

Динамика взаимосвязи фундаментальной науки и общества (биоэтический аспект нанотехнологий)

Жукова Е.А.

The interrelation dynamics of Fundamental Science and Society (on an example of nanotechnology)

Zhoukova Ye.A.

Томский государственный педагогический университет, г. Томск

© Жукова Е.А.

В статье обсуждаются результаты исследований, выполненных при поддержке гранта РФФИ № 04-06-80192. Основу высоких технологий составляют фундаментальные исследования. Спецификой современной науки становится включение в контекст научной деятельности биоэтических и экологических проблем. Фундаментальные исследования в нанотехнологии ведут к изменению картины мира, основанной теперь на законах квантовой механики. Создавая нанотехнологии, человек вступает в соревнование с природой, так как стремится получить контроль над микроскопическими процессами и структурами, но сам может стать рабом нанотехнологий.

Ключевые слова: высокие технологии, нанотехнологии, проблемы биоэтики, фундаментальная наука.

This article represents the results of the research granted by RFFS № 04-06-80192. The high technologies foundation is based on fundamental research. Inclusion of bioethical and environmental problems in a context of scientific activity becomes the specifics of a modern science. Nanotechnology fundamental researches lead to a change of the world picture, which bases now on the laws of quantum mechanics. Creating nanotechnology, a person enters competition with the nature as aspires to receive the control over microscopic processes and structures, although himself can become a slave of nanotechnology.

Key words: high technology, nanotechnology, bioethical problems, fundamental science.

УДК 574

Современный период развития общества сегодня часто называют эпохой высоких технологий. Это связано с тем, что высокие технологии (Hi-Tech — от англ. high technology), появившиеся в 60-х гг. XX в. и получившие впоследствии широкое распространение, стали оказывать огромное влияние на социокультурную сферу и самого человека. Фактически они стали технологическим базисом формирующегося постиндустриального общества. На основе предложенной И.В. Мелик-Гайказян [11] информационной модели развития культуры раскрыт механизм воздействия Hi-Tech на социокультурную реальность и человека [5], который связан с тем, что взаимодействие культуры и высоких технологий — это информационный процесс.

В мировой практике к высоким технологиям, как правило, относят те производственные технологии, в которых непосредственно использованы новейшие достижения фундаментальных и прикладных наук, например, физики, химии, генетики и информатики.

В данной статье под **высокой технологией** подразумевается условное обозначение наукоемкой, многофункциональной, многоцелевой технологии, имеющей широкую сферу применения, способной вызвать цепную реакцию нововведений и оказывающей значительное воздействие на социокультурную сферу. С точки зрения автора, системообразующими для феномена Hi-Tech стали информационные технологии, нанотехнологии и биотехнологии.

Во всей совокупности знаний, используемых в высоких технологиях, по сравнению с технологиями индустриального общества значительно увеличивается доля научных знаний, что делает отличительной чертой Hi-Tech *высокую наукоемкость*. Еще Д. Белл отмечал, что в постиндустриальном обществе характер знаний модифицировался: ключевое положение стало отводиться теоретическим знаниям, а значительная доля научных знаний стала приобретаться в процессе фундаментальных исследований, необходи-

Информационно-синергетический подход к пониманию проблем адаптации человека в эпоху Hi-Tech для дальнейшего развития технологии [2, 4]. Именно в фундаментальных теоретических знаниях, подчеркивает В.С. Степин, потенциально могут сохраняться «целые созвездия будущих новых технологий и неожиданных практических приложений» [16]. Только благодаря фундаментальным исследованиям сегодня можно создать «стратегический запас» технологических разработок, так как сами высокие технологии морально устаревают часто уже в процессе их разработки. Тот, кто имеет подобный запас, имеет и экономическое, и политическое преимущество в современном мире.

