

DOI: 10.37930/1990-9780-2023-4-78-151-164

Т. А. Галеев¹

СОЗДАНИЕ СТРУКТУРЫ ФОРСИРОВАНИЯ НБИКС-КОНВЕРГЕНЦИИ В РОССИИ²

Структурным ядром нового технологического уклада (ТУ) многие авторы считают процесс НБИКС-конвергенции. Показано, что многие проблемы, стоящие перед Россией, можно решить при условии перехода в шестой ТУ. Однако, нельзя ждать, пока НБИКС-конвергенция осуществится сама по себе. Для реализации любого проекта необходимо участие субъекта-теоретика, занимающегося научной стороной вопроса, субъекта-практика, создающего спрос на научные разработки и притворяющего их в жизнь, а также наличие госпрограммы, ответственной за координацию субъектов и определяющей дальнейшее направление развития. Представлен краткий обзор текущего состояния структур, призванных обеспечить ускорение процесса НБИКС-конвергенции в России и, соответственно, – форсирование перехода в шестой технологический уклад.

Ключевые слова: НБИКС-конвергенция, госпрограммы, нанотехнологии, биотехнологии, микроэлектроника, цифровизация, ИИ, когнитивистика.

УДК 330.352

В России одной из наиболее распространённых концепций, описывающих принципы формирования шестого ТУ, является концепция НБИКС-конвергенции. «Шестой технологический уклад на основе NBICS-конвергентных технологий создает уже достаточные предпосылки для перехода к ноопроизводству, которое означает окончательное отделение техносферы от человеческого общества» [19]. Часто утверждают, что сам факт конвергенции различных направлений НБИКС может породить синергетический эффект, создать самоподдерживающуюся систему и привести к эффекту «технологической сингулярности». Однако то, что хорошо работает в рамках теоретических концепций, может столкнуться с непредвиденными трудностями на практике.

Так, Российская Федерация сталкивается с препятствиями, преодолеть которые можно в том числе за счёт технологического рывка – скорейшего перехода к шестому ТУ. Несмотря на отсутствие согласия в научном сообществе по вопросам оценки эффективности рыночных реформ и выбора дальнейшего пути развития экономики страны [18], необходимость увеличения научно-технического потенциала ни у кого не вызывает сомнения. Согласно С. Ю. Глазьеву, «Научно-технический прогресс обеспечивает устойчивый быстрый экономический рост при снижающихся ценах и является главным спо-

¹ Тимур Анварович Галеев, аспирант экономического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова (119234, РФ, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 61), e-mail: galtian38@gmail.com

² Исследование выполнено за счёт гранта Российского научного фонда № 23-18-00508, <https://rscf.ru/project/23-18-00508/>

собом удержания низкой инфляции при растущей монетизации экономики» [9]. С. Д. Бодрунов на VIII Санкт-Петербургском экономическом конгрессе сказал: «...единственно эффективная стратегия развития экономики в этих условиях – это новая ее реиндустриализация на базе передовых технологий VI уклада, и в целом – движение к новому технологическому базису, лежащему в основе материального и институционального устройства нового индустриального общества второго поколения, единственно гарантирующего возможность поступательного позитивного развития и экономики, и общества, и человека» [4]. В то же время «...знаниеемкое производство будет базироваться на НБИКС-конвергенции, достижимой лишь на базе перехода к доминированию технологий V и VI технологических укладов, перспективного VII техуклада и в рамках вхождения России в Интегральный мирохозяйственный уклад, концепцию которого представил наш коллега академик РАН С. Ю. Глазьев» [8]. Понимание необходимости рывка убеждает в том, что нельзя ждать момента, когда синергетический эффект от НБИКС-конвергенции возникнет естественным образом в результате постепенной междисциплинарной диффузии технологий. Стимулирование такой конвергенции приобрело статус общенациональной задачи. Соответственно, требуется субъект, который сможет эту задачу осуществить.

