

ФИЛОСОФСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ НАНОТЕХНОЛОГИЙ*¹

В.И. АРШИНОВ, М.В. ЛЕБЕДЕВ

Цель настоящей статьи состоит в первую очередь в том, чтобы попытаться дать читателю общее представление о той новой области философско-методологических исследований, которая сейчас формируется в непосредственном сопряжении с развитием комплекса современных высоких технологий, ядром которого является прежде всего его нанотехнологический кластер.

Практически все исследователи, пишущие о проблемах нанотехнологического развития, говорят о трудностях точного определения понятия нанотехнологии. И практически все они, так или иначе, указывают на ее существенно междисциплинарный характер, на тот факт, что нанотехнологии возникли в результате развития и слияния целого ряда научных направлений в биологии, физике, химии, информатике XX века. При этом, в качестве *визионеров* становления нанотехнологических исследовательских программ обычно называют имя великого физика XX века Ричарда Фейнмана — его знаменитый доклад «Внизу полно места», сделанного им в декабре 1959 г. в Калифорнийском технологическом институте², а также Эрика Дрекслера, автора интеллектуального бестселлера «Машины созидания: Грядущая эра нанотехнологий» (*Engine of Creation: The Coming Era of Nanotechnology*, 1990), в котором впервые была представлена перспектива социокультурных последствий становления нового нанотехнологического способа производства, ориентированного на конструирование условий для запуска процессов молекулярной самосборки материи по принципу «снизу-вверх» (*bottom-up*).

Перспективы научно-технического прогресса в ближайшие десятилетия оказываются связаны с развитием технологий, многократно увеличивающих производственные

*Статья подготовлена в рамках проекта РГНФ «Философские проблемы нанонауки: синергичная конвергенция информатики и нанотехнологий» № 08-03-00241а.

способности человечества: информационные технологии (ГРИД, квантовый компьютер, нейронные сети), нанотехнологии, термоядерная энергетика и др. Овладение человечеством набором современных передовых технологий, многократно увеличивающим его возможности, естественно и неизбежно вызывает самые существенные сдвиги в жизни общества. Как уже говорилось, центральным вопросом здесь выступает развитие нанотехнологий — в силу того, что они, во-первых, как и информационные технологии, имеют производственный характер, но, во-вторых, являются еще более всепроникающими. Осознание социальных последствий их использования требует применения различных философских подходов (информационной эпохи, искусственного интеллекта, биополитического производства и др.) и разработки качественно новых.

Нанотехнологии — одна из высокотехнологичных отраслей современной науки и техники, которая занимается исследованием атомов и молекул и созданием из них различного рода искусственных изделий. Достижения в области этой самой высокой технологии неизбежно ведут к революции в медицине, электронике, искусственном интеллекте, промышленности и в других сферах человеческой деятельности. Другими словами, нанотехнология — это путь к созданию новой цивилизации с присущими ей набором ценностей и идеалов. Согласно прогнозам многих исследователей, «именно развитие нанотехнологий определит облик XXI века, подобно тому как открытие атомной энергии, изобретение лазера и транзистора определило облик XX столетия»³, нанотехнологии произведут такую же революцию в манипулировании материей, какую произвели компьютеры в манипулировании информацией. Нанотехнология сегодня рассматривается как ключевая высокая технология будущего, которая представляет собой направленное конструирование изделий с заданными свойствами путем манипуляции атомами и молекулами. Происходит развитие нанотехнологии как метода получения знаний в фундаментальных исследованиях, она представляет собой мощную технологию, становясь самостоятельной силой направленного воздействия на природу, общество и человека.

Термин «нанотехнология» указывает на то, что характерные пространственные размеры процессов, протекающих под управлением молекулярных машин, равны нескольким нанометрам, т.е. нескольким десяткам характерных размеров атома. Своеобразие наномасштабов состоит в том, что здесь исчезают традиционные междисциплинарные границы между физикой, химией, биологией, механикой. Их место занимают такие междисциплинарные направления, как квантовая информатика, робототехника, синергетика, для которых характерен новый «коммуникативно-деятельностный» способ мышления. Таким образом, молекулярная нанотехнология открывает возможность для принципиальных инноваций и требует их адекватного осмысления.

Один из аспектов специфики нанотехнологии состоит в том, что это высокая технология особого рода, которая является не только технологией практической деятельности, создания материальных объектов, обращенных на природный мир, но и социальной технологией, нацеленной на конструирование социального мира, что выражается в спектре возможностей ее применения — его принципиальная широта связана с кардинальным отличием нанотехнологии от всех остальных технологий, состоящим в том, что она позволяет преобразовывать мир на атомно-молекулярном уровне и использовать его неисчерпаемые ресурсы. Социальные последствия развития нанотехнологии носят двойственный (конструктивный и деструктивный) характер, связанный с противоречивой природой социума, проявляющейся в таких социально значимых областях, как военная сфера, информационная сфера, экология, энергетика, сфера повседневной жизни, причем специфика двойственного характера развития нанотехнологии заключается в кардинальном преобразовании физического мира.

