

*Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова
Белорусского государственного университета, г. Минск, Республика Беларусь*

ФОРМИРОВАНИЕ ЧЕТВЕРТОЙ НАУЧНОЙ КАРТИНЫ МИРА В УСЛОВИЯХ ПЕРЕХОДА К ОБЩЕСТВУ УСТОЙЧИВОГО ТИПА

В статье рассматривается процесс формирования четвертой естественно-научной картины мира, основанной на NBICS-технологиях. Особое внимание уделено нанотехнологиям, которые послужили началом конвергенции. Кроме того, рассмотрена роль нанотехнологий в реализации стратегии устойчивого развития и формировании общества устойчивого типа.

➤ **Ключевые слова:** *постнеклассическая научная рациональность, естественно-научная картина мира, NBIC-конвергенция, нанотехнологии, подход к осмыслению нанореальности, теоретическая модель нанореальности, концепция устойчивого развития.*

Динамическая смена модели существования социума на рубеже XX–XXI вв. с необходимостью приводит к смене типа мышления и к становлению новой научной парадигмы. Именно в этот период произошел переход от неклассического к постнеклассическому периоду развития науки, характеризующий формированием нового типа методологии, который назван В. С. Степиным постнеклассическим.

В труде «Теоретическое знание» [1] В. С. Степин выделил три исторические стадии научной рациональности, сменявшие друг друга в истории техногенной цивилизации: классическая, неклассическая, постнеклассическая. Причём появление каждого нового типа рациональности не отбрасывало предшествующего, а только ограничивало сферу его действия, определяя его применимость лишь к определённым типам проблем и задач.

Существенный признак постнеклассической науки – изменение характера научной деятельности. На передний план все больше выдвигаются междисциплинарные и проблемно-ориентированные исследования. В междисциплинарных исследованиях наука сталкивается со сложными системными объектами. Основные черты нового (постнеклассического) образа науки связаны с синергетикой, изучающей общие принципы процессов самоорганизации, протекающих в системах самой различной природы (физических, биологических, технических, социальных и др.). Идеи эволюции и историзма становятся основой синтеза картин реальности. В соответствии с постнеклассической синергетической картиной мира, с самого начала и к любому данному моменту времени будущее остается неопределённым. Развитие может пойти в одном из нескольких направлений, что чаще всего определяется каким-нибудь незначительным фактором. Достаточно лишь небольшого энергетического воздействия, чтобы система перестроилась и возник новый уровень организации. Постнеклассической стадии соответствует постоянная включённость субъективной деятельности в «тело знания». Она учитывает соотносённость характера получаемых знаний об объекте не только с особенностью средств и операций деятельности познающего субъекта, но и с ее ценностно-целевыми структурами.

В итоге формирование нового постнеклассического типа научной рациональности с необходимостью приводит к формированию основных идей современной научной картины мира.

В истории и философии науки принято выделять три сложившихся исторических типа естественно-научной картины мира: механистическая (сформированная трудами Г. Галилея, И. Кеплера, Х. Гюйгенса, И. Ньютона), электромагнитная (основанная на результатах работ М. Фарадея, Дж. Максвелла, Х. А. Лоренца) и квантово-полевая (связанная с именами М. Планка, Э. Шредингера, В. Гейзенберга, Н. Бора) [2].

В настоящее время происходит формирование четвертой картины мира – эволюционной, которая отражает появление междисциплинарных подходов и технические возможности описания состояний и движений сложных систем, позволившие рассматривать единообразно явления живой и неживой природы.

Развитие современной цивилизации сопровождается стремительным развитием новейших наукоемких технологий. Научно-технические инновации становятся главным маркером перехода к новому типу социума.

Образ цивилизации XXI в. можно целиком связать с развитием конвергентных наук и технологий. При этом под научной и технологической конвергенцией понимается сложный комплекс взаи-

модействия четырех научно-технологических областей (N – нано; B – био; I – инфо; C – когно). Главная особенность такой конвергенции заключается в том, что строится она по принципу синергетической комбинации, а конечный продукт появляется в рамках именно междисциплинарных научно-исследовательских разработок на стыке различных областей науки и технологий.

