



**СОЦИАЛЬНО-ФИЛОСОФСКИЕ АСПЕКТЫ  
НАНОМЕДИЦИНЫ:  
ПЕРСПЕКТИВЫ, ПРОБЛЕМЫ, РИСКИ\***

*Продолжаем публикацию материалов Круглого стола «Социально-философские аспекты наномедицины: перспективы, проблемы, риски», организованного журналом «Философские науки» при участии ученых, представляющих как естественнонаучные, так и социогуманитарные области знания.*

**И.В. АРТЮХОВ**

Здесь было поднято сразу несколько разных тем. Одна из них, может быть, в несколько иной формулировке – это вопрос о границах наномедицины. Я хотел бы сказать о них несколько слов. Во-первых, вопрос о границах – это вопрос о том, какое место наномедицина занимает относительно других, более привычных областей знания и человеческой деятельности. И, во-вторых – это вопрос о границах ее возможностей, о том, что она может делать сейчас и что может (или предположительно сможет) сделать в будущем.

Чтобы понять положение наномедицины среди других областей знания, надо обсудить этот вопрос для нанотехнологий в целом, поскольку наномедицина по своей сути – это и есть применение нанотехнологий в медицине.

Современные нанотехнологии, с одной стороны, плавно переходят в микротехнологии. Например, детали современного микроэлектронного устройства имеют размеры в десятки нанометров. Еще недавно о таких размерах говорили как о нанотехнологических. Когда еще в 70-е годы прошлого века японский физик Норио Танигучи впервые предложил термин «на-

---

\* Начало см. № 11 – 2009.

Круглый стол проведен при поддержке гранта РГНФ «Социально-философские аспекты наномедицины: перспективы, проблемы, риски», проект № 09-03-14059 г.

Тексты выступлений В.Е. Лепского и С.Н. Коняева подготовлены в рамках выполнения исследовательского проекта РГНФ «Философские проблемы наноауки: синергичная конвергенция информатики и нанотехнологий», грант № 08-03-0241а.

нотехнологии», он подразумевал под ним любые технологии, имеющие дело с размерами менее микрона. Таким образом, современные микротехнологии, «по Танигучи», являются уже глубокими нанотехнологиями.

Согласно американскому физику Эрику Дрекслеру, который сделал этот термин популярным, нанотехнологии – это такие технологии, которые имеют дело с размерами, измеряющимися в нанометрах – тысячных долях микрона. Это типичный размер некрупной молекулы (позднее, чтобы избежать путаницы с «нанотехнологиями по Танигучи», Дрекслер стал применять термин «молекулярные нанотехнологии»).

Чтобы почувствовать масштаб, можно сказать, что размер деталей в современной микроэлектронике, десятки нанометров – это, примерно, сотня типичных атомов или несколько десятков таких молекул, как, например, молекула сахара. До «нанотехнологии по Дрекслеру» остался всего один порядок величины. Если учесть, насколько быстро сейчас снижаются размеры деталей, с которыми работает микротехнология, уже и до атомного размера осталось совсем немного.

С другой стороны, нанотехнология плавно переходит в химию, т.е. в науку, которая занимается молекулами. Собственно большинство молекул, кроме самых простых, имеют уже размеры нанометр и выше. И границы между наночастицами и молекулами просто нет. О многих объектах – фуллеренах, нанотрубках, нанокластерах золота – можно говорить и как о молекулах, и как о наночастицах.

Микротехнологии и химия – две достаточно традиционные области, между которыми остался небольшой промежуток, который пока слабо заполнен. В принципе, мы уже сейчас можем оперировать отдельными атомами, например, с помощью сканирующих зондовых микроскопов. Но это – штучная работа. Микросхемы делают сотнями миллионов, химические молекулы синтезируют тоннами, а этот промежуток пока нельзя считать заполненным, но он быстро заполняется с обеих сторон. Об уменьшении размеров деталей в микротехнологии я уже говорил. А со стороны химии мы синтезируем все более сложные молекулы с заданными свойствами, например, уже сейчас мы умеем синтезировать молекулы белка, который выполняет те или иные заданные функции. Это могут быть функции, которые в природе уже были, например, перенос кислорода гемоглобином – сейчас синтезирован белок, который устроен

совершенно по-другому и который может выполнять эту же функцию, но лучше гемоглобина.

Это могут быть и такие функции, которым не было аналогов в природе, например, расщепление веществ, в живой природе не встречающихся, а, соответственно, нет и механизмов их расщепления, но такие молекулы белка, которые могут их расщеплять, синтезированы. Фактически это уже маленький наноробот.

