

□ БЕЙЛИН М.В. (Харьков, Україна)

НАНОТЕХНОЛОГИИ В ИЗМЕРЕНИЯХ ПОСТНЕКЛАССИЧЕСКОЙ НАУКИ

АНОТАЦІЯ

Розглядаються особливості становлення та розвитку нанотехнології в контексті постнекласичної науки. Обґрунтовується методологічне значення концепції фіналізації науки для вирішення проблем, що виникли з появою високих технологій. Наголошується, що еволюційний розвиток в науці змінюється соціальним управлінням наукою. На фінальному етапі реалізації наукових проектів вибір одного з альтернативних рішень є результатом не «природної» внутрішньонаукової еволюції, а свідомої постановки зовнішніх цілей, в яких зацікавлене суспільство. Показано, що на шляху розвитку нанотехнології і становлення нанонауки виникають складнощі, потребують для свого подолання міждисциплінарної постановки принципово нових проблем наукового пізнання, створення нових наук, тісно об'єднують різні галузі пізнання, раніше розвивалися без суттєвої взаємодії один з одним.

Ключові слова: нанотехнології, постнекласичної науки, концепція фіналізації, науковий проект, внутрішньонауковий еволюція, нанонаука, трансдисциплінарності практики.

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются особенности становления и развития нанотехнологии в контексте постнеклассической науки. Обосновывается методологическое значение концепции финализации науки для решения проблем, возникших с появлением высоких технологий. Отмечается, что эволюционное развитие в науке сменяется социальным управлением наукой. На финальном этапе реализации научных проектов выбор одного из альтернативных решений является результатом не «естественной» внутринаучной эволюции, а сознательной постановки внешних целей, в которых заинтересовано общество. Показано, что на пути развития нанотехнологии и становления нанонауки возникают сложности, требующие для своего преодоления междисциплинарной постановки принципиально новых проблем научного познания, создания ряда новых наук, объединяющих различные отрасли познания, ранее развивавшиеся без существенного взаимодействия друг с другом.

Ключевые слова: нанотехнологии, постнеклассическая наука, концепция финализации, научный проект, внутринаучная эволюция, нанонаука, трансдисциплинарные практики.

SUMMARY

The features of formation and development of nanotechnology in the context of postnonclassical science are investigated. The methodological significance of the concept of science finalization for solving a number of problems that have arisen with the appearing of high technology is substantiated. It is noted that the evolutionary development in science is replaced by social management of science. At the final stage of the realization of scientific projects the choice of one out of other alternative solutions is not the result of "natural" intrascientific evolution but the result of conscious setting of external purposes in which society is interested. It is shown that on the way of development of nanotechnology and formation of nanoscience the difficulties appear and they require for their overcoming interdisciplinary setting of fundamentally new problems of scientific cognition, creation of a number of new sciences that closely unite the various branches of knowledge, that were previously developed without significant interaction with each other.

Keywords: nanotechnology, postnonclassical science, the concept of finalization, scientific project, intrascientific evolution, nanoscience, transdisciplinary practices.

Для сучасної постнекласическої науки характерні серйозні сдвиги во взаємодії науки і практики. Вони пов'язані з технологічним застосуванням природно-наукових знань, які трансформують традиційний підхід до розподілу науки на прикладну і базову (фундаментальну). Оказалося, що застосування знань оказує

вплив на процес їх формування, а «можливість функціонування отриманого знання в різних контекстах повинна розподілятися самою природою знання» [3, с.101]. С точки зору філософії і методології науки ці процеси виступають як закономірний етап розвитку науки, підлягаючий пристальному аналізу.

