеллект постчеловека будет гибридным, уже сегодня существуют интерфейсы, способные устанавливать связь с нейронами головного мозга, а это уже означает появление искусственного интеллекта нового поколения. С помощью микрочипов можно будет управлять сознанием человека, вызывать новые восприятия и ощу-

щения, ассоциации. В конечном итоге, речь идет о самостоятельности разума постчеловека, поскольку им можно будет управлять с помощью тех же нанороботов. Мало того, нанотехнологи в будущем, лет через десять, планируют из таких постлюдей сделать глобальную компьютерную сеть. Можно ли говорить о душе постчеловека как носительнице человеческих ценностей и идеалов? Очевидно, этот вопрос - бессмысленный.

### Заключение

Философская рефлексия наномира позволила выявить основные аспекты, характеризующие это понятие: во-первых, идею пластичности природы, во-вторых, понимание его как совокупности механизмов и, в-третьих, идею преобразования природы с помощью нанотехнологии со всеми вытекающими отсюда социально-этическими последствиями.

Онтологический аспект наномира отличает это понятие от нанонауки как способа построения различных моделей, имеющих объяснительный и описательный характер, и сближает наномир с нанотехнологией. Онтологию наномира задает гилломорфическая схема материал – сила, в основе которой лежит идея пластичности природы, при этом наномир понимается как пластичный материал, из которого можно собирать различные молекулярные машины и механизмы с помощью методов эмпирического анализа и синтеза.

Если речь идет об изучении и исследовании наномира, то это понятие начинает сближаться с нанонаукой. В этом случае понятие наномира отождествляется с понятием микромира, при этом границы наномира задаются с помощью теоретических описаний квантовой механики или с помощью современной теории Фарадея – Максвелла, что отождествляет это понятие с понятием микромира.

Техническое преобразование наномира сближает это понятие с нанотехнологией как способом сборки наномеханизма или получения наноматериала. Утилитарный подход к наномиру с помощью нанотехнологии порождает экологические, социальные и антропологические проблемы, поскольку нанотехнология меняет существенные характеристики природы, общества и человека.

Вторжение в мир нанобъектов, существующих самих по себе, с целью творческого создания новых наноматериалов, сближает также наномир не только с нанотехнологией, но и с понятием нанобытия. Но нанобытие является понятием более широким по смыслу, чем природный наномир, существующий сам по себе. Нанобытие включает в себя не только природные нанобъекты, но и искусствен-

ные, расширяющие горизонты бытия самого человека и предоставляющие ему новые возможности.

### Литература

1. Р.Ф. Фейнман. *Внизу полным – полно места: приглашение в новый мир физики* // Рос. хим.ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева), **XLVI**, 5, 4 - 6 (2002);
2. В.Г. Горохов. *Структура и функционирование нанотехнологической теории в нанотехнонауке. Часть 2. Структура технонауки* // Электронный научный журнал «Исследовано в России», 2, 24 – 36 (2013);
3. <http://ftp.decsy.ru/nanoworld/index>;
4. Г.Б. Сергеев. *Нанохимия*, уч. пособ., КДУ, Москва, 2006, 336 с.;
5. Е.Ф. Шека. *Квантовая нанотехнология и нанохимия* // Рос. хим.ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева), **XLVI**, 5, 15 - 22 (2002);
6. М.Н. Ваучский, А.Н. Иванов *Наномир: высокие технологии XXI века*. Строительная газета № 1 (10012) 1 января 2009, С. 12;
7. А. Л. Андреев. *Технонаука* // Философия науки, 16, (2011), <http://gmarket.ru/laboratory/expertize/5993>;
8. А.Ф. Лосев. *История античной эстетики* в 8 т., **1**, М.: Аст, 2000, С. 68;
9. Платон. *Тимей*, Мысль, Москва, 1999, С. 453.
10. Аристотель. *Метафизика*, соч. в 4-х т., **1**, Мысль, Москва, 1976 – 1983, с. 63 – 450;
11. И.И. Четчикова. *Богословие, философия и наука в эпоху средневековья*, Вестник Казан. технол. ун-та, **13**, 3, 344 - 354 (2010);
12. Дж Реале., Д. Антисери. *Западная философия от истоков до наших дней. От Возрождения до Канта в 4-х т.*, **3**, СПб, Пневма, 2002, 850 с.
13. П.П. Гайденко. *История новоевропейской философии в ее связи с наукой*. Пер Сэ, СПб, 2010, 456 с.;
14. Р. Декарт. *Начала философии*. Избр. произв., Госполитиздат, Москва, 1950, С. 409-545;
15. Ж. Симондон. *О способе существования технических объектов* // Транслит, №9, 2011, С.99.
16. В. Бальзани, А. Креди, М. Вентури. *Молекулярные машины*. Факультет химии Университета Болонии, <http://www.nanotoday.com/www.newchemistry.ru>;
17. А.И. Гусев. *Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии*. Физматлит, Москва, 2005, 416 с.;
18. *Нанотехнология: физика, процессы, диагностика, приборы* / Под ред. В.В. Лучинина, Ю.М. Таирова, Физматлит, Москва, 2006, 552 с.;
19. А.В. Беляков, Е.В. Жариков, А.А. Малыгин. *Химические технологии*. / Под ред. П.Д. Саркисова. Москва, РХТУ, 2003, 680 с.;
20. Л.В. Семирухин. *Нанотехнологии и сознание* // Философские науки, 1, (2008), С. 80 - 96;
21. И.В. Артюхов, И.И. Ашмарин, С.Н.Коняев. *Социально-философские аспекты нанотехнологий в медицине* // Философские науки, 11, мат-лы круглого стола, (2010), С.5-80;
22. И.И. Четчикова. *Истина и ценности в фундаментальной и прикладной науке*, Вестник Казан. технол. ун-та, **16**, 4, 352 - 358 (2013)