Но высокие технологии в отличие от технологий индустриального общества обладают еще одной важной особенностью — они требуют для своего создания *комплексного, междотраслевого и междисциплинарного знания*, поэтому в последней четверти XX в. сильно возросла роль междисциплинарных исследований. Hi-Tech возникли и создаются на основе междисциплинарного синтеза не только знаний из наук естественно-научного цикла (физика, химия, математика, биология и др.), но и технологического (технология обработки материалов, информатика и др.), и даже социогуманитарного знания (социология, психология, лингвистика и др.). При этом *высокие технологии взаимосвязаны между собой и взаимообуславливают друг друга*. Особо отметим, что Hi-Tech часто трудно по содержанию отнести к определенному виду. Они могут принимать характер **метатехнологий**, становясь основой для создания технологий другого содержания. Например, современные информационные технологии, в первую очередь компьютеры, выступают основой для разработки нанотехнологий и биотехнологий. В настоящее время ведутся серьезные исследования по созданию биокомпьютеров как гибридов информационных и молекулярных технологий и биохимии [15] и т.п.

Фундаментальные исследования всегда подчинялись только собственной логике. Считалось, что идеалом науки (в первую очередь естественно-научных изысканий) является ценностно-нейтральное исследование. Но одной из важнейших специфических черт современной науки нового типа становится **включение в контекст научной деятельности биоэтических и экологических проблем** [18]. Причем это касается практически всех наук, имеющих отношение к Hi-Tech, так как именно высокие технологии значительно

оострили противоречия, связанные с неконтролируемым использованием достижений науки. Известно, что на протяжении XX в. наука и техника стали все чаще осознаваться одновременно как величайшая надежда для человеческого прогресса и как одна из наиболее серьезных угроз, с которыми сталкивается современный человек [19]. В отличие от предыдущих этапов развития общества эпоху Hi-Tech можно охарактеризовать как время *ускоряющегося роста* масштабов потенциального воздействия технологий на окружающую среду, социокультурную сферу и человека. Высокие технологии, как никакие другие технологии ранее, способны нарушать механизмы саморегуляции объектов биосферы и естественный баланс природообразующих геосфер. Но превышение способности к саморегуляции ведет к необратимым и непредсказуемым результатам. Высокие технологии также оказывают непосредственное воздействие на человека, делая его самого объектом своих манипуляций, все больше «приближаясь» к нему *не только извне, но и как бы изнутри* [17, 21, 22], непосредственно воздействуя на его биосоциальную сущность и духовные основания, существенно меняя их. Сам человек начинает рассматриваться как природно-техническая (например, в генной инженерии) или социотехническая система (в Hi-Hume — высоких социогуманитарных технологиях), а тело и сознание человека — как технологические объекты.

В последние годы все острее встают вопросы, связанные с воздействием на процессы принятия обществом новых технологий, в том числе Hi-Tech. Общество пришло к осознанию необходимости наличия деятельности по оценке технологий, которая не ставит своей задачей прямой запрет опасных технологий, но должна быть направлена на то, чтобы по возможности постараться заранее предусмотреть вероятность негативных эффектов, минимизировать их либо совсем элиминировать. В 1990-е гг. все более широкое внимание начинал привлекать *принцип предосторожности* (precautionary principle). В соответствии с этим принципом вопрос о безопасности новой технологии ставится не задним числом, когда ее применение уже привело к негативным эффектам, а еще на этапе ее внедрения [22]. Другими словами, особенностью современного осмысления морально-этических и правовых аспектов проблемы использования высоких технологий

становится их *предвосхищающая направленность* [6]. Еще до того, как Hi-Tech получают свое практическое воплощение, они начинают выступать объектами широких научных и общественных дискуссий, когда предполагаемые выгоды от разработки и внедрения данных технологий (в первую очередь экономические) критически переосмысливаются как с точки зрения возможного риска для человека и общества, так и с точки зрения правовых норм и моральных ценностей (причем не только общечеловеческих ценностей, но и ценностей отдельных социальных групп, например, конфессий). Особенно это заметно на примере нанотехнологий и биотехнологий (проблема «серой слизи», клонирование человека и др.).