При изучении нанотехнологии в контексте постнеклассической науки представляется важным обратиться к концепции финализации науки, разработанной штарнбергской группой учёных из института Макса Планка, которые рассматривали процесс формирования теории под влиянием внешних целей. В концепции финализации выделяется три стадии развития науки. На первой, предтеоретической, преобладают эмпирические методы и способы описания подготовки данных. На второй – парадигматической стадии – осуществляется построение теории. Оно подчинено таким исследовательским образцам и целям, как повышение точности воспроизведения объекта в теории и достижение согласованности между теориями. Факторы, определяющие формирование парадигмы, являются внутринаучными. Развитие науки по внутренней логике характерно для построения фундаментальных теорий. Они являются теоретически завершёнными дисциплинами, способствующими переходу науки на третью стадию – стадию постпарадигматического исследования. Здесь направление исследования определяется не внешними целями, выполняющими функцию регуляторов дальнейшего развития теорий; логическое развитие теорий продолжается не автономно, а под влиянием общественных целей. В отличие от понятия «прикладное исследование» понятие финализации даёт более адекватную характеристику связи науки с внеаучными социальными, политическими, военными и экономическими целями и процессами. Знание задач применения будущих теорий превращается в методологический регулятив научного исследования, самих принципов построения этих теорий. Концепция финализации является ответом на некоторые новые аспекты взаимодействия науки и общества, науки и практики, не претендуя на универсальное историческое объяснение этих отношений. В развитии науки до определённого времени действовала «дарвиновская модель» внутренней эволюции, и внутринаучные методологические регулятивы играли второстепенную роль. Постепенно снижается значимость внутренних факторов развития науки, что обусловлено следующими причинами:

- необходимостью согласования теоретической стороны исследования с внешними целями;

- тенденцией к дегенерализации знания – переходом от универсальных теорий к специализированным;

- происходящему под влиянием практических задач движению от каузальности к функциональным связям в науке;

- увеличением сложности описываемых наукой систем.

Эти причины приводят к тому, что эволюционное развитие в науке сменяется социальным управлением наукой. На финальном этапе реализации научных проектов выбор одного из альтернативных решений является результатом не «естественной» внутринаучной эволюции, а сознательной постановки внешних целей, в которых заинтересовано общество. Историческими условиями реализации научных проектов являются объекты, имеющие отношение к экономическим, военным, медицинским и другим проблемам; обращение к ним и управление ими на основе навыков донаучного характера может быть невозможным и неэффективным, и в ряде случаев теоретическое освоение определённых областей является формой, которая связывает науку и её цели. Таким образом, происходит введение научных подходов и методов в специфические объектные области; онаучивание областей, обращение к которым определено внешними целями, базируется на «зрелых» теориях. При реализации объяснительных функций этих теорий формулируются законы, которые могут быть использованы для прогнозирования относительно предмета теории; благодаря той роли, которую наука стала играть в научно-техническом прогрессе общества, зависимость общества от дальнейшего научно-технического прогресса постоянно возрастает. Как отмечает К.В. Корсак, высшей по значению движущей силой общественно-цивилизационного развития было развитие технологий и наук, а не активность «исторических личностей, пассионарность племён или борьба классов» [2, с.77].

Современный мир требует как приспособления науки к сформулированным в обществе целям, так и изменения самих целей. В наиболее острых социологических вопросах науки, таких как применение атомной энергии, нанотехнологий и биотехнологий возникают сомнения в способности общества ставить правильные ориентиры развития.

Интерес к проблеме социальной обусловленности науки во многом вызван отрицательными последствиями научно-технического прогресса. Осуществляемое обществом управление наукой необходимо в процессе реализации научных разработок в прикладной сфере. Идея социально контролируемой науки, изложенная в концепции финализации, в современном мире всё больше определяет духовную и научно-политическую атмосферу общества. Идеал научности связан с двумя регуляторами – идеей поиска истины и идеей свободы ценностей. Для более успешного функционирования научных отраслей необходимо регулирование существующего института науки, в котором идеал когнитивной социологии науки соединил бы академические размышления и реальную науку, указывающую «опасные» перспективы. Финализации могут быть подвергнуты и «открытые» (незавершённые) теории. Если теория «открыта», то в ней сохранен потенциал саморазвития. Если потенциал развития теории исчерпан, то она является завершённой. Таким образом, финализация одной теории может стать исходным пунктом развития другой, новой теории, которая попытается объяснить явления, находящиеся за пределами предметного поля, в котором использование старой теории является целесообразным. Открытые теории способствуют появлению новых теорий на междисциплинарной основе с учётом эпистемологического и социологического критериев, а развитие «замкнутых» теорий происходит под влиянием внешних целей. Замкнутые теории характеризуют условия возможности определённого опыта. Устойчивость так называемых замкнутых теорий и их особое положение в науке не могут в полной мере гарантировать полное отсутствие в них внутренних импульсов к постановке новых проблем. На ранних стадиях развития науки существует возможность влияния внешних целей на развитие теории. На современном этапе развития науки необходимо выявить специфику внешних целей. Многие из этих целей сами являются следствием развития науки и не могут возникнуть как продолжение уже существующих практических потребностей (атомная энергетика, космические исследования, нанотехнологии и т.д.).