Особенностями NBIC-конвергенции являются:

- интенсивное взаимодействие между научными и технологическими областями;
- широта рассмотрения и влияния – от атомарного уровня материи до разумных систем;
- технологическая перспектива роста возможностей развития человека.

Нанотехнология (по Н. Танигучи) – процесс разделения, сборки и изменения свойств материалов путем воздействия на них одним атомом или одной молекулой вещества [3].

Биотехнология – это технология использования живых организмов, их систем или продуктов их жизнедеятельности в технологических целях, создании живых организмов с необходимыми, заранее заданными свойствами методом генной инженерии. Биотехнология основана на генетике, молекулярной биологии, биохимии, эмбриологии и клеточной биологии, а в современных условиях – и на прикладных технологиях, таких как информационная технология и робототехника.

Информационные технологии согласно определению, принятому ЮНЕСКО, – это комплекс взаимосвязанных научных, технологических, инженерных дисциплин, изучающих методы эффективной организации труда людей, занятых обработкой и хранением информации, вычислительную технику и методы организации и взаимодействия с людьми и производственным оборудованием, их практические приложения, а также связанные со всем этим социальные, экономические и культурные проблемы.

Когнитивные технологии – способы и алгоритмы достижения целей субъектов, опирающиеся на данные о процессах познания, обучения, коммуникации, обработки информации человеком и животными, на представления нейронауки, теорию самоорганизации, компьютерные информационные технологии, математическое моделирование элементов сознания, ряд других научных направлений, еще недавно относившихся к сфере фундаментальной науки.

Нанотехнология молекулярная (по Э. Дрекслеру) – совокупность методов и приемов, обеспечивающих возможность контролируемым образом создавать и модифицировать объекты, включающие в себя компоненты размерами менее 100 нм хотя бы в одном измерении. В результате объекты получают принципиально новые качества, позволяющие осуществлять их интеграцию в полноценно функционирующие системы большего масштаба [4]. В более широком смысле – методы диагностики, характерологии и исследований таких объектов.

Конвергентные технологии, с одной стороны, положили начало этапу формирования новой научной картины мира, а с другой – ознаменовали переход к новому технологическому укладу.

Технологический уклад – это совокупность сопряженных производств, имеющих единый технический уровень и развивающихся синхронно. Смена доминирующих в экономике технологических укладов предопределяет неравномерный ход научно-технического прогресса. Критерием отнесения производства к определенному технологическому укладу является использование в данном производстве технологий, присущих этому укладу, либо технологий, обеспечивающих выпуск продукции, которая по своим техническим либо физико-химическим характеристикам может соответствовать продукции данного уклада.

Считается, что к настоящему моменту в мире пройдено пять технологических укладов [5].

Первый технологический уклад (1770–1830 гг.) совпадает с первой промышленной революцией. Он был основан на новых технологиях в текстильной промышленности, использовании энергии воды, что привело к механизации труда и началу поточного производства. Страны-лидеры: Великобритания, Франция, Бельгия.

Второй технологический уклад (1830–1880 гг.) иначе называют «Эпохой пара». Данный уклад характеризовался ускоренным развитием железнодорожного и водного транспорта на основе паровых машин, широким внедрением паровых двигателей в промышленное производство. Страны-лидеры: Великобритания, Франция, Бельгия, Германия, США.

Третий технологический уклад (1880–1930 гг.) получил название «Эпоха стали» (Вторая промышленная революция). В основе данного уклада – использование в промышленном производстве электрической энергии, развитие тяжелого машиностроения и электротехнической промышленности на основе использования стального проката. Были внедрены радиосвязь, телеграф, стали использоваться автомобиль, появились крупные фирмы, картели, синдикаты, тресты, на рынке господствовали монополии, началась концентрация банковского и финансового капитала. Страны-лидеры: Германия, США, Великобритания, Франция, Бельгия, Швейцария, Нидерланды.