Третье направление, с которого этот же промежуток закрывается — это биотехнологии, поскольку в биологии все субклеточные объекты имеют наноразмеры, и любые манипуляции с субклеточными объектами, такими, как клеточные мембраны, отдельные макромолекулы — это по сути манипуляции с наночастицами.

Таким образом, нет никаких оснований сомневаться, что эта зона будет заполнена. Конвергентное движение с нескольких сторон навстречу друг другу приведет к тому, что это произойдет более или менее неизбежно. Если даже по одному из направлений движение застынет, то по двум другим оно все равно будет продолжаться, если только не будет какой-нибудь мировой катастрофы.

Что же дают нанотехнологии применительно к медицине? Пока, в общем-то, не очень много. Сейчас существует целый ряд различных наносистем, в основном это система целевой доставки тех или иных веществ или целевого воздействия на те или иные клетки, главным образом — доставка лекарств к раковым клеткам. Результаты здесь очень хорошие.

Люди со стороны иногда говорят: «Обещают-обещают, а в аптеках пока ничего нет». Надо понимать, что существует большой временной разрыв между изобретением и его клиническим применением. В США, например, разрыв между получением лекарства в лаборатории (не началом его разработки, а концом, результатом) и началом его применения в клинике, составляет порядка 10 лет и стоит это порядка миллиарда долларов. У нас цикл короче, но тоже продолжается достаточно долго. И нанотехнологические системы, такие, как упомянутые онкологические системы доставки, уже есть, и они или другие похожие системы более или менее неизбежно уже скоро выйдут в широкую практику.

Однако перспективы применения нанотехнологических систем в медицине идут гораздо дальше. В принципе, те же

наночастицы можно использовать (и сейчас идут исследовательские работы в этом направлении) для целенаправленного воздействия на наследственный аппарат. Это может быть как воздействие на собственный геном клетки, например, с целью исправления врожденных генетических дефектов, так и внесение в нее дополнительного генетического материала, например, РНК, по которому синтезируются белки, отсутствующие в исходном геноме человека. Это могут быть, например, белки, перепрограммирующие эту клетку — скажем, из раковой или предраковой в нормальную.

В последнее время мы видим взрывообразное развитие работ по так называемым индуцированным плюрипотентным клеткам — способ получения стволовых клеток из взрослых клеток человека. Уже показано, что такими клетками можно, например, восстанавливать сердце после инфаркта. Опуская детали можно тем не менее утверждать, что за этим — огромные перспективы и, в частности, ряд работ, предпринятых в этом направлении, связаны именно с нанотехнологическими методами доставки генетического материала.

В более отдаленной перспективе возможны еще более фантастические, как кажется сегодня, вещи, такие, как клеточная хирургия. Собственно, клеточная хирургия есть и сейчас. Вы знаете, например, что при клонировании происходит перенос ядра одной клетки в другую. Это и есть клеточная хирургия. Другое дело, что по уровню это можно сравнить, наверное, с пересадкой сердца с помощью топора. Ну, а поскольку нанотехнологический инструментарий достаточно быстро развивается, то, вероятно, в ближайшем будущем, эту операцию можно будет делать с гораздо более высоким выходом успешных результатов.

А отдаленные перспективы наномедицины вообще теряются где-то за горизонтом. Сейчас трудно даже сказать, чего нанотехнология будущего не могла бы сделать с человеком, вплоть до того, чтобы перестроить его организм заново, или даже изготовить новый организм, или изменить его таким образом, чтобы у него появились какие-то дополнительные возможности.

И, в принципе, именно здесь как раз и появляется место для философии. Философия приобретает значение прикладной науки, потому что уже философия должна определять, что мы хотим с этим делать. В принципе наука и техника — это вещи инструментальные. Они позволяют сделать то, что скажете. Но

сами сказать нам, что мы хотим сделать, они не могут. Поэтому здесь как раз очень остро встает потребность в философском подходе к этой теме и, к сожалению, у меня такое ощущение, что осознания этой потребности ни в философском сообществе, ни в обществе в целом пока нет. И наше собрание здесь может стать одним из начальных шагов в этом направлении.

Я хотел бы сделать еще пару ремарок. Здесь упомянуто было такое слово: «редукционизм». Я понимаю этот термин немножко иначе. Я понимаю редукционизм как объявление тождества между зданием какого-то дворца или храма и кучей кирпичей, такого же количества, как в этом храме. Понятно, что, хотя материально это те же кирпичи, из которых здание храма состоит, куча кирпичей ему не тождественна, она отличается от храма организацией, которой не хватает этой куче. Но это не значит, что из этих кирпичей, внося в нее организацию, нельзя построить храм. И в этом смысле мы не знаем никаких принципиальных запретов — ни физических, ни биологических — никаких, которые бы не позволили собрать клетку или человеческое тело из отдельных молекул. Ну, до человеческого тела дело дойдет еще не очень скоро, а вот клетки, вероятно, будут созданы уже в ближайшее время, поскольку на этом направлении уже работают и уже достигнуты достаточно интересные результаты. Вполне возможно, что в ближайшие несколько лет будет создана копия простейшей бактериальной клетки, у которой всего 343, по-моему, гена: это очень простой организм. И сейчас достаточно успешно продвигается работа к тому, чтобы ее изготовить чисто химическим методом, и ряд важных этапов на этом направлении уже пройден.