Импонирует точка зрения П.Д. Тищенко, который утверждает, что важный поворот в экзистенциальном настроении XX в. связан с возникновением биоэтики и проникновением морального дискурса в сферу биомедицины [18]. Большую часть этических проблем, изучаемых биоэтикой, занимают проблемы, связанные с высокими технологиями, в первую очередь с биотехнологиями. Важно, что проникновение морального дискурса не ограничилось только сферой биомедицины. Осмыслению этических аспектов Hi-Tech посвящены многочисленные дискуссии и обсуждения как среди ученых, философов, так и в СМИ.

Применительно к нанотехнологиям следует отметить, что их появление тесно связано с **изменением пути развития научного знания**. Если «развитие науки в XX в. шло в основном по пути от сложного к простому, или по пути анализа, на котором последовательно были открыты молекулы, атомы, затем — ядра и элементарные частицы. Одним из результатов явилось понимание того, как природа устроила вещество на уровне атомов и молекул. При этом произошло сближение физики, химии, минералогии и биологии», то «уже с середины века началось движение по второму пути — от простого к сложному, то есть по пути синтеза. Соединяя определенным образом отдельные атомы и молекулы, стало возможным получать целый набор искусственно синтезированных неорганических и органических веществ, например, кристаллов, полимеров и даже белковых молекул». Именно расшифровка атомно-молекулярного строения веществ заложила основу технологий нового времени [10].

Хотелось бы отметить, что о нанотехнологиях в последнее время много пишут, но далеко не всегда

знают и понимают, что это такое. В настоящее время существует множество определений **нанотехнологии**, ядром которых можно назвать *возможность контролируемым образом создавать и модифицировать объекты, в которых, по крайней мере, один из размеров лежит в области 1—100 нм* ($1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м} = 10 \text{ \AA} = 10^{-3} \text{ мкм}$; диаметр человеческого волоса составляет порядка 80 000 нм, размер красных кровяных телец — 2 000—3 000 нм). Такой диапазон размеров лежит в промежуточной области между миром отдельных атомов и молекул и микроструктурами, получаемыми современными методами микроэлектроники [1, 9, 13]. Но следует различать **нанотехнологию** как науку, изучающую свойства наноструктур, закономерности их формирования и функционирования, и **нанотехнологию** как базирующийся на данных нанотехнологических исследований набор конкретных технологий и методик, основанных на манипуляциях с отдельными атомами и молекулами. Как наука нанотехнология представляет собой новое междисциплинарное научно-техническое направление, сформировавшееся на стыке физики, химии, биологии, техники, медицины, материаловедения. Во всех индустриально развитых странах развитию нанотехнологических исследований и созданию новых нанотехнологий придается огромное значение. Многие эксперты сегодня полагают, что именно нанотехнологии будут служить главным движущим фактором научно-технического развития цивилизации в XXI в.

Область наноразмеров — это **область действия законов квантовой механики**, которые определяют как свойства наноструктур, так и закономерности их формирования. В нанометровом диапазоне существенно меняются такие важные характеристики, как электропроводность, коэффициент оптического преломления, магнитные свойства, прочность, термостойкость и др. Фундаментальные исследования в нанотехнологии связаны с прямым измерением физических свойств, механизмов действия, закономерностей поведения и других аспектов разнообразных наноструктур. Например, объектами фундаментальных исследований нанотехнологии являются структура и свойства квантовых точек, кристаллических решеток, отдельных атомов и молекул, геномов, белков и т.д. [9]. Подобные исследования **ведут к формированию новой картины мира**, в которой действуют законы, отличные от макромира.

Известно, что реальность, которая окружает современного человека, по своим параметрам часто далеко выходит за пределы естественных параметров человека как телесного существа. Например, темпы и ритмы большого города характеризуются очень большими скоростями, частотами и интенсивностью, что, как правило, не характерно для жизни и биологических ритмов в природной среде. Человек смог создать технические средства, которые раздвинули границы макромира, доступного для его органов чувств. Но сегодня человек стремится не только изучать микро-, макро- и мегамир, но и управлять микромиром. Как подчеркивает Ж. Алферов, человек, по существу, вступает в соревнование с природой *в стремлении получить контроль над микроскопическими процессами и структурами, составляющими фундаментальную основу материального мира* [1]. Но человеку уже мало просто контролировать то, что создано природой. Он пытается отнять у природы возможность развиваться по ее законам. Предельная задача нанотехнологий в настоящее время видится как создание самовоспроизводящихся наносистем и наноустройств, наделенных развитым компьютерным интеллектом, способных не просто выполнять механические действия или проводить физико-химический анализ, но и целенаправленно осуществлять модификацию окружающей среды.