Чтобы определить характеристики такого субъекта, следует прежде всего чётко сформулировать задачу. Задача состоит в переходе российской экономики на новый ТУ за счёт осуществления НБИКС-конвергенции. Таким образом, для выполнения одной большой задачи необходимо реализовать ряд более мелких подзадач, выражающихся в стимулировании отдельных направлений, в совокупности составляющих НБИКС-конвергенцию: нано-, биотехнологии, информационные, когнитивные и социальные технологии, конвергенция перечисленных технологий в единую систему – формирование системного ядра VI ТУ.

Решение общей задачи невозможно без развития вышеперечисленных направлений, особенно последнего. Каждый специалист в НБИКС-технологиях выполняет свою роль: когнитивист обдумывает, нанотехнолог создаёт, биотехнолог вооружает, информационщик контролирует, социолог использует полученные технологии в интересах людей и общества. А государство должно создать институциональные условия, чтобы все перечисленные специалисты успешно работали и взаимодействовали. Рассмотрим каждую подзадачу более подробно.

Распространено мнение, что нанотехнологии являются ключевой составляющей НБИКС-конвергенции [12]. Сами по себе нанотехнологии выступают в качестве междисциплинарного направления (в исследования вовлекаются физики, химики, оптики, биологи, врачи, инженеры), хотя при первом упоминании в 1974 г. данный термин применялся в основном, для обозначения процессов обработки поверхностей с использованием различных излучений [3]. Они действуют как двигатель всего кластера НБИКС и развиваются экспоненциально, расширяя свои границы на различные области: производство, строительство, медицина и многие другие. Благодаря нанотехнологиям можно создать новые венчурные проекты и производства, использующие инновационные методы, например 3D-печать и прототипирование.

Развитие nanoиндустрии в России является составной частью инновационной стратегии государства, направленной на создание инфраструктуры для управления инновационными процессами и стимулирование инновационного роста [15]. Началом государственного стимулирования исследований в данной области считают принятие во второй половине 1990-х гг. нормативно-правовых актов, касающихся, в основном,

составления списков критических технологий³. Однако, первым документом, сформировавшим цельную картину развития стала появившаяся в 2004 г. «Концепция развития в Российской Федерации работ в области нанотехнологий на период до 2010 года»⁴. Данный документ, определивший основные приоритеты и направления развития, в 2006 г. был дополнен документом «Программа координации работ в области нанотехнологий и наноматериалов в Российской Федерации»⁵. Тогда же был утверждён образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 210600 – Нанотехнология, установивший перечень специальностей: «Нанотехнология в электронике» и «Наноматериалы», квалификация выпускника – «инженер»⁶. В 2007 г. был назначен субъект, ответственный за координацию исследований и разработок в области нанотехнологий и оценку результатов, полученных в рамках реализации программы. Этим субъектом стал ФГУ РНЦ «Курчатовский институт».

Позднее, в том же 2007 г. появилась президентская инициатива «Стратегия развития nanoиндустрии», которая более детализированно, чем предыдущие документы, описывала задачи развития отечественной nanoиндустрии на период 2007–2015 гг. Данная инициатива дала старт целому ряду нормативно-правовых актов, сформировавших государственную политику в области развития нанотехнологий. В частности, была основана госкорпорация «Российская корпорация нанотехнологий» (Роснано-тех), реорганизованная в 2011 г. в ОАО «Роснано», ответственная за практическую реализацию теоретических концепций и внедрение нанотехнологий в промышленность, с инвестированием напрямую и через инвестиционные фонды нанотехнологий в высокотехнологичные проекты, обеспечивающие развитие новых производств на территории РФ.