*В.М. РОЗИН*

Чтобы было понятно, я именно это и утверждаю: из кирпичей здание сложить нельзя. Нельзя! Это Ваша иллюзия, как человека, который мыслит в плоскости одной онтологии.

*И.В. АРТЮХОВ*

А откуда здания берутся?

*В.М. РОЗИН*

Откуда берутся? Делается проект, ведется исследование, создаются специальные практики, в которые вовлекаются совершенно разные единицы и реальности, и так далее.

**В.Е. ЛЕПСКИЙ**

Я хотел бы присоединиться к коллегам, утверждающим, что из кирпичиков строить здание сегодня не очень безопасно, не имея целостных проектов будущего и не строя будущее одновременно в более широком контексте всей планеты. Сегодня, я считаю, человечество не готово к разработке нанотехнологий и их широкому использованию, в частности, в медицине.

Проведу аналогию с разработкой технологий ядерного оружия. К ядерному оружию человечество тоже было не готово. Об этом свидетельствует варварская бомбардировка японских городов, а также неоднократное балансирование на грани ядерной войны. Человечеству повезло: наши ученые Моисеев и Александров вовремя разработали модель ядерной зимы, чем фактически стимулировали рефлексию человечества по поводу того, что ядерная война безнадежна вообще, для всех. Это был мощный вклад отечественной науки в социогуманитарное обеспечение инновационного развития в сфере ядерного оружия. Сегодня, к сожалению, человечество вышло на новый виток неконтролируемого распространения ядерного оружия.

Что мы имеем с нано-биомедицинскими технологиями? Дело в том, что последствия применения таких технологий могут быть настолько серьезными, что, если мы сейчас не займемся подготовкой человечества к использованию этих технологий, не введем какие-то процессы гармонизации человечества, то это будет очень опасно. А процесс идет именно так, и это худшие стереотипы так называемого научно-технического прогресса, когда все, что ни придумается — все без какого-либо контроля идет на конвейер общества потребления. При таком подходе заказчиками и потребителями нано-биомедицинских технологий могут стать различного рода экстремисты, способные инициировать необратимые негативные для человечества процессы.

Потенциальные возможности этих технологий для продления жизни человека и развития его способностей создают предпосылки для резкого возрастания процессов расслоения человечества с учетом финансовых возможностей отдельных лиц воспользоваться результатами новых разработок. При современном состоянии общества это неминуемо приведет к новым формам колониализма, к изощренным формам порабощения узкой группой лиц большинства населения планеты, к созданию правящей группы сверхчеловеков. Например, этой группой сверхчеловеков мирового порабощения могут стать те, кто

быстрее других сможет воспользоваться сетевыми технологиями организации специалистов в сфере нано-биомедицины и использовать их в своих узко корпоративных целях.

Готово ли сегодня человечество контролировать и регулировать такого рода процессы? Явно не готово, поскольку человечество не обладает субъектностью своего развития. Если дальнейшее развитие нано-биомедицинских технологий будет осуществляться в условиях доминирования культуры общества потребления, то человечество ожидают угрозы пострашнее ядерных.

На мой взгляд, самая важная проблема, стоящая перед философами и шире – перед специалистами социогуманитарного обеспечения инновационного развития в рассматриваемой сфере – пробудить рефлексию человечества для осознания суперглобальных потенциальных негативных последствий неконтролируемой разработки и внедрения нано-биомедицинских технологий. Затем возникнет необходимость методологически и методически обеспечить решение сложнейшей проблемы становления субъектности человечества, способности контролировать и корректировать процессы развития и прежде всего в сфере высоких технологий. Есть основания полагать, что российские ученые имеют шанс стать лидерами в постановке и решении обозначенных проблем человечества. В меру своих возможностей мы пытаемся продвигаться по пути понимания данной проблематики и в разработке методологического задела, который, мы надеемся, когда-нибудь окажется востребованным.