Р. Домингес очень точно подметил, что нанотехнология в такой же степени лишает материю жизни, в какой биотехнология ее оживляет [3].

Нанотехнологии возникли как естественный результат от взаимодействия двух направленных на встречу друг другу процессов — стратегий предметной деятельности. С одной стороны, *процесс миниатюризации*, который наиболее явно выражен в современном развитии микроэлектроники, осваивающей рубеж 0,1-микронного размера элементов микросхем (этот путь иногда называют еще up-bottom — сверху вниз-подход). С другой — *процесс усложнения молекулярной структуры при химическом синтезе*, который привел к созданию методов атомной и молекулярной сборки (bottom-up — снизу вверх-подход). В первом случае **человек играет роль скульптора**, формируя наноструктуру из имеющегося материала. Во втором случае — **роль строителя**, собирающего наноструктуры из отдельных кирпичиков, которыми выступают атомы и молекулы [1]. Добавим, что обе

эти роли по сути своей сводятся к роли творца, для которой человек еще не имеет должных этических ограничений. Это и актуализирует значение биоэтики.

Появление нанотехнологий оказало и оказывает большое влияние на развитие различных областей науки и техники. Но оно же поставило огромное количество новых проблем, в том числе этических. Нанотехнологии — это одна из тех областей научно-технического знания, достижения в которой часто возникают уже после того, как появилась их критика, причем не столько среди ученых и специалистов, сколько среди общественных деятелей и прессы. Например, с нанотехнологией связывают гипотетическую проблему — проблему «серой слизи» (gray goo problem). Введение этого термина в обиход связывают с американцем Эриком Дрекслером (Eric Drexler) [23] — пионером нанотехнологий, который в 1986 г. опубликовал книгу «Машины созидания» («Engines of Creation»). В этой книге шла речь о создании самовоспроизводящихся роботов размером с молекулу, которые смогут, например, уничтожать раковые клетки в человеческом организме [4]. Но достаточно быстро после выхода этой книги появились догадки о том, что случится, если такие нанороботы выйдут из-под контроля. Предполагается, что в худшем случае все живое на Земле (в том числе и само человечество) будет разобрано на молекулы, которые затем будут бесконечно копироваться, и толстый слой серой слизи покроет Землю [20].

Создание новых производств на основе нанотехнологий приведет к *изменению* не только производственных процессов, но и *всей системы организации производства*. Если большую часть продуктов можно будет создавать в любое требуемое время и в необходимых количествах, то станут ненужными многие операции, профессии и работники. **Человек станет лишним** во многих технологических процессах. Это чревато возникновением массовой безработицы и нестабильной социальной ситуации. В то же время тот, кто владеет нанофабриками, сможет получить значительные преимущества в конкурентной борьбе, так как обычные товары не смогут конкурировать с продукцией нанофабрик во многих областях. Если технология нанофабрик будет принадлежать или контролироваться какой-либо одной организацией, это может привести к «новой монополизации» и к возникновению новых правящих структур [14].