Культурные эффекты развития нанотехнологии проявляются в модификации чувственности человека посредством наночипов, программирующих виртуальную реальность в мозгу человека, что определит новое отношение сознания и технологически модифицированного бытия в формировании культуры впечатлений, способствующей творческой деятельности индивида, в кардинальном изменении

значимости религии в жизни человека, в необходимости новых этических ценностей гуманизма, в трансгуманизме, в культурной идентификации человека при открывающейся перспективе слияния с машиной.

Социокультурные перспективы развития нанотехнологии состоят в том, что, *во-первых*, появится новый образ жизни, *во-вторых*, возникнет феномен «секуляризованной вечности» в общественном сознании, который будет обусловлен значительным увеличением продолжительности жизни и отделением биологического старения от «кода социальной смерти», *в-третьих*, произойдет кардинальное изменение смысла человеческой жизни, когда индивид будет чувствовать себя творцом природного и социального мира и обретает «практическое бессмертие».

Таким образом, с точки зрения философской проблематизации теоретические вопросы нанотехнологий могут быть сгруппированы двояко. Возможно деление на общие философско-методологические проблемы нанотехнологий, с одной стороны, и специальные (частные) проблемы нанотехнологий и их параллели с проблематикой философии постнеклассической науки, с другой. Однако возможна и другая дихотомия, более специфически философски ориентированная: это разделение на онтологическую и гносеологическую проблематику, с одной стороны, и основанную на ней социально-этическую и социокультурную проблематику, с другой.

В настоящей статье, представляющей собой одну из первых в нашей стране попыток философского осмысления нанотехнологий, мы обозначим второй подход.

Итак, возникнув на стыке области квантовых взаимодействий и сферы классических макровзаимодействий, нанотехнологии качественно отличаются от традиционных областей прикладной науки и техники, поскольку на таких масштабах привычные, макроскопические, технологии обращения с материей часто неприменимы, а микроскопические явления, пренебрежительно слабые на привычных масштабах, становятся намного значительнее.

Первое упоминание методов, которые впоследствии будут названы нанотехнологией, как уже говорилось, свя-

зывают с известным выступлением Ричарда Фейнмана «Внизу полно места» (1959). Фейнман предположил, что возможно механически перемещать одиночные атомы при помощи манипулятора соответствующего размера — по крайней мере, такой процесс не противоречил бы известным на сегодняшний день физическим законам. Этот манипулятор он предложил делать следующим способом: необходимо построить механизм, который создавал бы свою копию, только на порядок меньшую. Созданный меньший механизм должен опять создать свою копию, опять на порядок меньшую и так до тех пор, пока размеры механизма не будут соизмеримы с размерами порядка одного атома. При этом необходимо будет делать изменения в устройстве этого механизма, так как силы гравитации, действующие в макром мире, будут оказывать все меньшее влияние, а силы межмолекулярных взаимодействий будут все больше влиять на работу механизма.

Последний этап — полученный механизм соберет свою копию из отдельных атомов. Принципиально число таких копий неограниченно, можно будет за короткое время создать любое число таких машин. Эти машины смогут таким же способом, поатомной сборкой собирать макровещи. Данный метод, последовательным образом объединяющий в себе конструктивно-познавательное движение «сверху вниз» и «снизу вверх», опирается на философскую программу, известную как *редукционизм*. Однако это не классический редукционизм, а редукционизм постнеклассический, коммуникативный. Сам по себе редукционизм имеет богатейшую философскую историю, восходящую к досократикам, но особенно острыми и содержательными стали его обсуждения в аналитической философии науки XX в., где принцип редукции функционирует как важнейший гносеологический и методологический ориентир. Его буквальное значение фиксируется в совокупности требований, окончательным результатом которых является процедура сведения одних качественных состояний объектов к другим. Онтологический и гносеологический параллелизм в рассматриваемом аспекте особенно очевиден, поскольку нанороботам нужно будет дать программу для сборки необходимых предметов.

Некоторые аналитические предпосылки для этого дает Б. Рассел, вводя понятие истинных универсалий⁴, т.е. терминов, обозначающих отношения. Сюда относятся, например, понятия, выражающие такие пространственные отношения, как «справа — слева в данном поле зрения» и «раньше — позже» по отношению к данному настоящему моменту. С такой точки зрения, термины, образующие минимальный словарь того, что мы воспринимаем, составляют также минимальный словарь, в терминах которого можно выразить все наше познание. Однако если мы хотим найти удовлетворительное выражение не для самих фактов, а для определенных «отношений» к высказываниям, в которых мы говорим о фактах, мы должны прибегнуть к другим терминам, обычно называемым логическими терминами. Сюда относятся такие термины, как «и», «или», «не», «все» и «некоторые».

Другой класс терминов, необходимый для выражения содержания нашего познания, по крайней мере для указания на его психологическую сторону, состоит из «эгоцентричных частиц», таких, как «это», «я», «здесь» и «теперь». Все такие слова относительны; они отнесены к каждому конкретному наблюдателю и поэтому нежелательны с научной точки зрения. Определяя «я» как «лицо, испытывающее это», «теперь» — до как «время этого» и «здесь» — как «место этого», все эгоцентричные частицы можно свести к «это». «Это» до некоторой степени может лишиться своей конкретности, поскольку — по мере того как термины становятся более абстрактными — «это» становится одинаковым для различных индивидуальных объектов.