Второе, более узкое, направление, которое меня интересует в связи с развитием нано-биомедицинских технологий, связано с моделированием систем искусственных активных нано-биоэлементов, с процессами их самоорганизации и развития, их взаимодействия с системами естественного интеллекта. Встают проблемы контроля и корректировки (мягких форм управления) функционирования искусственных и гибридных систем. В центре решения этих проблем оказываются фрактальные отношения человека со Вселенной и с микромиром. В настоящее время мы разрабатываем модели рефлексивно-активных сред, которые, возможно, окажутся полезными и в области нано-биомедицинских разработок. Эти разработки имеют ярко выраженный междисциплинарный характер, в котором ведущая роль отводится философии и в первую очередь субъектно-ориентированному подходу, а также интегративным

направлениям современной науки: кибернетики второго порядка, синергетике, социологии и др.

Третье направление, представляющее для нас интерес — отношения человека, пациента, врача и общества в целом. Эти отношения в связи с использованием нано-биомедицинских технологий должны претерпевать принципиальные изменения. Если раньше врач и пациент были в онтологической схеме конструирования, когда врач фактически конструировал человека, давая ему лекарства, совершая операции и так далее. Сегодня это одна из онтологических схем. Нами предлагается система из пяти связанных между собой онтологических схем, которые обеспечивают гармонизацию индивидуального, корпоративного (медицинского) и социального широкого опыта. Ведущей онтологией становится поддержка пациента. Таким образом, врач уже не столько конструктор, сколько человек, поддерживающий пациента, который строит свою жизнь, гармонизирует ее в соответствии с возможностями новых медицинских технологий.

### *И.И. АШМАРИН*

Я обозначаю два аспекта рассмотрения гуманитарных и социальных «нанопроблем». Первый, вроде бы незатейливый, простенький и всем уже знакомый — проблема спекуляции на тему нанотехнологий в смысле утверждения, что все состоит из молекул и атомов. Кирпичик центральной нервной системы нейрон состоит из молекул, его молекулы из атомов, атомы, в конце концов, из кварков. В этом смысле невропатолог в районной поликлинике может себя считать специалистом в области физики элементарных частиц. Да и явления, наблюдаемые в обыденной жизни, подчас описываются теми же законами, что и в нанотехнологических процессах. Например, сборка молекулярных слоев в растровых сканирующих электронных микроскопах с физической точки зрения аналогична образованию слоев инея на окне в морозную ночь при малых температурных градиентах на поверхности окна (при плохой теплоизоляции оконных рам).

Я сейчас не буду развивать эти соображения — они банальны. Но не банальны предстоящие и уже развивающиеся спекуляции на тему последствий внедрения нанотехнологий — и негативных, и позитивных. С одной стороны, «нетрадиционность» квантовых законов, на которых основаны нанотехнологии и воздействие нанопродукции на человека, вызовут сте-

нения по поводу вторжения «в святая святых человеческой жизни», а с другой — шарлатаны будут рекламировать в аптеках зеленку, изготовленную по нанотехнологиям. Весь этот «наносум» будет заглушать любые рассуждения о реальной практической пользе нанотехнологий и о реальных факторах риска их практических внедрений. В связи с этим, на мой взгляд, необходима научно-популяризаторская деятельность в этой области со стороны академической и вузовской науки, со стороны серьезных фирм, исследователей и разработчиков с тем, чтобы эта шумовая конкуренция не мешала работать разработчикам и не дурила потребителей продукции нанотехнологий.

### *В. ПРАЙД*

Что же, на Ваш взгляд, следует популяризировать?

### *И.И. АШМАРИН*

Научные принципы, на которых основаны нанотехнологии. Широкие слои населения должны понимать, что такое в действительности нанотехнологии. Понятно, дело же не просто в размерах, в пространственных масштабах, а в структурных свойствах, которые характерны именно для микромира — большое отношение поверхности к объему, структурные соотношения, свойственные только наноразмерам и т.д. Всем, кто интересуется этими проблемами, это понятно. И я разовью то, что уже сказал, когда говорил о своих интересах. Вот это научное популяризаторство, всегда необходимое, — каким оно должно быть? По-видимому это будет очень сложная работа, потому что здесь речь идет о квантово-механических концепциях, которые для широких слоев населения абсолютно непонятны, потому что квантовый мир — это мир вероятностный, если брать, уж по крайней мере, копенгагенскую трактовку квантовой механики. Тут человечество, как сказал Лепский, действительно не готово к этому.