Таким образом, с конца нулевых годов на направлении нанотехнологий, считаемых многими исследователями локомотивом НБИКС-конвергенции, действуют два субъекта, способствующих развитию этого направления. Курчатовский институт отвечает за координацию теоретической, научно-фундаментальной части (субъект-теоретик), а ОАО «Роснано» – за практическое осуществление полученных разработок (субъект-практик). Говоря об актуальных государственных программах, напомним, что в настоящий момент задачи, связанные с развитием нанотехнологий распределены в государственной программе «Научно-технологическое развитие Российской Федерации» в редакции от 9 декабря 2022 г. Однако слово «нанотехнология» в ней не упоминается. «Стратегия развития нанотехнологий» действовала в 2007–2015 гг., соответственно, в 2010–2015 гг. отмечались высокие темпы положительной динамики выпуска отечественной продукции nanoиндустрии, но после завершения действия «стратегии» эти темпы пошли на спад [13]. После 2015 г. в РФ нет единой государственной стратегии развития nanoиндустрии, которая, по ряду оценок, страдает от недофинансирования.

³ Приказ № 2728п-П8 от 21.07 1996 г. Режим доступа: http://www.rusnanonet.ru/download/nano/19960721_krt.pdf

⁴ Концепции развития в Российской Федерации работ в области нанотехнологий на период до 2010 года. Режим доступа: <http://www.rusnanonet.ru/docs/16687/>

⁵ Программа координации работ в области нанотехнологий и наноматериалов в Российской Федерации. Режим доступа: <http://www.rusnanonet.ru/docs/9905/>

⁶ Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования «210600 Нанотехнология». Режим доступа: Министерство образования и науки РФ. URL: http://www.edu.ru/db/portal/spe/os_okso_zip/210600_2006.html

Абстрагируемся от вопросов распределения финансовых ресурсов и обратим внимание на другие атрибуты системы развития НБИКС-конвергенции в России. Безусловно, любому начинанию необходимы финансы, как кровь живому организму, но, прежде чем вливать свежую кровь, необходимо создать сам организм. Поэтому для начала зададимся вопросами структурирования системы государственной поддержки и координации ядра нового ТУ, а когда система будет отлажена (в управленческом смысле), займёмся вопросами недофинансирования.

На примере развития отечественной наноиндустрии было показано, что для полноценного движения вперёд необходимы три составляющие:

1. Субъект, ответственный за координацию теоретической части разрабатываемого направления (субъект-теоретик).
2. Субъект, ответственный за содействие практической реализации теоретических наработок (субъект-практик).
3. Конкретная государственная программа — план, осуществляющий направляющую и общекоординирующую функции.

После 2015 г. отсутствие конкретной программы в области развития нанотехнологий сказалось на выпуске готовых изделий. А что с остальными составными частями НБИКС-конвергенции?

Биотехнологическая отрасль в СССР активно развивалась до начала 1990-х гг., занимая 3 % мирового рынка и уступая только США. Для примера: в 2011 г., по словам В. В. Путина, на долю России приходилось меньше 0,2 % объёма оборота биорынка [7]. К моменту распада Советского Союза биотехнологическая отрасль была сконцентрирована в рамках Министерства медицинской и микробиологической промышленности СССР, позднее переименованного в Министерство медицинской промышленности СССР. Министерство располагало системой отраслевых институтов (9 институтов) и обширной производственной инфраструктурой, поделенной на сегменты. В общей сложности насчитывалось более 240 предприятий, из них почти сто являлись крупнотоннажными производствами, оснащёнными современным оборудованием и технологиями мирового уровня [6]. В 1990-е – начале 2000 гг. биотехнологическая отрасль в России практически исчезла, как и многие другие высокотехнологичные отрасли [17]. Однако, отечественный биотех – редкий пример того, как возрождение отрасли началось не после принятия госпрограмм – «сверху», а в результате самоорганизации заинтересованного научного сообщества – «снизу».