В человеческом познании этот процесс редукции никогда не может быть завершен, и во всяком эмпирическом познании освобождение от чувственных данных может быть только частичным. Однако для наноробота такой предел существует — это один атом. Принципиальная невозможность создания механизма из одного атома может быть рассмотрена как принципиальный недостаток наноробота, тем не менее здесь содержится выход из классической редукционистской ловушки. Отчасти он соответствует тем возражениям против редукционизма, которые были даны в инстру-

менталистской парадигме философии науки. Выдвигаемое инструменталистами требование контекста и эксперимента дало им возможность подойти к интерпретации значений в терминах операций, которые можно конкретно определить и реально осуществить. Неудовлетворительными, с такой точки зрения, являются описания, которые содержат выводы, исключающие возможность подтверждения, либо требующие сложных форм подтверждения, далеких от рассматриваемых значений. Это возражение сохраняет свою силу и в случае многих, более строго эмпирических теорий, в том числе некоторых теорий проверяемости — в частности, теории проверяемости, принадлежащей эмпирическому прагматисту У. Джеймсу, так как в этих теориях часто речь идет о подтверждении в терминах «постаналитических» чувственных данных. Отстаиваемое инструменталистами контекстуальное и экспериментальное описание, особенно в его операционалистской форме, избегает этих трудностей. Аналогичным образом нанороботу не потребуются никаких рискованных попыток выделить чистые чувственные данные или проводить сомнительную редукционистскую логику. Подобно нерелевантному субъекту, наноробот, если его спросят, что он имеет в виду, сможет ответить прямо, сообщив, что, по его мнению, он и другие нанороботы смогут сделать, если его утверждения истинны и его понятия применимы. В определенном отношении это соответствует идеалу ученого, могущего дать совершенно точные описания операций, которые должны быть выполнимыми, если его понятия применимы, и, что еще более важно, могущего ввести новые понятия, значение которых можно сделать совершенно определенным с самого начала.

Использование инструменталистской (конструктивистской) парадигмы в качестве методологии нанотехнологий имеет еще один аспект — это активная роль познания. Согласно этой парадигме, разум активен в восприятии на всех уровнях; не существует вообще такой вещи как неструктурированные, абсолютно непосредственные сенсорные «данные», свободные от классификации. Познание в этом аспекте выступает *неотделимым* от созидания; между ними нет и не может быть четкой границы. В истории европейской

философии Нового времени такой подход связан прежде всего с фихтеанским принципом активизма; у Фихте этот гносеологический принцип означает полное конструирование субъектом объекта. В философии науки XX века принцип активизма оказывается связан с понятием исследовательской программы, которое ввел И. Лакатос.

«Имеется важное различие между *“пассивной”* и *“активной”* теориями познания, — писал Лакатос. — “Пассивисты” полагают, что истинное знание — это тот след, который оставляет Природа на совершенно инертном сознании; *активность* духа обнаруживается только в искажениях и отклонениях от истины. Самой влиятельной школой пассивистов является классический эмпирицизм. Приверженцы *“активной”* теории познания считают, что Книга Природы не может быть прочитана без духовной активности, наши ожидания или теории — это то, с помощью чего мы истолковываем ее письмо. Консервативные *“активисты”* полагают, что базисные ожидания врождены, благодаря им окружающий нас мир становится *“нашим миром”*, в котором мы отбываем пожизненное заключение. Идея о том, что мы живем и умираем, не покидая тюрьмы своих *“концептуальных каркасов”*, восходит к Канту; кантианцы-пессимисты полагают, что из-за этого затворничества реальный мир навсегда остается непознаваемым для нас, а кантианцы-оптимисты уверены в том, что Бог вложил в нас такой *“концептуальный каркас”*, который в точности соответствует этому миру. *“Революционные активисты”* верят, что концептуальные каркасы могут развиваться и даже заменяться новыми, *лучшими*»⁵.

Подобный активистский подход связан в современной науке с принципом искусственного совершенства, согласно которому совершенное не дано изначально как непосредственная природа и не может быть дано; совершенное должно быть создано. На это направлены в современной науке, например, протеиновая инженерия, создание искусственных органов, работающих лучше природных, конструирование синтетической ДНК, создание биологических гибридов, и т.д. Эти технологии могут быть спорными, как, например, генная модификация, но методологически важ-

но то, что при всем возможно неоднозначном отношении к их последствиям остается несомненным их метапринцип, их конечная цель — улучшение природных способностей человека. Исходным допущением активистской позиции здесь выступает принцип несовершенства природы, согласно которому природа способна ошибаться, а, следовательно, то, что создано природой, может быть улучшено. Поэтому важным следствием спектра применения нанотехнологии является тенденция к модификации чувственности человека, что дает основания к новому пониманию проблемы «сознание — мозг» — теперь она выступает как проблема отношения сознания человека и его технологически модифицированной природы.