Серьезная проблема в том, что технологии сами по себе ценностно нейтральны, они могут приобретать либо позитивный, либо негативный характер в зависимости от целей того, кто их применяет. Это в полной мере относится и к Hi-Tech. Так, медицинское применение нанотехнологий по большей части — это побочный продукт военных разработок в данной области. Нанороботы, внедренные в организм человека, способны стать не только машинами, служащими для лечения заболеваний или продления жизни, но и управляемыми киллерами. «Предварительно внедрив наноробота в тело „мишени“, „хозяин“ может теперь не нанимать киллеров с винтовкой или носиться с никому не нужным компроматом, а прогуливаться на виду у всех с чупа-чупсом в руках. А в чупа-чупс можно будет замаскировать красную кнопку, нажав на которую, наноробот-киллер и выполнит свое „задание“» [7]. Человек под угрозой смерти будет вынужден совершать то, что ему поручат. В то же время медицинские устройства со временем могут позволить относительно легко изменять структуру мозга или осуществлять стимуляцию определенных его отделов для получения эффектов, имитирующих любые формы психической активности. Другими словами, через целенаправленное воздействие посредством наноробота на определенные участки коры головного мозга, отвечающие за определенное поведение или эмоции, можно сделать из человека «нанотехнологического наркомана» или принуждать его к определенному поведению. В последнем случае нанотехнологии могут быть использованы в Hi-Hume — высоких социогуманитарных технологиях, служащих для изменения человеческого сознания, как индивидуального, так и массового (политические технологии, маркетинговые технологии, бизнес-технологии и др.).

В целом биоэтические проблемы использования нанотехнологий связаны в первую очередь с тем, что данные технологии несут потенциальную угрозу человеческой идентичности.

Сегодня благодаря развитию био- и нанотехнологий воплощается в жизнь утопическая идея конструирования человека. Человеческое существо может быть не только сконструировано, но и реконструировано (подправлено, улучшено) (см. в этом журнале статью Б.Г. Юдина «Чтоб сказку сделать былью? (Конструирование человека)»). Причем если раньше телесность

человека, программируемая биологией как процесс, описывалась как непрерывная оболочка, то, как указывает К. Митенев, в результате автономизации микроразделов живого (имеются в виду генные и нейронные парадигмы живого) **телесность** стала пониматься **как некая дискретность** (разъемность органов, замещение генов, гендерный обмен). «Теперь мы знаем, что сердце человека такое же, как у свиньи, и замещается им, что его генные комбинации такие же, как у мыши. И *телесность* стала сама по себе *анимированной* (курсив наш. — Е.Ж.): художник Орлан, Майкл Джексон, трансвестизм. Я думаю, что мы с вами живем в эпоху становления телесного аниматориума. Идеологический отец компьютера Норман Винер еще до появления механизма модема говорил о возможности перенесения человеческого тела по сетям. Сегодня эта модель нам кажется вполне состоявшейся в материале» [13]. Именно нанотехнологии могут дать поистине неограниченные возможности для того, чтобы сделать телесность дискретной, так как именно они привнесли в нашу жизнь идею о возможности сборки различных наноструктур из имеющегося материала — атомов и молекул. Но тогда появляются новые проблемы: будет ли измененный с помощью нанотехнологий человек *тем же самым* человеком? И до каких пределов изменений он *вообще останется человеком?*

Выражаются даже опасения, что нанотехнологии изменят сущность человека. Так, В.М. Кишинец полагает, что использование нанороботов в медицинских целях, прогнозируемое уже через 10—15 лет, станет началом перехода человека из эволюционно-биологической формы *Homo sapiens* в совершенно новое, технологически саморазвивающееся существо — *Nano sapiens* [8]. И хотя мы не согласны с точкой зрения данного автора, но считаем весьма важным само появление подобных работ, которые привлекают внимание научного сообщества и общественности к проблеме влияния нанотехнологий на человека и его жизнь, в первую очередь, на биоэтические аспекты данной проблемы.

Итак, Hi-Tech поставили по-новому проблему соотношения понятий «человек» и «машина», «человек» и «технология». Раньше между данными понятиями существовала непроходимая грань, которая задавалась в том числе принадлежностью человека к сфере естественного (природного), а машины и технологии к сфере искусственного (культурного). Но появление био- и на-

нотехнологий, основанных на информационных технологиях, заставляет переосмыслить отношения между человеком и машиной. С появлением Hi-Tech начала размываться граница между человеком и машиной, между телом и технологией. Например, биотехнология в отличие от других областей биологии и медицины опирается не на внешние технологии (протезирование, инструментальная диагностика, хирургия), а на идею о том, что *собственные процессы тела могут быть перепрограммированы на достижение нужных результатов* [17]. То же, но еще в большей мере можно сказать и о нанотехнологиях.