Благодаря инициативе авторитетных биотехнологов, включая академика РАН А. А. Воробьева, в 2003 г. было создано Общество биотехнологов России (ОБР), которому в 2004 г. присвоено имя одного из первых специалистов в области генной инженерии в СССР Ю. А. Овчинникова⁷. В 2005 г. в Госдуме был проведён «круглый стол», посвящённый биотехнологиям. Была представлена Программа развития биотехнологии в РФ на 10 лет (до 2015 г.), разработанная экспертами ОБР Национальная программа «Развитие биотехнологии в Российской Федерации на 2006–2015 гг.» Программа не носила официального характера, однако, послужила базой для программ регионального уровня в Чувашии и Татарстане. Позднее при участии ОБР были разработаны и приняты программы «БИО-2020»⁸ и утверждённая годом позже «Дорожная карта раз-

⁷ Общероссийская общественная организация «Общество биотехнологов России им. Ю. А. Овчинникова» (2003–2019 гг.) // Официальный сайт: URL: <https://biorosinfo.ru/about/>

⁸ Комплексная программа развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 года. Утв. Правительством РФ 24.04.2012 № 1853п-П8.

вития биотехнологий и генетической инженерии». К сожалению, несмотря на амбициозные цели, заявленные в программах, к 2020 г. не удалось достичь ни одного из запланированных показателей. В качестве одной из основных причин провала, как и в случае с нанотехнологиями, часто называется недофинансирование.

Каковы итоги развития биотехнологий в России? В качестве основного субъекта выступает ОБР им. Овчинникова, соответственно, невозможно специализировать деятельность, как в случае с развитием нанотехнологий, где действуют отдельно субъект, ответственный за теоретическую часть, и субъект, ответственный за содействие реализации конкретных проектов. В планах ОБР значится достижение численности в 10000 членов, чтобы общество могло выступать в качестве инициатора проектов, которые государственные органы будут обязаны рассматривать в соответствии с законопроектом Федерального закона РФ «О законодательной инициативе граждан». По данным на 1 января 2019 г., численность ОБР составляла только 3025 человек в 59 регионах. Поэтому пока общество ограничивается организацией конференций и «круглых столов» в ГД РФ. Иными словами, субъект, ответственный за развитие биотехнологической составляющей НБИКС-конвергенции, ещё слишком слаб. Кроме того, несмотря на пандемию COVID-19, новая государственная программа по развитию биотехнологий так и не была принята.

Можно возразить, что не стоит механически переносить принцип развития нанотехнологической отрасли на другие направления НБИКС. Однако председатель ОБР Р. Г. Василев выделяет в качестве ключевых задач развития биотехнологической отрасли схожие принципы:

1. Создание сети отраслевых биотехнологических научно-технологических центров (институтов), задачей которых является обеспечение отечественной биоиндустрии современными технологиями.

То есть – выделение субъекта (субъектов), ответственных за развитие теоретического направления (субъектов-теоретиков) (примечание наше).

2. Создание специального института развития (Фонда развития биотехнологии, Корпорации развития биотехнологии и т. д.) для строительства современных биотехнологических производств.

То есть – выделение субъекта (субъектов), ответственных за практическую реализацию (субъектов-практиков) (примечание наше).

3. Разработка и утверждение государственной программы выпуска ключевых видов биотехнологической продукции и соответствующего плана развития научной и производственной инфраструктуры.

То есть – создание координирующей плановой программы (примечание наше).

4. Формирование межведомственного рабочего органа высокого уровня (при Председателе Правительства РФ) для оперативного рассмотрения и снятия барьеров, препятствующих развитию биотехнологии, выработки мер поддержки отрасли [6].

То же самое относится к созданию госпрограммы. Однако такая структура также будет субъектом. Имеет смысл реализовать такую структуру не только для биотехнологий, но и для всего НБИКС, т. е. в разделе конвергенции (примечание наше).

Что касается информационной составляющей НБИКС, данное направление можно разделить на две части: Hardware – производство «компьютерного железа» и Software – разработка программного обеспечения. В свою очередь, программное обеспечение необходимо разделить на технологии искусственного интеллекта (ИИ) и прочие программы, процесс разработки и внедрения которых часто называют цифровизацией. Итак, информационная составляющая НБИКС-конвергенции условно разделяется на разра-

ботки отечественных ЭВМ, технологии систем искусственного интеллекта и цифровизацию.