Наконец, еще более радикальный в теоретико-познавательном отношении подход реализуется в аналитической философии, где возникает конструктивистская эпистемология (Н. Гудмен, У. Куайн), в определенном отношении наследующая подходам Фихте, Кассирера, Лакатоса и реализующая принцип онтологической относительности. Согласно этому подходу, все восприятие определено выбором и классификацией, в свою очередь сформированными совокупностью унаследованных и приобретенных различными путями ограничений и предпочтений. Даже феноменальные утверждения, подразумевающие описание наименее опосредованных ощущений, не свободны от таких формообразующих влияний. Редукционистские эпистемологические программы, пытающиеся вывести значение фактуальных предложений в терминах «наблюдаемых», обнаруживаемых последовательностей оказываются, с такой точки зрения, беспредметными.

Сегодня мы видим, что нанотехнологии дают физическую реализацию этих положений, экстраполируя их на новый уровень. В настоящее время создано целое семейство сканирующих зондовых микроскопов — приборов, в которых исследуемая поверхность сканируется специальной иглой-зондом, а результат регистрируется в виде туннельного тока (туннельный микроскоп), механического отклонения микрозеркала (атомно-силовой микроскоп), локального магнитного поля (магнитный силовой микроскоп), элект-

ростатического поля (электростатический силовой микроскоп) и ряда других. Являясь не только измерительными приборами, но и инструментами, с помощью которых можно формировать наноструктуры, зондовые микроскопы призваны стать базовыми физическими метрологическими инструментами XXI века.

Возможности сканирующего туннельного микроскопа далеко выходят за задачи только наноскопических наблюдений. Проведя точное позиционирование зонда над конкретной молекулой и приложив необходимое напряжение, можно с его помощью как бы «рассечь» молекулу на отдельные части, оторвав от нее несколько атомов, и исследовать их электронные свойства. Экспериментально установлено, что, прикладывая к зонду необходимое напряжение, можно заставить атомы притягиваться к острию или отталкиваться от острия зонда, а также передвигать атомы вдоль поверхности. Особый интерес здесь представляет атомно-силовая микроскопия (АСМ), с помощью которой можно не только увидеть отдельные атомы, но также избирательно воздействовать на них, в частности, перемещать атомы по поверхности⁶. Ученым уже удалось создать двумерные наноструктуры на поверхности, используя данный метод. Таким образом, микроскоп АСМ выступает не только инструментом познания, но и орудием воздействия на объект. Следует заметить, что если ранее подобная проблематика (активная роль наблюдателя и т.д.) обсуждалась преимущественно в связи с теорией квантовой механики, то теперь перед философами, занимающимися этой темой, открывается новое проблемное поле, и если им удастся «сработать на опережение», то они, возможно, получат новый ключ к квантовым интерпретациям, а кроме того, подобное философское осмысление сможет (и должно) послужить методологией дальнейших нанотехнологических разработок.

Итак, нанотехнологии позволяют осуществлять манипуляции с отдельными молекулами и атомами, моделировать «изобретения» живой природы; они открывают уникальные перспективы для творчества. Становится ясно, что по своим потенциальным возможностям и следующим из них социокультурным последствиям атомно-молекулярные

технологии превосходят все, что было до сих пор достигнуто человечеством.

Вполне закономерно, что в начале XXI столетия все более значимым становится философская рефлексия социокультурных последствий развития нанотехнологии, что предполагает выяснение особенностей нанотехнологии, анализ влияния этой новой области деятельности на проектирование социальной реальности, рассмотрение новых культурных стереотипов, поиск нового подхода к традиционно понимаемому гуманизму, прогнозирование возможных социокультурных последствий развития нанотехнологии, выявление изменения социальных ценностей и смысла человеческой жизни под воздействием перспектив развития нанотехнологии. Поэтому важен социально-философский анализ социокультурных последствий развития нанотехнологии⁷, чья познавательная мощь не только обладает положительным потенциалом, но и угрожает существованию человечества в рамках техногенной цивилизации. Сейчас в связи с развитием нанотехнологии и формированием новой цивилизации традиционные представления о социальном и природном мире уже не вполне адекватны действительности. Именно поэтому социокультурные последствия развития нанотехнологии, когда происходит смена парадигм научного познания и стремительное совершенствование новых высоких технологий, важны для дальнейших исследований. Поэтому здесь оказываются релевантны теория социального конструирования реальности, теории информационного общества, цивилизационный подход, структурная модель культуры и другие концепции и принципы социальной философии, связанные с рассмотрением места технологии в социуме. Так, здесь методологически важна концепция информационно-сетевого общества М. Кастельса⁸, в свете которой нанотехнология может быть рассмотрена как высокая технология информационного общества. Согласно М. Кастельсу, имеют место пять основных характеристик парадигмы информационного общества.

— Первая характеристика парадигмы состоит в том, что информация оказывается ее сырьем, и мы имеем дело с технологиями воздействия на информацию.

— Вторая черта — это всеохватность эффектов новых технологий.