Четвертый технологический уклад (1930–1970 гг.) так называемая «Эпоха нефти». Этот уклад характеризуется дальнейшим развитием энергетики с использованием нефти и нефтепродуктов, газа,

средств связи, новых синтетических материалов. Это период массового производства автомобилей, тракторов, самолётов, различных видов вооружения, товаров народного потребления. Широкое распространение получают компьютеры и программные продукты. Используется атомная энергия в военных и мирных целях. В производстве преобладают конвейерные технологии. Образовываются транснациональные и межнациональные компании, которые осуществляют прямые инвестиции в рынки различных стран. Страны-лидеры: США, Западная Европа, СССР.

Пятый технологический уклад (1970–2010 гг.), при котором на первый план выходят технологии, используемые в микроэлектронной промышленности, вычислительной, оптико-волоконной технике, программном обеспечении, телекоммуникациях, роботостроении, при производстве и переработке газа; производстве, основанном на использовании биотехнологий, космической технике, химии новых материалов с заданными свойствами. Происходит переход от разрозненных фирм к единой сети крупных и мелких компаний, соединённых электронной сетью на основе Интернета, осуществляющих тесное взаимодействие в области технологий, контроля качества продукции, планирования инноваций.

В настоящее время происходит формирование нового технологического уклада. Грядущий шестой технологический уклад основывается на NBIC-конвергенции (нано-, био-, инфо- и когнитивная конвергенции) и призван по своей форме и содержанию уточнить и включить гуманитарный блок в естественные и технические науки. В данном контексте конвергентные технологии выступают в качестве среды и движущей силы развития общества.

Следует отметить, что в последние годы к конвергентным технологиям принято «добавлять» социальную составляющую в виде социальных технологий (с соответствующим изменением аббревиатуры SNBIC или NBICS).

Формирующееся информационное общество, переживающее социально-экологический кризис, становится главным субъектом и объектом всех инноваций, его статус должен быть тесно связан с развитием науки, знаний, образованием, технологиями и их продуктами.

В связи с этим философское осмысление статуса конвергентных технологий в системе научного знания сопряжено с решением ряда задач:

- анализ развития общества, связанного с возникновением корпуса конвергентных технологий, в который входят нано-, био-, инфо- и когнитивные технологии, выдвиганием конвергентных технологий на передний план научных исследований и приобретение ими статуса «прорывных», «инновационных» технологий;

- анализ существующих моделей научно-инновационного процесса, необходимость которого определяется исторической изменчивостью парадигмы научности: от классики к постнеклассике;

- создание новой модели научно-инновационного процесса, новизну и оригинальность которой определяют изменения в структуре фундаментальных и прикладных исследований, связанные с развитием конвергентных технологий [6];

- включение конвергентных технологий в социально-исторический дискурс в качестве научно-инновационных оснований перехода общества к устойчивому типу, или к эколого-информационному обществу, под которым в контексте данной статьи понимается качественно новый этап цивилизационного развития, при котором ноосферные механизмы, сопряженные с глобальной информатизацией, смогут не только повлиять на устойчивость цивилизации, но и выступить альтернативой дальнейшего развития техногенной цивилизации.

При решении выделенных задач по определению философского (а вместе с тем и мировоззренческого) статуса конвергентных технологий особое внимание следует уделить нанотехнологиям в связи с тем, что именно они послужили началом конвергенции в последние несколько десятилетий и связали воедино био-, инфо-, когнитивные технологии. Развитие конвергентных технологий можно весьма условно разделить на три стадии. Первой стадией конвергенции стало производство посредством нанотехнологий и с привлечением знаний из таких наук как биология, математика, химия новых продуктов, в результате чего возникли междисциплинарные и межотраслевые связи. На второй стадии произошла не только интеграция NBIC-технологий, но и их взаимопроникновение, начал проявляться эффект синергизма. Третья стадия конвергенции, как уже упоминалось ранее, подключение к NBIC-технологиям социальной составляющей и формирования и реализация NBICS-технологий, где человек – сосредоточение конвергентных технологий.