Главная часть ЭВМ современного поколения – микропроцессор. По ряду оценок, это одна из наиболее сложных технологий, разработанных человечеством. Из-за высокой сложности компьютерных чипов их производственная цепочка рассредоточена по всему миру. В среднем, для производства одного чипа необходимо выполнить более 1000 процедур и более 70 перемещений через международные границы, прежде чем он дойдет до конечного потребителя [1]. В силу высокого уровня специализации на каждом участке производственной цепочки каждый из её сегментов контролируется монополиями и олигополиями [2], замещение каждой из которых чрезвычайно сложная задача ввиду высокого уровня затрат (десятки миллиардов долларов), длительности организации производства и накопления нужных компетенций [11]. Сложилась ситуация, при которой невозможно полностью воспроизвести производственную цепочку создания процессоров не только в рамках предприятия, или страны, но даже в рамках одного геополитического блока. Это обусловило жёсткую взаимозависимость стран мира. Полупроводниковая промышленность – во-многом экономический базис глобализации. Отчасти данную взаимозависимость можно преодолеть по мере развития систем распределённого производства, менее требовательных к углублению разделения труда [16].

Тем не менее, по словам академика РАН А. Л. Стемпковского⁹, перед Россией стоит задача – овладеть всем производственным циклом создания микросхем или, по крайней мере, стремиться к этому. В 1980-е гг. СССР производил 75...80 % микросхем на отечественном оборудовании и из отечественных материалов, отставая от США и Японии на 5 лет.

В качестве субъекта, ответственного за теоретическую часть разработки проблематики развития микроэлектроники, можно выделить зеленоградский Институт проблем проектирования в микроэлектронике Российской академии наук (ИППМ РАН). Институт основан 1 октября 1986 г. как НИИ систем автоматизированного проектирования радиоэлектронной аппаратуры и сверхбольших интегральных схем Академии наук СССР (НИИСАПРАН). Планировалось, что институт вместе с рядом других НИИ и заводов войдёт в состав нового крупного межведомственного «Центра информатики и электроники» (ЦИЭ), который мог стать более крупным субъектом, ответственным за теоретическую часть разработки проблематики, но распад СССР не позволил этим планам осуществиться. ИППМ РАН с 2017 г. входит в состав учреждений, подведомственных Минобрнауки России, и находится под методическим руководством Отделения нанотехнологий и информационных технологий Российской академии наук (ОНИТ РАН)¹⁰. По словам научного руководителя ИППМ РАН Александра Стемпковского, одна из главных проблем института – малый размер: 50 сотрудников не могут конкурировать с зарубежными научно-исследовательскими центрами численностью в несколько тысяч сотрудников. Поэтому «...нужно на базе нашего института создавать новый, готовить минимум несколько сотен сотрудников, закупать современную технику. Возвращаться

⁹ Как Россия может осуществить прорыв в микроэлектронике // Российская газета – Столичный выпуск. №236(8884).

¹⁰ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем проектирования в микроэлектронике Российской академии наук (ИППМ РАН) // Официальный сайт. URL: <http://www.ippm.ru/>

к тому, что планировалось в конце 80-х годов, но не было реализовано»¹¹. Тем не менее, Институт находится под методическим руководством Отделения нанотехнологий и информационных технологий РАН, что можно интерпретировать как фактор, способствующий НБИКС-конвергенции.