Динамичное развитие новых научных разработок, связанных с высокими технологиями, требует переосмысления роли социальных наук в процессе финализации и специфики финализации в различных науках, при этом нельзя допустить редуцирование науки рамками технических потребностей. Концепция финализации науки сохраняет методологическое значение для решения ряда проблем, возникших с появлением высоких технологий. Следует отметить, что динамика науки в целом сохранила эволюционный характер, и в отношении всей науки целесообразно говорить только о социальном экстернализме, который фактически описывает ситуацию, где социальная обусловленность науки сочетается с её относительной самостоятельностью.

Влияние социальных факторов на развитие науки чрезвычайно важно. К сожалению, сегодня можно констатировать, что социокультурная ситуация не благоприятствует развитию науки как отрасли человеческой деятельности. Практически свёрнута работа по популяризации научного знания и научной деятельности, снизилась престижность занятий наукой; несмотря на то, что научная карьера осталась одним из немногих социальных лифтов, эффективность её в этой роли заметно снизилась. Результативность привития вкуса к научной деятельности в образовательных заведениях несопоставима с периодом полувекковой давности. Все эти тревожные факторы усугубляются неудовлетворительным финансированием науки и низкой востребованностью результатов научной деятельности практикой. Этими факторами нельзя пренебрегать при анализе современного состояния науки и динамики развития отдельных отраслей научного знания. Если социальные условия являются фоном, который может быть в различной степени благоприятным для исследований, то отправным моментом их проведения являются возникающие перед человеком проблемы, а завершающим – практика. Развитие практики существенно для выделения объектов исследования. Вовлечение всё новых объектов познания – микромира и космоса является результатом этой деятельности, сама возможность которой открыта наукой. В современном мире науки возрастает постоянный взаимообмен между наукой и практикой. Качественно новая связь естествознания с практикой про-

является в методологии и гносеологии. Возрастает роль практики для теории познания во всех её аспектах: как предпосылки, условия, цели, знания и критерия истины. Постнеклассический этап в развитии науки актуализирует проблему объективности в методологии естествознания так, как она уже была поставлена перед методологией общественнознания. Поэтому в методологии естествознания обсуждается вопрос о неклассическом решении проблемы объективности с точки зрения связанности естественных наук с целями общества. Важно, что новое качественное состояние естествознания – изменение его отношений с практикой – приводит к возрастанию роли социального знания в его организации, то есть к своеобразному участию общественных наук в изучении природы.

Наука становится не просто знанием о природе и инструментом человеческой деятельности, но и подлинной программой, позволяющей формировать не только пути достижения целей, но и сами цели. Но если постановка целей в меньшей степени обусловлена конкретными обстоятельствами, то выбор инструмента для их достижения зависит от обстоятельств непосредственным образом. Без учёта целей нельзя охватить очень существенные черты развития современной постнеклассической науки.

В постнеклассической науке тенденция междисциплинарного развития и взаимодействия фундаментальных и прикладных исследований стирает противоположности между ними, обуславливает их непосредственный переход друг в друга. Одна из коренных черт постнеклассической науки заключается в том, что такие фундаментальные отрасли как математика, физика, химия, биология всё более короткими и прямыми путями вовлекаются в создание принципиально новых технических систем и технологий, всё быстрее находят пути к практическому применению своих разработок. На основе возросшей практической необходимости научного знания в условиях своеобразной нанореволюции XXI столетия происходит интенсивный процесс усиления ранее существовавших и формирование совершенно новых связей фундаментальных естественных и общественных наук с прикладными и техническими науками. С одной стороны, неизмеримо возрастает значимость

прикладных наук, и примером этого является широкое внедрение нанотехнологий в производственную деятельность и развитие нанонауки. Всё более органичной становится их связь с исследованием глубинных сторон и отношений явлений действительности. Это выражается в том, что ныне лишь на основе принципиально новых фундаментальных достижений науки возможно решение коренных технических проблем, возникающих на пути развития цивилизации. Современную техноконструктивную реальность уже нельзя представить без использования открытий в таких новых разделах физики, как квантовая механика и квантовая электродинамика, физика атома и элементарных частиц, физика твёрдого тела и полупроводников, физика плазмы, сверхвысоких и сверхнизких давлений и температур, а также открытий в области химии и различных отраслях биологии. С другой стороны, возрастает значимость прикладных аспектов фундаментальных наук. В результате образуется принципиально новое междисциплинарно-синтетическое, теоретико-практическое по своей природе научное знание, в котором непосредственно соединяются и теоретические и практические аспекты. На пути развития нанотехнологии и становления нанонауки возникают сложности, требующие для своего преодоления междисциплинарной постановки принципиально новых проблем научного познания, создания ряда новых наук, тесно объединяющих различные отрасли познания, ранее развивавшиеся без существенного взаимодействия друг с другом.