Немаловажно и то, что *утрачивается изначальный статус человека как хозяина положения*. В новых человекомашинных системах **человек** начинает уже выступать не как тот, кто управляет, а **тот, кем управляют**. Человек становится не просто одним из факторов во взаимодействии с машиной (как в индустриальном обществе), но в полном смысле слова **работом машины**. Выпустив однажды джинна и «впустив» его в себя, человек сам может превратиться в ту лампу, в которой и живет джинн, исполняющий прихоти того, кто этой лампой владеет. Чтобы подобная метафора никогда не стала реальностью, необходимы дальнейшие серьезные исследования биоэтических аспектов фундаментальных нанотехнологических исследований, способных принести обществу как новые блага, так и неизвестные пока проблемы благодаря будущим технологиям, которые будут созданы на их основе.

В статье обсуждаются результаты исследований, выполненных при поддержке гранта РФФИ № 04-06-80192.

Литература

1. Алферов Ж., Таиров Ю., Астахов М. и др. Новое направление подготовки «Нанотехнология» // Высш. образование в России. 2004. № 6.
2. Белл Д. Постиндустриальное общество: что принесут 1970—80-е годы? // Америка. 1974. № 215.
3. Домингес Р. Неизбежность торжества нанотехнологий 3.0: фрагменты постбиологической эры // Biomediale: Современное общество и геномная культура. Калининград, 2004.
4. Дрекслер Э. Машины созидания. Режим доступа: http://golenko.hotmail.ru/archive_ru.html
5. Жукова Е.А. Социокультурная реальность Hi-Tech: из-

- менение подготовки элиты будущего // Высш. образование в России. 2006. № 11.
6. Иойрыш А. Правовые аспекты генной инженерии // Biomediale: Современное общество и геномная культура. Калининград, 2004.
7. Как управлять президентами? Чудеса современных технологий // Vlasti.net. 2005. 14 марта. <http://vlas-ti.net/>
8. Кишинец В.М. Нано сапиенс (Сокращенный электронный вариант книги «Nano sapiens, или Молчание небес»). Режим доступа: http://zhurnal.lib.ru/k/kishinec_w_m/nanosapiens.shtml
9. Кобаяси Н. Введение в нанотехнологию. М., 2005.
10. Ковальчук М.В. Органические наноматериалы, наноструктуры и нанодиагностика // Вестн. РАН. 2003. Т. 73. № 5.
11. Мелик-Гайказян И.В. Информационные процессы и реальность. М., 1998.
12. Мелик-Гайказян И.В., Жукова Е.А. Философские проблемы технологий и феномен Hi-Tech // Философия математики и технических наук. М., 2006.
13. Митенев К. Анимация и следующая телесность // Клип как ведущий язык массовой коммуникации: возможности и пределы аналитики: Материалы теоретического семинара. Режим доступа: <http://anthropology.ru/ru/projects/media/seminars/20020522/animation.html>
14. Нанотехнологии — это ворота, открывающиеся в иной мир. Режим доступа: <http://www.inauka.ru/science/>
15. Рыбак Э. Генетические и клеточные биокомпьютеры. Режим доступа: <http://computer-museum.ru/technlg/genecompr>
16. Степин В.С. Теоретическое знание. М., 1999.
17. Такер Ю. Комната ожидания Дарвина // Biomediale: Современное общество и геномная культура. Калининград, 2004.
18. Тищенко П. Геномика: новый тип науки в новой культурной ситуации // Biomediale: Современное общество и геномная культура. Калининград, 2004.
19. Фролов И.Т., Юдин Б.Г. Этика науки: Проблемы и дискуссии. М., 1986.
20. Чудеса нанотехники. Ч. 2: Нанонадежды. Режим доступа: <http://www.membrana.ru/articles/technic/2002/01/31/181300.html>
21. Юдин Б. Наука и жизнь в контексте современных технологий // Человек. 2005. № 6.
22. Юдин Б. Этическое измерение современной науки // Отечественные записки. 2002. № 7 (8). Режим доступа: <http://www.strana-oz.ru/css/oz.css>