В производстве отечественной микроэлектроники участвуют несколько предприятий: АО «ПКК Миландр», АО «МЦСТ», АО «Микрон», АО «Байкал Электроникс», АО НПЦ «ЭЛВИС», АО НТЦ «Модуль». Однако большинство из них занимаются, в основном, разработкой архитектуры процессоров, а непосредственная сборка до введения санкций выполнялась на заводах TSMC в Тайване. Из перечисленных предприятий «Микрон», «Элвис» и «Модуль» имеют наилучшие возможности для производства микрочипов. А на роль основного субъекта-практика больше всего подходит АО «Микрон», поскольку является составной частью Ростеха. Было бы правильнее обозначить в качестве субъекта-практика Ростех, также занимающийся производством электроники, в частности базовых станций связи стандарта 5G¹², хотя их производство осложнено санкционным давлением.

Сказать что-то определённое о качественной составляющей государственной программы по развитию микроэлектроники невозможно, поскольку она засекречена¹³. Можно только отметить, что она рассчитана до 2030 г. и на неё направлено более 3 триллионов рублей. Получается, что в направлении Hardware требуемые критерии (субъект-теоретик, субъект-практик, госпрограмма) соблюдены. А как обстоят дела в направлении Software?

Отметим главное достоинство цифрового сегмента российской экономики: хотя отечественные цифровые системы нельзя считать крупными международными игроками, тем не менее российские IT-компании, в основном, доминируют на рынках России и СНГ. Выделяют более 10 цифровых экосистем, развиваемых частными компаниями: Сбер (103 млн пользователей), Яндекс (104 млн пользователей), X5 Retail Group, Wildberries, Тинькофф, Озон, ВТБ, МТС, Мегафон, Авито, VK (бывш. Mail.ru), «Сеть Партнерств»... Помимо частных компаний в РФ действует государственная цифровая система «Госуслуги», созданная в рамках реализации госпрограммы «Информационное общество»¹⁴, (2011–2020 гг.) В настоящий момент ей на смену пришёл Национальный проект «Цифровая Экономика», занимающийся также вопросами развития искусственного интеллекта. Иными словами, в России есть и частные, и государственные структуры, занимающиеся как теоретическими, так и практическими вопросами цифровизации. Есть и государственные программы, направляющие их деятельность. Всё это относится и к вопросам разработки систем искусственного интеллекта. В рамках Национального проекта «Цифровая Экономика» действует Федеральный проект «Искусственный Интеллект», согласно которому было выделено финансирование шести научно-исследовательским центрам, занимающимся разработками в сфере ИИ.

¹¹ Как Россия может осуществить прорыв в микроэлектронике // Российская газета – Столичный выпуск. №236(8884).

¹² Ростех представил Михаилу Мишустину отечественную базовую станцию 5G. URL: rostec.ru.

¹³ Государственная программа «Развитие электронной и радиоэлектронной промышленности». URL: <http://government.ru/rugovclassifier/837/events/>

¹⁴ Государственная программа «Информационное общество». Принята распоряжением Правительства России №1815-р от 20 октября 2010 года. URL: <https://digital.gov.ru/ru/activity/programs/1/>.

Главным узким местом в развитии направления Software в России можно считать кадровый голод. Согласно данным исследования «HR-вызовы – 2021», проведённого аналитиками IT-холдинга TalentTech, дефицит высококвалифицированных программистов составил в 2021 г. 150 000 человек, а к 2024 г. может достичь 300 000¹⁵ вакансий. Для развития всего информационного сектора НБИКС-конвергенции необходимо развивать производство отечественного Hardware, что возможно за счёт самой НБИКС-конвергенции, поскольку производство микросхем во-многом относится к нанотехнологиям, и способствовать решению вопросов кадрового голода. В свою очередь, проблема дефицита кадров может быть решена за счёт: остановки «утечки мозгов» путём повышения заработной платы и увеличения целевого набора, автоматизации труда IT-специалистов с помощью применения ИИ, привлечения иностранных специалистов из дружественных стран. Безусловно, необходимо увеличить количество образовательных программ по дефицитным специальностям, однако, это не позволит решить проблему в краткосрочной перспективе. Решение кадровых проблем поможет ускорить прогресс «цифровизации как ядра нового технологического уклада, основанного на NBICS-конвергенции» [19].