— Третья характеристика — сетевая логика любых систем, использующих новые информационные технологии.

— Четвертая особенность состоит в том, что эта парадигма основана на гибкости.

— Пятая характеристика — это растущая конвергенция конкретных технологий в высокоинтегрированной системе.

Как представляется, нанотехнологии отражают все эти характеристики, поскольку их суть — в появлении молекулярных машин, которые на неорганической основе производят переворот в способе производства материальных благ ранее невиданных и исторически беспрецедентных масштабов. Прогресс в области медицины, молекулярной биологии, генетики и протеомики в сочетании с новейшими достижениями электроники, робототехники и программного обеспечения должен привести к возможности биохимических манипуляций с клетками и генами, к созданию имплантируемых в мозг интерфейсов, сверхминиатюрных мощных компьютеров и даже искусственного интеллекта, превосходящего человеческий по уровню развития. Все перечисленные направления научно-технического прогресса отличаются взаимосвязью и способностью к синергизму, что с особенной силой проявляется в процессе происходящего именно сейчас на уровне НТ-процесса конвергенции различных научных дисциплин в единое целое. В число этих наук входят прежде всего нанотехнологии, биотехнологии, информационные технологии и когнитивные науки. Здесь нанотехнология выступает в тройном аспекте:

— как *технология практической деятельности* (создание сверхминиатюрных мощных компьютеров и т.д.),

— как *психотехнология* (создание имплантируемых в мозг интерфейсов, или нейрочипов, которые могут быть запрограммированы на создание непосредственно в сознании человека той или иной виртуальной картины мира, модифицируя его чувственное восприятие), и

— как *социальная технология* в силу того, что созданная в мозгу человека виртуальная картина мира определяет его социальное поведение.

Возможность применения цивилизационного подхода связана с тем, что проектируемый спектр возможностей применения нанотехнологии охватывает практически все сферы человеческой жизнедеятельности и призван изменить технологические парадигмы. Уже сегодня в научных исследованиях делается вывод о фактически наличной смене технологических парадигм от микро- к нано. Такого рода смена характеризует начало изменений, ведущих к глобальным последствиям уже цивилизационного масштаба. Спектр возможных применений нанотехнологии показывает диапазон ее широкого проникновения во все области промышленного производства, что создает новые вызовы для развития цивилизаций. Эта широта диапазона имеет специфические побочные эффекты: нанотехнология вызывает особый интерес благодаря неоднозначности и непредсказуемости ее социальных последствий. Поэтому возникает целый ряд вопросов:

Какое место занимает нанотехнология среди других технологий?

Случайно ли для общества ее появление или это глубоко закономерная составляющая его изменения?

Какое значение для общества может иметь нанотехнология?

В чем состоит ее необходимость для общества?

Как она влияет на изменение человека и общества в целом?

Как нанотехнологии проявляются в реальности?

Каковы аспекты проявления нанотехнологии, которые наиболее полно высвечивают ее негативный и позитивный смысл?

Можно ли использовать потенциал нанотехнологии для решения сугубо социальных проблем?

Какие угрозы она таит в своем развитии?

Подобно любой технологии, нанотехнология при ее внедрении влечет за собой конструктивные и деструктивные социальные (и культурные) последствия, специфика которых связана с возможностью нанотехнологии преобразовывать физический мир на атомно-молекулярном уровне. В отношении нанотехнологии последнее положение сей-

час является особенно важным, поскольку она выступает в роли очередной *промышленной революции*.

В первую очередь, социальные последствия внедрения нанотехнологии состоят в изменении форм коммуникации и возникновении новых социальных форм, построенных на новых возможностях нейроинтерфейсов и виртуальной реальности. В сфере коммуникации сращивание человека с машиной предполагает новые социальные формы с участием мощного искусственного интеллекта. Новый способ технологического производства снизу вверх исключает физический труд человека и целые технологические цепочки. Суть нанотехнологии — в появлении молекулярных машин на неорганической основе, которое произведет переворот в способе производства материальных благ ранее невиданных и исторически беспрецедентных масштабов. Анализ социальных последствий развития нанотехнологии показывает изменения в социально значимых сферах, что позволяет выявить контуры будущего общества и отношение к проблемам человеческого существования в условиях постиндустриального социума.

Среди социально значимых сфер, в которых четко проявляются социальные последствия внедрения нанотехнологии, выделяются военная сфера, медицина, сфера информационных коммуникаций, экология, энергетика, сфера повседневной жизни. В целом нанотехнология дает возможность смены технологических парадигм индустриальной эпохи и общей виртуализации социума, выражающейся в изменении ценностных приоритетов, компьютеризации всех сфер общества, вплоть до создания суперинтеллекта. Нейросистемы на основе нанотехнологии открывают возможности соединения мозга с компьютером, создания новых форм виртуальной реальности и искусственного интеллекта нового поколения. Глобальная виртуализация физической и социальной реальности — главное социальное последствие в развитии нанотехнологии для данной области.