Второй аспект. Я помню вакханалию, которая началась после Чернобыльской аварии. Все понятно, это была страшная катастрофа. Но после нее пошел какой-то пещерный антисциентизм, телевидение чуть ли не предавало анафеме наших крупных советских физиков, физику как таковую. Эти телевизионные передачи было просто страшно смотреть; казалось, еще немного и начнутся призывы к отказу от центрального отопления и метрополитена. Подобная опасность мо-

жет поджидать нас и сейчас, когда рядовой обыватель узнает, что медпрепараты, которые он покупает, физиотерапия, которой он пользуется, созданы на основе каких-то нанотехнологических процедур, основанных на каких-то законах микромира, где все не так, как у него в двухкомнатной квартире, и что всем там управляет волновая функция, а не Президент или Госдума. Я, конечно, утрирую. Но в реальном масштабе событий может возникнуть своего рода социо-гуманитарный резонанс, который просто остановит развитие нанотехнологий и опять, как во времена чернобыльской аварии, бросит тень на фундаментальную науку и на профессию, которая существует уже несколько веков. И вот эта проблема, которая стояла перед философами-просветителями несколько столетий назад, сейчас по спирали опять встает перед ними, перед человечеством в целом.

### *И.В. АРТЮХОВ*

Действительно, существует опасность, что возникнет отторжение нанотехнологий не потому, что они могут принести вред, а просто потому, что все новое кажется опасным, примерно как та охота на ведьм, которая сейчас развернулась вокруг генно-модифицированных организмов. Действительно, конечно, генно-модифицированные организмы могут быть опасны. Но понятно, что нынешняя вакханалия борьбы с ними совершенно несоизмерима с реальностью, и она проводится, в основном, людьми, которые не понимают, о чем идет речь. И можно услышать по телевизору рекламу «наше растительное масло не содержит генетически модифицированных жиров» — полный бред, потому что генетически модифицированных жиров в принципе не существует, но в рекламе эта боязнь уже используется. И такая же антисциентистская шумиха вполне может быть действительно — даже и специально — кем-то раздута вокруг нанотехнологий. Опасность этого реально существует, и надо думать о том, как быть, чтобы такой мутной волны не было поднято и в этом случае. Надо понимать, что эта техника может принести огромный вред — как и любая другая, если она попадет в руки преступников, психически неадекватных людей, безответственных политиков. И надо также понимать, что нельзя с ней бороться запретами, как пытались бороться с клонированием, когда запрет на исследования привел к тому, что они стали проводиться под другими названиями, полуподпольно, переместились в другие страны, в результате чего возможности контроля только снизились.

**Г.Б. СТЕПАНОВА**

Я хотела сказать, что в большинстве аспектов, касающихся здоровья, существуют две позиции. Либо мы боимся всего нового, и новых лекарств, и новых технологий лечения, пытаемся заниматься самолечением уже известными препаратами, либо мы пытаемся применить все новое, рассматривая это новое в качестве некоторой панацеи чуть ли не от всех болезней. И, кстати, здесь важен уровень образования. В исследовании Астина было показано, что люди с плохим здоровьем и высоким уровнем образования пытаются найти какие-то альтернативные формы лечения. Вполне вероятно, что ими станут медицинские нанотехнологии. Здесь может возникнуть ситуация, при которой люди разделятся на некие группы: первые – это те, которые недостаточно осознавая, недостаточно представляя себе достоинства и риски нанотехнологий, будут их отвергать, и те, которые будут пытаться использовать их во всех вариантах – и для лечения, и для самосовершенствования, и для построения каких-то своих качеств, развития новых функций. С моей точки зрения, это тоже несет в себе опасность, потому что недостаточно представляя себе все последствия, но имея желание любыми способами применить эти средства, люди будут ставить на себе эксперименты, которые могут закончиться плачевно как для самого применяющего их человека, для обывателя, так и для формирования адекватных представлений о нанотехнологиях в обществе.

**Ю.В. ХЕН**

У меня короткое замечание, немножко запоздавшее, по поводу того, что нанотехнологии – это только инструмент, позволяющий получить практически любой необходимый исследователю результат, а задача философии – определить цели приложения нанотехнологий и осмыслить пути, которые должны быть проделаны человечеством.

Дело в том, что это очень старая позиция, и она вызвана к жизни тем, что при использовании передовых биомедицинских технологий неизменно возникают проблемы этического плана, в частности, вопрос о границах допустимого вмешательства в «человеческую природу». Такие вопросы обычно весьма неприятны, они тормозят развитие исследований и легко вызывают возмущение широкой общественности. Отсюда извечное стремление ученых провести демаркационную линию между сугубо научными разработками (предполагается, что они этически ней-

тральны, поскольку служат только удовлетворению научного любопытства) и определением цели исследования, его практическим применением. Такую позицию в свое время занимали, например, евгенисты. Н.К. Кольцов, один из основателей русского евгенического движения, писал, что наука может подсказать только пути достижения определенного результата, а какой именно результат нужен — должно определить государство (учитывая время, когда это писалось, очевидно, имелась в виду государственная идеология). И.В. Артюхов предлагает возложить эту обязанность на философию, но такая постановка вопроса означает, что с наступлением эры нанотехнологий для философии ничего нового не произошло, и она остается в рамках тех же дилемм, которыми занималась и сто, и двести лет назад и даже раньше. Об этом же говорил, кстати, Вадим Маркович. Та же самая мечта о бессмертии — все это уже было. И тогда...