Современный научный поиск представляет собой креативное взаимодействие предметного, нормативного и рефлексивного знания. В нанотехнонауке общее понятие научного поиска как вариативного процесса, направленного на поиск «истины», не потеряло своего мировоззренческого значения. Прежде всего это понятие должно применяться к познавательным процессам, направленным на построение аферетических (процессуальных) и интенциональных моделей, фиксирующих способы создания и функционирования познавательных объектов в заданных условиях, их динамику в изменяющихся условиях, способы направленной коррекции определённых параметров объектов [3]. Главным эпистемологическим итогом стало признание

включённости в научный поиск процессов рефлексивного характера, которые в рамках прежнего общего понятия были вынесены за его пределы и периодически подключались к нему по мере необходимости. Модель такого научного поиска разработана в постнеклассической науке. Новое представление базируется на трёхэлементном содержании научного поиска, изначально включающем предметное, нормативное и рефлексивное знание, различающееся по содержательным интенциям, формам представления и основным функциям.

Нанотехнология, эксплицируя в многообразии форм дисциплинарной и трансдисциплинарной рефлексии взаимосвязей внутринаучных ценностей и целей нанотехнонауки с вненаучными, выражает одну из ключевых тенденций в развитии современного постнеклассического рационализма (В.С. Стёпин). Причём если дисциплинарная рефлексивная практика представляется этикой науки и исследованиями научного этоса, которые достаточно хорошо проработаны, то трансдисциплинарные практики нанотехнологической ценностной рефлексии, выходящие во вненаучную социальную сферу, не получили должного истолкования в философии науки. Поэтому остаётся слабо разработанной фундаментальная теоретическая проблема философского обоснования трансдисциплинарных практик нанотехнологии, решение которой будет, кроме всего прочего, иметь важное практическое значение для развития образования в области нанотехнологии и различных вариантов гуманитарной экспертизы нанотехнологических знаний. Данное обстоятельство определяет как общетеоретическую, так и практическую актуальность философско-методологического обоснования трансдисциплинарной парадигмы в нанотехнологии. Следует отметить, что актуальность данного исследования выходит за рамки чисто нанотехнологических проблем. В определённом смысле мы рассматриваем нанотехнологии как парадигмальный пример для философского осмысления феноменов трансдисциплинарности в целом. Данное понимание не случайно, поскольку продиктовано новейшими тенденциями в развитии науки и философии, отразившими процесс трансформации традиционных структур производства знания и формирования трансдисциплинарных стратегий решения сложных проблем

в образовании, энергетике, экологии, здравоохранении и т.п. Современные исследователи предлагают различные концептуальные модели описания этих тенденций: «тройной спирали»: университет-промышленность-государство (Л. Лейдесдорф, Г. Ицкович), постакадемической науки (Дж. Займан), постнормальной науки (Дж. Равец, С. Фунтович), «второй тип» производства знания (М. Гиббоне, Х. Новотны), постнеклассической науки (В.С. Стёпин) и др. В результате развития современных форм производства получение знания предстаёт как сложный многомерный процесс переформатирования отношений науки с обществом, системой образования, экономикой и политикой.

Если теоретических разработок отмеченных трансформаций в сфере производства знаний достаточно много, то в философской литературе почти не представлены общие основания, трансдисциплинарная парадигма, необходимая для обеспечения инновационных процессов. А именно эта парадигма может выступать проектной рамкой и коммуникативным началом, обеспечивающим оптимальное сочетание технологических и социогуманитарных инноваций в науке, технике, экономике и институционализации инновационной деятельности в сложных контекстах «общества знаний» в форме мобильных трансдисциплинарно-организованных предпринимательских и исследовательских групп (лабораторий, фирм, компаний и т.д.). Проблемы координации такого рода деятельности социальных субъектов обуславливают необходимость учёта социально распределённого характера производства знаний, разработки различных методов экспертного анализа технауки.