Квантовые компьютеры с нейроинтерфейсами обеспечивают функционирование квантового Интернета, обмен информацией с которым будет возможен через мозг. А это открывает возможность нового понимания информации как

всеобщего эквивалента коммуникации. Любая система коммуникации в настоящее время носит локальный характер, но объединение машин и человеческого мозга даст перспективу нового уровня коммуникации, где информация сможет циркулировать в цепи человек — машина — вещество, поскольку уже разрабатывается теория информационно изменяемых свойств материалов.

Культурные эффекты внедрения нанотехнологии проявляются в модификации чувственности человека, в формировании культуры впечатлений, способствующей творческой деятельности индивида, в изменении значимости религии в жизни человека, в потребности новых этических ценностей, в культурной идентификации человека с гибридным интеллектом. Таким образом, эти эффекты связаны с новыми этическими вопросами, а также с возможными последствиями в изменении образа жизни людей и их культурных представлений. Технологии влияют на мировосприятие современного человека, поскольку благодаря им пополняются наши практические представления о веществе, энергии и формах существования материи. Наша эпоха характеризуется тем, что бытие теперь истолковывается иначе, а виртуальная реальность рассматривается как его ипостась. Это эпоха господства высоких информационных технологий, которые все более становятся связанными с нанотехнологиями, и их проникновения в жизнь человечества. По-новому пытаются понимать и саму социокультурную среду — она стала технизированной постольку, поскольку техническое объективно «выросло» на физическом мертвом и органическом живом, как когда-то биологическое «произросло» из физико-химического.

Возникают новые информационные концепции мироздания, согласно которым законы физики рассматриваются как компьютерные программы, а Вселенная — как суперкомпьютер. С этими информационными концепциями мироздания сопряжены идеи нанотехнологии. Проникновение описывающих поведение атомов и молекул законов квантовой механики в мир, соразмерный бытию человеческого сознания, т.е. в макромир, становится важным технологическим достижением. Появление нанотехнологии характе-

ризуется ее способностью проникать во все сферы человеческой деятельности и социокультурной реальности. Нанотехнология находится у самой границы живого и неживого, что определяет новое отношение к конечному способу человеческого существования — смертности как фундаментального основания всех⁹ социокультурных систем. Возможность создания наносуперкомпьютеров и переделка природной составляющей воспринимаемой реальности выстраивают новое отношение человеческого сознания и технологически конструируемого чувственного бытия.

Весьма перспективными выглядят работы, в которых нанороботы вводятся в нейроны, причем не только в целые клетки, но и в отдельные синапсы. Благодаря этому, согласно мнению некоторых исследователей, можно будет понять, каким образом в человеческом мозгу формируются образы и понятия. Таким образом, полученную и записанную достаточно полную информацию можно будет затем загрузить в компьютер и использовать, чтобы не только моделировать, но и непосредственно продолжить мыслительный процесс данной «личности». По сути, ничто не мешает нанороботам вместе с тем контролировать работу и деятельность нейронов, программируя в них заранее заданные чувственные образы и мыслительные процессы. Нанороботы способны также осуществлять связь нейронов с внешним вычислительным устройством, в качестве которого может выступать даже мозг другого человека. Необходимо иметь в виду способность нанороботов оказывать немалое воздействие непосредственно на мозг человека, что может иметь значительный культурный эффект. Принципиально существенным является возможность введения в человеческий мозг нанороботов, способных сформировать «искусственное» зрение. Последнее имеет более широкий спектр восприятия, чем обычное, биологическое зрение человека, причем нанороботы способны формировать виртуальные образы, которые заменяют образы реального мира. Таким образом, может осуществляться модификация и коррекция чувственных впечатлений человека, значительным эффектом чего будет формирование новой культуры впечатлений, носящей преимущественно виртуальный характер.

Развитие и внедрение нанотехнологии приводят к возникновению новых реалий социокультурной реальности, что с необходимостью ставит новые этические вопросы, которые органически связаны с осуществлением возможных проектов. К последним относится, например, полное описание процессов мышления и осознания действительности мозгом человека; замедление процессов старения или возможность омоложения человеческого организма; разработка интерфейсов типа мозг/мозг или мозг/ЭВМ; создание роботов и других устройств, которые обладают хотя бы частичной индивидуальностью, и т.д. Наряду с появлением этических проблем, порожденных данными проектами, произойдет трансформация тех этических ценностей, которых многие люди придерживаются теперь. Развитие и внедрение нанотехнологии приведут к культурному эффекту, состоящему в усилении позиций одних этических ценностей и девальвации других.

Не менее существенной является проблема техногенной цивилизации, связанная с развитием нанотехнологии, которая заключается в культурной идентификации человека при открывающейся перспективе слияния с машиной. Это — проблема определения технологических границ, за которыми исчезает человеческий способ существования и сама человечность как культурная ценность. Социокультурные перспективы развития нанотехнологии просматриваются в формировании нового образа жизни, феномене «практического бессмертия» и кардинальном изменении смысла человеческой жизни. Данные перспективы, обусловленные развитием нанотехнологии, выявляются на основе теории информационного общества и ментального кластера нанотехнологии. Эти концептуально-методологические основы позволяют спрогнозировать некоторые возможные изменения в образе жизни человека, вызванные дальнейшим развитием нанотехнологии.