*В. ПРАЙД*

Но сейчас она имеет реальные научные обоснования.

*Ю.В. ХЕН*

А Вы знаете, евгенисты утверждали то же самое! Кольцов считал, что вся разница между утопистами прошлого и современными биологами заключается в том, что биолог современный знает, как достичь нужного результата. Но, как показало время, он сильно переоценивал возможности тогдашней науки. Сегодня Вы говорите то же самое! Ну, поживем — увидим.

*В. ПРАЙД*

Ну, это не вопрос: «поживем — увидим», потому что в отношении продления жизни уже есть определенные тенденции и определенные наработки. Мы все живем дольше.

*Ю.В. ХЕН*

И не благодаря нанотехнологиям!

*В.И. МОИСЕЕВ*

Мне бы хотелось сделать несколько замечаний в связи с тем, что прозвучало. Во-первых, я хотел бы напомнить, что в биоэтике всегда идут различные дискуссии и выделяются полярные точки зрения, например, либеральные и консервативные позиции. Нечто подобное мы сейчас наблюдаем и в нашей дискус-

сии. В этом смысле интересно обратиться к опыту биоэтики и посмотреть, как можно организовывать такого рода полярности. Обычно наиболее реалистичные подходы – это попытки поиска компромисса, проведения каких-то линий демаркации, которые очерчивают области релевантности каждой из позиций, где та или иная позиция преобладает, господствует, и между ними устанавливаются текущие границы, которые могут меняться в разных контекстах. Поэтому мне кажется, что все-таки более глубоким является подход, который улавливает положительные стороны и консервативной, и либеральной позиций.

Следующий вопрос: как конкретно можно было бы это делать? Одно дело – провозгласить такую интегративно-конвергирующую методологию, а другое – пытаться ее как можно более конкретно применить. Мне кажется, в решении обсуждаемого нами вопроса развития и рисков нанотехнологий должна быть принята некая формула, что-то вроде «развития без деградации» или «развития без разрушений», некоторая равновесная пропорция, поскольку совсем без развития нельзя, и мы, по сути, находимся в потоке технологического развития. Этот поток не остановить, как хотят консерваторы, и мы уже не выскочим из него. Мы можем в нем только нестись, и остаются лишь вопросы: как в нем нестись и как в нем находиться? Скорее, такая проблема.

Можно было бы сказать, что технологии, которые претендуют на некоторый радикализм и экстремизм, начнут неизбежно вызывать негативную реакцию (вспомним о реакции населения на ГМО, например), будут выявляться их негативные последствия. И чем более они будут радикальны, тем быстрее будет возникать сопротивление, расти количество случаев таких негативных последствий (контрпримеров). Это, по сути, тот же самый гносеологический цикл, та же спираль, которая всегда работала в познании, когда на выдвинутую гипотезу рано или поздно возникают разного рода контрпримеры, которые затем ассимилируются в рамках новой гипотезы. И, может быть, проблема состоит в том, чтобы каким-то образом более мягко социокультурно организовать эту гносеологическую спираль, чтобы нанотехнологии могли обнаруживать свою неполноценность, с точки зрения большей наработки такого рода контрпримеров, в более модельной и не такой массовой социокультурной среде (с чем резонирует, например, разработка проблемы социогуманитарной экспертизы биопроектов). Следует

организовать дело так, чтобы эти контрпримеры не наработывались ценой страдания людей, населения, а были выведены в эту модельную социокультурную область как более безопасную, и эта ниша была бы образована как некая площадка для экспериментирования. Оставшаяся область, область общества, массовых социокультурных процессов стала бы более резистентной по отношению к слишком быстрому и радикальному использованию этих технологий. И тогда такой среде моделирования можно было бы запустить экспериментальный цикл, он быстро наработывал бы разного рода контрпримеры, которые позволяли бы углублять, наращивать многомерность этих технологий, постепенно запуская их в более массовую общественную среду.

Это лишь пример, некоторая идея того, каким образом можно было бы двигаться в направлении поиска компромисса между либералами и консерваторами. С одной стороны, мы не можем остановить эту динамику, остановить научный и технический прогресс (в этом правда либералов), а с другой стороны, его нужно каким-то образом сделать безопасным для тех, кому предназначены его результаты (правда консерваторов). Одна из возможных формул — выделение двух социокультурных пространств, где одно пространство более радикально и более либерально, другое — более консервативно, и возникает вопрос о какой-то коммуникации, каком-то их сосуществовании между собой.