Нанообъектами (наночастицами) называются объекты (частицы) с характерным размером в 1–100 нанометров хотя бы по одному измерению. Они обладают физическими и химическими свойствами, отличными от макроскопических тел. Доля поверхностных атомов становится больше по мере уменьшения размеров частицы. Для наночастиц практически все атомы являются «поверхностными», поэтому их химическая активность чрезвычайно велика. Еще одной особенностью нано-

структур является то, что уменьшение с размерами системы времени протекания в ней разнообразных процессов, т. е. увеличение быстродействия. Описанные вкратце свойства, делающие наночастицы уникальными обуславливают повышенный интерес к ним со стороны большинства современных наук.

Существует множество подходов к осмыслению нанореальности и нанотехнологий. Из всего спектра идей целесообразно выделить три направления:

- 1) футурологический (или прогностический);
- 2) эстетический (или естественнонаучный);
- 3) этический (или этико-аксиологический).

Футурологический подход стремится прогнозировать нанотехнологическое будущее (Э. Деклер (концепт ассемблера – робота, воспроизводящего себя на наноуровне), Р. Фейнман («пророк» нанотехнологий), Р. А. Флейтас мл. (создание микроскопических химических фабрик), Р. Курцвейл (теория сингулярности и слияния человеческого и машинного интеллекта) и др.)

Картины возможного нанобудущего неоднородны, в них можно выделить два крупных направления: оптимистическое (т. н. нанофилия, авторы с восторгом смотрят на развитие нанотехнологий) и пессимистическое (т. н. нанофобия, авторы описывают будущее, где не будет места человеку). Футурологические идеи предлагают измененную нано-детерминированную реальность, понимание которой зависит от его взаимоотношений с трансформировавшейся реальностью, т. е. в одном случае порабощение человека, а в другом усиление его власти.

Эстетический подход предполагает употребление термина «эстетика» в кантианском смысле, т. е. в этимологическом значении – чувственно воспринимаемая и доказуемая реальность, сосредоточенная в том, что есть в наличной действительности (А. Нордманн, А. Грюнвальд, Л. Фостер, В. Г. Горохов, Г. Г. Малинецкий). Для представителей этого направления существование нанотехнологий – это непреложный факт, т. е. наночастицы – это не проект, а действительность. Нанореальность предстает в качестве объективно существующей действительности, фактически и эмпирически доказуемой. Нанотехнологии, с одной стороны, явились мощным инструментом для конструирования будущего, но с другой стороны – использование нанотехнологий не должно замыкаться исключительно на будущем, а обратить внимание, прежде всего, на настоящее и на основании их возможностей корректировать сложившуюся ситуацию.

Вместе с тем в рамках эстетического направления сложилось скептическое по отношению к оценке нанореальности направление. Ряд исследователей (К. Милберн, Дж. Корн, Дж.С. Питт и др.) ставят под сомнение достоверность изображения наночастиц, полученные с применением туннельного микроскопа. Основным аргументом в пользу этого утверждения является тот аспект, что туннельный микроскоп не столько позволяет увидеть наночастицы, сколько создает видение наночастицы.

Этический подход сконцентрирован на вопросе о том, что человечество хочет увидеть в будущем, что желает получить и как достичь желаемого, т. е. встает вопрос гуманного и полезного применения нанотехнологий, обуславливающий этическую основу нанонауки. Этический подход к пониманию нанореальности и нанотехнологий неоднозначный, здесь встают вопросы об исходной единице этического осмысления нанореальности (человек–общество–вселенная) и методе этической оценки (утилитаризм, экогуманизм и т. п.), а также ряд других вопросов о выборе исходных параметров решения этических задач.

При этом следует отметить противостояние двух направлений в рамках этической оценки нанотехнологий – трансгуманизма и гуманизма. Трансгуманисты утверждают, что человек не является конечным эволюционным видом, а следующим этапом эволюции явятся фундаментальные изменения человека и появление т. н. «постчеловека», который будет способен победить болезни, старость, смерть, обладающего новыми умственными и физическими возможностями, приобретенными за счет нанотехнологий. Гуманисты же обеспокоены тем, что человек может быть поработан технологией, утратит свою человеческую сущность и будет подвергнут тотальному уничтожению.