Доступность нейроинтерфейсов на базе нанотехнологий приведет к объединению человека и машин на качественно новом уровне. Изменится степень виртуализации сознания людей и социальных отношений, проникновение виртуальных технологий в чувственность человека создаст

ситуацию гибридной реальности, когда коммуникация приводит к стиранию грани между виртуальной личностью человека и ее физической локализованностью в теле. Однако виртуальный мир социальных сетей ведет к эгоцентризму и поглощенности самим собой, своими мыслями, и это влечет за собой утрату связи индивида с реальным миром. Поэтому можно говорить о смене пространственных представлений о физических границах общения и идентификации. Данное изменение коснется статуса присутствия человека в среде коммуникации, когда присутствие станет осознаваться одновременно как реальное и виртуальное, что представляет собою совершенно новый феномен человеческого существования (пока эта граница существует весьма четко).

Возможность создания искусственного тела при помощи нанотехнологии делает актуальной проблему практического бессмертия и восстановления идеи невозможности встречи со смертью: человек будет использовать нанороботов в своем теле, чтобы не иметь болезней и оставаться здоровым бесконечно долго. Это будет означать обретение практического индивидуального бессмертия, что означает осознание ошибочности некоторых природных процессов и их нежелательности для человека. Сама смерть начинает пониматься как обратимый процесс клеточного повреждения, которое может быть устранено с помощью молекулярного ремонта, осуществляемого нанороботами, причем примером служат существующие в природе ремонтные системы ДНК.

Здесь возникает дискуссионная проблема о кардинальном изменении смысла человеческой жизни под воздействием нанотехнологии, так как существует традиционная, телеологическая точка зрения, что эти изменения не могут зависеть от технологии вообще, причем смысл жизни носит сакральный характер. В отличие от такого подхода можно предположить, что смысл человеческой жизни — это представление о том, для чего человек существует. В таком случае это представление культурно обусловлено, причем у индивида имеется выбор из ряда сценариев смысла жизни в условиях современного общества. Развитие нанотехнологии (и технологии вообще) оказывает влияние на мировоззре-

ние, а через него и на сам смысл человеческой жизни как «вечную» мировоззренческую проблему. Нанотехнология предлагает человеку практическое бессмертие, что в немалой степени изменяет смысл человеческой жизни.

Феномен практического бессмертия обусловлен тем, что информационные технологии и нанотехнологии меняют также представления о времени и пространстве на уровне самосознания культуры. Практическое бессмертие есть разрыв биологического времени, уход от цикличности и отказ от смерти. Нанороботы, ремонтирующие ДНК, останавливают биологическое время в текущем физическом. Поэтому человек оказывается уже не виртуально, а реально присутствующим в этом разрыве между остановленным биологическим и текущим физическим временем. Это изменит образ жизни человека, поставив его в зависимость от технологических процедур ремонта и восстановления тела. Но такое бессмертие может быть использовано как инструмент власти. Отлучение от бессмертия и отказ в доступе к бессмертию станут новым инструментом манипулирования человеком. Страх потери бессмертия или отказа доступа к нему прочно укоренится в новой культуре, заменив собой страх смерти. Общим культурным последствием наномедицины станет «секуляризация вечности» в общественном сознании, связанная с радикальным увеличением продолжительности жизни и отделением биологического старения от социальной смерти.

Ценностный пласт мировоззрения предполагает потребности человека в информационном обществе. Комфорт и мобильность, являясь ценностями мультимедийной (виртуальной) культуры, предполагают увеличение эффективности и качества жизни. Эти ценности также предполагают индивидуализм и идею личности, связанную с практическим отношением к длительности жизни, ее качеству, отношением к смерти как чему-то противоположному сущности человека. Мобильность и эффективность предполагают понимание человека как деятельного и творящего существа. Потребность в эффективности и мобильности влечет за собой фундаментальную потребность информационного общества — минимизацию. Именно эта потребность явилась доминирующей

для возникновения нанотехнологии. Одной из причин необходимости смены технологической парадигмы микротехнологии является сильное усложнение технологического процесса, что очень напоминает сильное усложнение теории в науке при столкновении ее с многочисленными фактами, не поддающимися описанию этой теории.

Итак, проблема дальнейшего развития нанотехнологий в значительной степени является *мировоззренческой* проблемой: возможно, что мы стоим на пороге новой цивилизации. В соответствии с рассмотренными нами онтологическими, теоретико-познавательными и социально-философскими аспектами мы можем заключить, что культурные установки этой цивилизации должны отличаться беспрецедентной конструктивностью (ориентацией на конструктивность и ответственностью за нее), антропностью (тенденция, когда человек сам становится предметом производства, продолжится), релятивностью и мировоззренческим горизонтом. Подчеркнем еще раз, что, на наш взгляд, нанотехнологии — это путь к созданию новой цивилизации с присущими ей новым набором ценностей и идеалов. Важно иметь в виду, что нанотехнологии должны рассматриваться не только (и не столько) в качестве еще одной из высоких технологий, но как качественно новая трансдисциплинарная и транстехнологическая сфера креативно-конструктивной человеческой деятельности. В эпоху нанотехнологий человек вступает в синергетическую коэволюцию с самим собой. В историко-философском плане можно сказать, что в этой коэволюции заново открываются и сопрягаются две великие системы мироздания: пифагореизм и атомизм Демокрита («Числа управляют атомами»).