Есть еще один важный аспект, который я хотел бы отметить. Почему возник такой необыкновенный азарт, «наноазарт», я бы сказал. Ну, во-первых, вообще азарт — это свойство новых проектов человечества. Здесь всегда есть увлекающий, не зависящий от нас момент, какой-то господствующий общественный фон, и как бы мы ни бились, все равно здесь существует какая-то большая сила, социокультурная сила, которая действует как ветер, дующий в определенную сторону. Вот это мы и должны учитывать: этот наноазарт в обществе существует, и он сейчас работает как очень мощный «социокультурный ветер», фон. И проблема в том, чтобы понять это явление и действовать в соответствии с этим пониманием.

Я думаю, что одна из составляющих этого наноазарта — это то, что человечество выходит в новое измерение, наноизмерение. И в этом наноизмерении оно впервые обретает новые органы, по-иному раскрывает свою телесность. Если рас-

смагивать обобщенную телесность человека, то мы имеем хорошие макро-органы (естественные органы нашего тела и макро-механизмы), в области макромасштабов мы уже очень развиты. Но мы впервые выходим в слой наномасштабов, и впервые начинаем создавать там технологии. Мы продолжаем туда свою человеческую телесность, и впервые начинаем приобретать там способность некоторого манипулирования, первого объектного манипулирования. И в этом смысле цикл технологий начинает проходиться заново.

По сути мы здесь в сокращенном варианте повторяем ту технологическую эволюцию, которая прошла на макро-уровне или на макро-органах (орудия, машины, полуавтоматы, автоматы, роботы...). Поэтому здесь мы неизбежно проходим первый этап механицизма, механистичности, — той механики, которую осваивал первобытный человек, когда совершал простейшие механические процедуры, объединяя, раскалывая макрообъекты и т.д. Нечто подобное происходит и здесь, ведь мы впервые приобрели наноорганность, и начинаем делать первые манипуляции в этой области (сборка наночастиц, их перенос и т.д.). Отсюда и всплеск механицизма, наномеханицизма в определенной степени. Но, опять-таки, я думаю, что этого не надо пугаться и, может быть, за наномеханицизмом придет наноэнергетизм, какие-нибудь наноинформационные технологии, и, по-видимому, все это будет совершаться уже гораздо быстрее, потому что будет идти в сокращенном виде, и уже идет, поскольку вся цепочка технологий на макро-уровне уже была пройдена.

И по поводу редукционизма и холизма. Мне кажется, что здесь также было бы интересно искать какие-то компромиссные решения. И одно из возможных компромиссных решений состоит в том, что можно использовать идею британского биолога Руперта Шелдрейка — идею «морфогенетического зародыша». По Шелдрейку, морфогенетический зародыш — это некая ранняя структура, которая резонирует с более поздней, финальной структурой, чем определяет свое быстрое развитие в сторону этой финальной структуры, испытывая при своем формировании поддержку с ее стороны. Возможно, наноструктуры могли бы выступать как морфогенетические зародыши гораздо более целостных структур. И в этом случае здесь не было бы такого большого противостояния между редукционистским и холистическим подходами, но тогда это был бы своего рода «символический материализм», когда материальные структуры рас-

считаются в том числе как символы, как знаки, морфогенетические зародыши гораздо более полных структур. Работая с этими материальными носителями, мы, на самом деле, работаем с чем-то гораздо большим. И вот тут, конечно, важно, чтобы редукционисты понимали, что их работа не ограничена только этой наносоставляющей, она может затрагивать какой-то более глобальный комплекс, который здесь присутствует. Интересно, что с этой точки зрения можно было бы выделять два вида наноструктур — одни ограничивались бы только собой (редуктивные наноструктуры), а вторые выступали бы как «морфогенетические зародыши» более целостных структур (холистические наноструктуры). Для различения таких структур можно было бы ввести некоторый нанопараметр, например, условно говоря «наоцвет» (подобно «цветности» кварков в физике элементарных частиц). Допустим, редуктивные наноструктуры обладали бы «красным» наоцветом, а холистические — «зеленым». Приготавливая вне организма «красные» наноструктуры, мы пока можем отождествлять их с «зелеными» наноструктурами, но если такое различие существует, оно рано или поздно выявит себя в разного рода контрпримерах к подобной гипотезе редукционистского отождествления. В то время как в рамках «символического материализма» и более комплексной координации холизма и редукционизма подобное различие могло бы учитываться.