На основании данных подходов можно создать условную теоретическую модель нанореальности, в состав которой входят соответственно три компонента. Ядром данной модели является эстетический компонент, как объективная составляющая (нанообъекты как реально существующие объекты естественнонаучного дискурса). Этический компонент выстраивает вокруг ядра сферу возможных вариантов развития нанотехнологий. Периферийной сферой теоретической модели является футурологический компонент, объединяющий эстетическую и этическую сферы в единое целое для прогнозирования возможных исходов развития нанотехнологий и нанореальности [7].

Прежде чем перейти непосредственно к возможной роли наноструктур и нанотехнологий в формировании экономической, технологической и экологической составляющих эколого-информационного общества, важно рассмотреть основные типы наноструктур, перспективные для науки и техники. К наиболее известным наноструктурам относятся кластеры, фуллерены и нанотрубки.

Кластерами называют нанобъекты, состоящие из сравнительно небольшого числа атомов или молекул. Кластеры имеют наноразмеры по трем направлениям. Малые размеры кластеров позволяют управлять их физическими свойствами при малых воздействиях. В электронике используются кластеры, называемые квантовыми точками, на основе которых разработаны полупроводниковые приборы нового поколения, лазеры, диоды и т. п. Другим типом наноструктур являются фуллерены и углеродные нанотрубки, представляющие собой каркасные структуры из атомов углерода. Фуллерены представляют собой молекулярную форму углерода и могут образовывать молекулярный кристалл – фуллерит. Фуллерены способны иметь широкий класс химических соединений, обладающих различной структурой и физико-химическими свойствами. Углеродные нанотрубки имеют наноразмеры только по двум направлениям и рассматриваются как нанобъекты, сочетающие свойства молекул и макроскопического тела. Углеродные нанотрубки обладают необычным электрическим свойством: сопротивление некоторых из них существенно меньше, чем даже у меди, поэтому они могут служить, например, нанопроводниками в интегральных схемах. Другим уникальным свойством нанотрубок является высокая прочность на изгиб и вместе с тем большая гибкость, поэтому их потенциально можно рассматривать как сверхпрочные строительные материалы или наноконтейнеры для биологических или радиоактивных материалов.

В настоящее время в обществе значение нанотехнологии определяется не по достигнутым результатам и конкретным применением, а по тому многообразию возможностей, которое может привести к существенной переоценке приоритетов в науке, технике и социальной жизни. Здесь важно выделить два пути развития нанотехнологий. Путь развития «сверху–вниз» относится в основном к физике и техническим наукам и является проявлением тенденции постепенной миниатюризации макрообъектов, а путь развития «снизу–вверх» заключается в создании новых материалов и веществ из микроэлементов и наночастиц. Макротела могут содержать в себе нанобъекты, то есть артефакты, полученные либо при помощи методов нанотехнологий, либо путём добавления в них наночастиц, либо путём смешивания с наночастицами.

В XXI в. на нанотехнологии человечество возлагает огромные надежды в решении ряда глобальных проблем, стоящих перед человеком. Именно они могут помочь «вписать» развитие земного, живого, разумного общества, цивилизации в траекторию универсальной эволюции через переход к сбалансированному развитию социоприродной системы в пределах Земли и околоземном пространстве, то есть в концепцию устойчивого развития. Предпосылки формирования данной концепции можно разделить на три класса: социальные (бедность, гендерное неравенство, экстремизм, неудовлетворительная социальная структура), экономические (энергозависимость, нерациональное распределение ресурсов, разрыв в доходах населения как внутри одной страны, так и между странами, безработица) и экологические (исчерпание природных ресурсов, загрязнение окружающей среды, нарушение биоразнообразия). Среди основных принципов концепции устойчивого развития важно выделить права всех людей на здоровую и плодотворную жизнь в гармонии с природой, охрану окружающей среды как неотъемлемого компонента процесса развития, возможность удовлетворения потребностей в развитии и сохранении окружающей среды как для нынешнего, так и для будущих поколений, уменьшение разрыва в уровне жизни между странами, искоренение бедности и нищеты, исключение или уменьшение неспособствующей этому развитию модели производства и потребления [8].