Развитие нанотехнологий сущностным образом затрагивает ряд фундаментальных этических, социальных и культурно значимых проблем философской антропологии, связанных с возможностью создания самовоспроизводящегося искусственного интеллекта, построенного на основе нановычислений (квантовые компьютеры, ДНК-компьютеры, нанoeлектронные компьютеры), а также с невозможностью однозначного различения между естественным и искусственным в человеке и окружающей его интеллектуализиро-

ванной и «очувствленной» средой. Все эти проблемы имеют непосредственное отношение прогнозирования будущего человеческой цивилизации, находящейся в настоящее время в кризисном состоянии «макросдвига». Проблематика, связанная с философским осмыслением социокультурных последствий развития нанотехнологий, по самой своей сути является трансдисциплинарной. Дальнейшие исследования в этом направлении должны рассмотреть такие ключевые темы, как трансформация информационного общества в общество знаний и нанотехнологий; общество нанотехнологий в контексте сетевой парадигмы; новая социология и экономика общества знаний, основанного на сетевых коммуникативных нанотехнологиях; становление нового «постчеловеческого» мира эпохи бифуркаций и нанотехнологий; проблема ценностей мира эпохи нанотехнологий как проблема трансгуманизма; интеграция знаний и технологий в контексте нанонауки; проблемы формирования рынка нанотехнологий как процесса совместного создания потребителем и производителем новых уникальных ценностей, и т.д.

В заключение будет уместным замечание о синергии взаимодействия между государством и корпорациями во внедрении нанотехнологий. Государство, безусловно, должно формировать заказ на развитие страны, однако специфика данной конкретной области может подразумевать сетевые структуры управления, где достаточная сформированность субъектов может быть связана со следующим обстоятельством. Государство, государственные научно-производственные и образовательные структуры, выступая в качестве субъектов управления развитием и внедрением нанотехнологий, могут быть дополнены не только корпоративными контрагентами, как это имеет место в уже достаточно известных и хорошо зарекомендовавших себя схемах государственно-частного партнерства. (Даже при том, что в нашей стране они еще недостаточно отработаны, существующие тенденции позволяют предположить для них благоприятную перспективу.) Можно допустить, что здесь особую субъектную роль будут играть профессиональные сообщества, причем не в традиционном понимании, а в соответ-

ствии с представлениями постнеклассической науки, т.е. междисциплинарные профессиональные сообщества, объединяемые не узкой общностью квалификационных направлений, но единством исследовательских и конструкторских интересов. С такой точки зрения, в подобных сообществах будет иметь место отход от традиционно понимаемого принципа разделения труда в пользу новых норм и принципов научно-творческой коммуникации. Возможно, такие принципы и формируются сегодня в достаточно гетерогенных и трансдисциплинарных сообществах специалистов, работающих над нанотехнологиями — прообразах профессиональных сообществ будущего. Ведь сейчас исследователи констатируют, что «в настоящее время нанотехнология уже является междисциплинарной наукой. Возможно, объединения ученых и инженеров недостаточно, к ним придется присоединить философов, юристов, теологов и политиков»⁹.

Примечания

¹ Авторы признательны за материалы и обсуждение А.А. Абрамяну и Д.И. Дубровскому.

² См. сайт Калтеха : <http://www.its.caltech.edu/rfeynman/plenty.html>

³ Алферов Ж.И., Копьев П.С., Сурис Р.А., Асеев А.Л., Гапонов С.В. Панов В.И., Полторацкий Э.А., Сибельдин Н.Н. Наноматериалы и нанотехнологии // Нано- и микросистемная техника: от исследований к разработке. Сб. статей под ред. д.т.н., проф. П.П. Мальцева. М., 2005. С. 19.

⁴ См.: Рассел Б. Исследование значения и истины. М., 1999.

⁵ См.: Лакатос И. Фальсификация и методология научно-исследовательских программ. М., 1995. С. 30 — 31.

⁶ См.: Абрамян А.А. и др. Основы прикладной нанотехнологии / под ред. проф. В.И. Балабанова. М., 2007. Гл.5.

⁷ Отрадно отметить, что такая работа в нашей стране уже началась: так, в июле 2007 г. в Южном федеральном университете защищена первая диссертация на соискание ученой степени кандидата философских наук по этой тематике (см.: Кулькова Е.П. Социокультурные последствия развития нанотехнологии).

⁸ См.: Кастельс М. Информационная эпоха: экономика, общество, культура. М., 2000.

⁹ Ратнер М., Ратнер Д. Нанотехнология: простое объяснение очередной гениальной идеи. М. — СПб., 2007. С. 212.