### *В.Е. ЛЕПСКИЙ*

Чтобы ожидания от новых технологий были трезво взвешены и трезво оценены, необходимо понять, что такого рода оценки сегодня крайне дорого обходятся разработчикам (миллионы и миллиарды долларов на оценку отдельного лекарства), а завтра станут практически недоступными. Встает проблема, о которой я уже упоминал, — проблема становления субъектности человечества, способности взять на себя функции обеспечения инновационной безопасности не только нано-био-, но и других проектов. У человечества сегодня единственный вариант решения этой проблемы: взять функцию контроля над последствиями внедрения нано-биомедицинских технологий на себя и создать адекватные организационные формы этого контроля.

### *И.В. АРТЮХОВ*

Обсуждение должно быть широким, но все-таки нельзя ставить на одну доску мнение домохозяйки, которую запугали

сериалами про страшных киборгов, поработивших человечество (зачем?), про злобных мутантов и тому подобное, и мнение специалиста, который понимает, о чем идет речь. Принимать коллективные решения нужно с учетом компетентности участников обсуждения.

### *С.Н. КОНЯЕВ*

Здесь задавали вопрос: когда же появились нанотехнологии? В принципе то, что сейчас относят к нанотехнологиям, раньше называли ультра-мелкодисперсными порошками. Они были в России уже в 60-е годы прошлого века, использовались в качестве красителей. А в 70-е годы, как вы знаете, существование фуллеренов было теоретически предсказано нашими учеными, так что история появления нанотехнологий довольно давняя. С другой стороны, их особая востребованность и связанный с ними пиар-эффект появился совсем недавно.

Далее. Я бы хотел высказаться в защиту редукционизма в науке, потому что фундаментальная наука, прежде всего физика, все-таки строится на основе принципа редукционизма. Что такое редукционизм с моей точки зрения? Это сведение процессов одного уровня к элементам и взаимодействиям элементов более низкого уровня. Скажем, для того, чтобы рассуждать о молекулах, мы должны прийти к атомам. Это теоретические структуры.

Такая дисциплина, как химия, может оперировать объектами размером с атомы. В силу своей специфики химия не заботится о более углубленном развитии своего фундаментального знания. Для химии вполне достаточно этого элементарного уровня. А, скажем, для техники вполне достаточно и того уровня материальных структур, который есть на сегодняшний день.

Но обращаю ваше внимание на то, что для того, чтобы начались кругосветные плавания, пришлось не просто усовершенствовать технологии передвижения по суше, а создать принципиально новые виды передвижения по воде, т.е. некую новую науку. Чтобы подняться в воздух, тоже пришлось развить фундаментальные, с точки зрения физики, понятия. Просто взять колесо и каким-то образом применить его для воздухоплавания, даже с большим пафосом, энтузиазмом, с участием заинтересованных социальных групп и больших инновационных вложений это было бы невозможно. То же самое было и с освоением космоса.

Некоторые замечания по поводу высказываний Владимира Ивановича Аршинова. С одной стороны, я с ним согласен — освоение нанотехнологий во многом напоминает выход в космическое пространство. С другой стороны, в отличие от космоса, который стабилен и независим от человека и даже проблема космического мусора, хотя и серьезная, но может быть, тем не менее, локализована, в сфере нанотехнологий человек выступает в роли Творца. И здесь он может натворить гораздо больше вреда, прежде всего, для самого себя.

Возвращаясь к замечанию Вадима Марковича Розина по поводу новой парадигмы в медицине, я хотел бы в этом плане его поддержать, потому что на сегодняшний день то, что мы слышали, то, что используется на практике, то, что есть в наномедицине — это все-таки подход старой парадигмы. Мы рассматриваем организм как заведенные часы и стараемся смазывать, заменять составляющие его шарики, подшипники, колеса. И мы забываем о такой важной проблеме, как роль сознания в понятии здоровья. Вы прекрасно знаете, что при депрессии телесность человека работает нормально, ее функции в норме, но человек начинает разрушаться. Разрушаться из-за того, что сознание каким-то образом нарушено. И, наоборот, все также хорошо знают эффект плацебо. Несколько лет тому назад в «Nature» даже была опубликована научная работа, в которой исследовались участки мозга, возбуждавшиеся при приеме плацебо.

Если человека настроить на позитивный лад, то в 50% случаев — если это не органические нарушения — наступает выздоровление. Вадим Маркович Розин поднял важный вопрос о том, что наша медицина сегодня исследует разные стадии заболевания. Мы можем сказать, на какой стадии болезни находится данный организм, а степени или уровни здоровья этого организма даже не рассматриваются...

Лет десять тому назад проблему уровней здоровья пытались обсуждать и внедрять на государственном уровне, появилась валеология как наука о здоровье, но потом эти порывы постепенно затухли. И мне кажется, что в первую очередь это связано с отсутствием серьезной разработки этой проблематики в контексте методологии и философии. Мы просто не привыкли мыслить такими категориями, как уровни здоровья.

*Окончание следует*