В связи с этим, нанотехнологии позволят создать производства, которые будут характеризоваться меньшей по сравнению с существующими ресурсо- и энергоёмкостью, предоставят возможности для позитивных сдвигов в деле охраны окружающей среды и, если не разрешения, то хотя бы смягчения остроты глобальных экологических и экономических противоречий. Вместе с тем немаловажную роль наноструктуры и нанотехнологии могут сыграть в очистке воды от промышленного загрязнения. Отдельного внимания заслуживает применение нанотехнологий в медицине, в частности в онкологии, для фиксации и лечения раковых опухолей; разработан метод, в котором включение магнитного поля вызывает достаточно сильный разогрев активных нанокластеров и связанные с ними раковые клетки погибают без вреда для здоровых клеток. Не менее интересна идея перехода на экологически чистое водородное топливо, которое заключено в прочные и жесткие контейнеры из наноструктур.

Между тем, помимо возможностей, применение нанотехнологий сопряжено с определенными рисками. В 1989 году Э. Дрекслер организовал и возглавил «Предупреждающий» институт (Foresight Nanotech Institute), где проводятся ежегодные конференции, фиксирующие достижения нанотехнологий и отмечают возможные опасные для общества моменты развития нанотехнологий.

Дальнейшее развитие как непосредственно нанотехнологий, так и комплекса NBIC-технологий зависит от целого ряда факторов: уровня развития самой науки, стратегии планирования, организа-

ционного и материального обеспечения научной деятельности, подготовки кадров, ориентации на производство продукции, товаров и услуг, готовности общества к адекватному восприятию феномена NBIC-конвергенции.

Если общественная система в состоянии обеспечить сбалансированность указанных факторов, то в ней возможно гармоничное развитие научно-технологического потенциала в виде конвергентных технологий и реального их внедрения в сектор экономики. В случае же нарушения баланса на перспективность развития NBIC-технологий сложно рассчитывать. Развиваясь только на основаниях потребностей самой науки, NBIC-технологии могут оторваться от реалий общественного развития, превратиться в самоцель и, что самое опасное, лишиться этических ограничений.

Формирующаяся в условиях перехода к обществу устойчивого типа, четвертая естественно-научная картина мира оказывает существенное влияние на формирование теоретических оснований концепции эколого-информационного общества, как общества устойчивого типа, и способствует уточнению философской картины мира в целом.

Список литературы

1. Степин, В. С. Теоретическое знание / В.С. Степин. – М.: Прогресс-Традиция, 2000. – 744 с.
2. Садохин, А. П. Концепции современного естествознания: учебник для студентов вузов, обучающихся по гуманитарным специальностям и специальностям экономики и управления / А. П. Садохин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2006. – 447 с.
3. Taniguchi N. On the Basic Concept of Nano- Technology/N. Taniguchi//Proc. Intl. Conf. Prod. Eng. – Tokyo. – Part II, 1974.
4. Drexler, К. Е. Engines of Creation: the Coming Era of Nanotechnology/ К. Е. Drexler. – NY: Anchor Press, 1986. – XII, 298 p
5. Глазьев, С. Ю. Теория долгосрочного технико-экономического развития/ С. Ю. Глазьев. – М.: ВладДар, 1993. – 310 с.
6. Алиева, Н. З., Захаров, А. П. Трансформации научно-инновационного развития общества в контексте конвергентных технологий // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 4. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/transformatsii-nauchno-innovatsionnogo-razvitiya-obschestva-v-kontekste-konvergentnyh-tehnologiy> (дата обращения: 22.03.2016).
7. Отраднова, О. А. Нанотехнологии и их роль в понимании реальности в современном обществе / О. А. Отраднова// Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2013. – № 12. – С. 149–154.
8. Бейлин, М. В. Нанотехнология как прорыв в постнеклассической науки: Монография/ М. В. Бейлин. – Харьков: Издательство «Обериг» , 2014. – 480 с.

I. V. Lefanova

FORMATION OF THE FOURTH SCIENTIFIC WORLD IN THE TRANSITION TO A SOCIETY OF STABLE TYPE

Formation of the fourth scientific picture of the world in the transition to a sustainable society requires a type of philosophical understanding of nano-reality.