Эффективно сочетая философско-методологическую рефлексию результатов предшествующего опыта, трансдисциплинарную матрицу поведения агентов инновационной деятельности и проектную деятельность транспрофессионального сообщества, нанотехнология оказывается полем формирования новой проблемной области исследований, направленной на оценку и прогнозирование процессов современного инновационного развития, в частности, развития высоких технологий. С учётом необходимости установления масштабов неопределённости нанотехнологи-

ческого развития не только с позиций экономической эффективности, но и с точки зрения гуманитарной экспертизы (Вал. А. Луков, Б.Г. Юдин) формируются междисциплинарные и трансдисциплинарные формы исследований, направленные на оценку социополитических, социозэкологических, этико-социальных рисков, открываемых интенсивным развитием нанотехнологий.

Таким образом, предпринятый анализ степени разработки проблемы определяет необходимость концептуализации в едином исследовательском поле философских и методологических оснований нанотехнологии как трансдисциплинарного феномена постнеклассической науки. В понимании И. Канта, основанием не только конститутивным (отвечающим на вопрос «что?»), но и регулятивным (отвечающим на вопрос «как?»). Нанотехнологии появились вследствие постепенного уменьшения объекта исследования и разработки в области изобретения устройств для изучения объектов малых размеров. В результате сформировалась наноинфраструктура. Чем глубже мы проникаем в строение вещества, тем большие предоставляются возможности. Нанотехнология занимается исследованием способов манипулирования атомами, молекулами и их совокупностями с целью воздействия на основные, первичные качества материала и получения необходимых вторичных свойств. В новой области знания инженерные разработки и проектирование не уступают по своей значимости фундаментальным исследованиям. Находясь на стыке макро- и микромиров, наночастицы существуют как раз в том пограничном диапазоне, в котором уже практически исчезают корпускулярные свойства, но ещё не начинают проявляться волновые, в этом масштабе появляются новые свойства материалов. Процесс познания в нанотехнологии выглядит следующим образом: «явление-получение информации-интерпретация-понимание». В постнеклассическом типе научной рациональности признаётся зависимость познания от ценностно-целевых сознательных и бессознательных установок субъекта, который сам включается в систему исследования.

Поскольку нанообъекты обладают принципиально новыми свойствами, нанонаука в узком смысле этого слова представляет собой деятельность по открытию и изучению свойств

малоразмерных частиц. В широком же смысле нанонаука включает в себя весь процесс от открытия и исследования свойств частиц до методов изготовления конечного продукта.

Некоторые законы, используемые в нанотехнологии, известны благодаря исследованиям в физике твёрдого тела, а также исследованиям физики и свойств микрочастиц, способов изучения и измерения величин малых размеров. Другие характеристики и свойства нанообъектов имеют природу, изучением которой в классической постановке вопроса занималась химическая наука. Так, цвет и способность к реакции зависят от размеров кластеров. Зачастую физические законы и химические характеристики в нанотехнологии проявляются как новые свойства, которых нет у аналогов из макромира. Наночастицы являются основой для нового класса атомарно сконструированных материалов. Уникальная природа углеродной связи очень важна при формировании органических молекул; отдельное внимание в нанотехнологии уделяется углеродным наноструктурам – фуллеренам, нанотрубкам, графену.

Таким образом, многоцелевая направленность нанотехнологии в рамках постнеклассической науки задаёт необходимость совмещения сохраняющейся в постнеклассической науке ориентации на истину с ориентацией на практико-прагматический результат с учётом социокультурной составляющей и междисциплинарной коммуникации. Нанотехнологии определяют инновационные тенденции развития современной постнеклассической науки и раскрывают её характер как научной отрасли знания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кёттер Р. К отношению технической и естественнонаучной рациональности /Р.Кёттер //Философия техники в ФРГ. М.: Прогресс, 1989. – 528 с.
2. Корсак К.В. Экономика і лідерство в науках: минуле, сучасне, майбутнє. / К.В. Корсак // Науковий вісник ЧДІЕУ №1 (5), 2010, с.76-85
3. Юдин Б.Г. Методологический анализ функционирования знания / Б.Г.Юдин // Вопросы философии, 1982, №8.