Когнитивное направление НБИКС-конвергенции представляет собой совокупность научных направлений, связанных с вопросами изучения процесса познания. Оно является конвергенцией отдельных разделов биологии, психологии, физиологии... Ядром когнитивных наук является когнитивистика – междисциплинарное научное направление, объединяющее гносеологию, когнитивную психологию, нейрофизиологию, когнитивную лингвистику, невербальную коммуникацию и теорию искусственного интеллекта. Когнитивистика обладает большим потенциалом для НБИКС-конвергенции за счёт своего междисциплинарного характера и пересечения с остальными направлениями НБИКС.

С другой стороны, проблема выделения действующих субъектов и создания госпрограммы наталкивается на вопрос – считать когнитивистику единой наукой или рассматривать её как совокупность наук? Профессор Университета Торонто Джон Вервеке выделяет три потенциальных характера связи между дисциплинами и соответствующие им подходы к когнитивистике:

1. Номинализм – когнитивистика как обобщающий термин для нескольких отдельных наук. Проблема подхода – игнорирование системообразующей связи между элементами когнитивистики.

2. Интердисциплинарный эклектицизм – дисциплины сообщаются, оставаясь самодостаточными.

3. Синоптическая интеграция – декларирует необходимость создать единую теорию и язык, который объединит когнитивные процессы на различных уровнях в систему и позволит им взаимодействовать. Проблема данного подхода – возможность развития радикального редуктивизма, который может свести все когнитивные процессы к одному базовому уровню, например нейронному.

Такое разнообразие оценок целостности науки – плата за широкую междисциплинарность. Интересно, что в российском научном сообществе часто применяется термин «федерация когнитивных наук», который, с одной стороны, подчёркивает автономность различных наук, а с другой – фиксирует единство когнитивистики, взаимосвязанность всех её составляющих [14]. Как бы то ни было, такое многообразие состав-

¹⁵ Заботиться о сотрудниках и моментально менять планы. Чему 2021-й год научил российских работодателей. URL: <https://potok.io/blog/hr-research/hr-2021-2022-research/>.

ляющих когнитивистики до сих пор не позволило оформиться крупным структурам, связующим когнитивное направление НБИКС-конвергенции в единый субъект. Соответственно отсутствует и государственная программа развития отечественной когнитивистики. Для целей развития НБИКС-конвергенции необходимо разработать и принять государственную программу, направленную в том числе на усиление координации междисциплинарных связей (между научными структурами, занимающимися отдельными направлениями когнитивных исследований). Иными словами, госпрограмма должна быть направлена на формирование субъекта-теоретика и субъекта-практика.

Социальная часть НБИКС-конвергенции отвечает, главным образом, за гуманистическую направленность результатов (как теоретических, так и прикладных), полученных в процессе развития остальных составных частей НБИКС-конвергенции, и гармоническое развитие Человека и Общества. Проблематику социальных изменений, вызываемых НБИКС-конвергенцией, можно рассматривать на уровне как отдельной личности и небольших коллективов, так и всего общества. Соответственно, выделяются микросоциология, социология и макросоциология. В настоящее время в России по каждому из данных направлений существует ряд коммерческих, вузовских и независимых социологических центров, ведущих широкие эмпирические и теоретические исследования в различных областях общественной жизни [10]. В социальном разделе НБИКС-конвергенции существуют и субъекты-теоретики, и субъекты-практики. Однако, для целей гуманистического осуществления НБИКС-конвергенции данные структуры должны часть своего внимания уделять рассмотрению проблематики НБИКС-конвергенции. Например, можно на уровне государства создать систему грантов, выдаваемых социологическим центрам на проведение исследований по вопросам последствий влияния технологических трансформаций на Общество и Человека. Подобную систему грантов в случае её реализации можно рассматривать в качестве госпрограммы, направленной на развитие социологической части НБИКС-конвергенции.

Выше были рассмотрены отдельные составные части НБИКС-конвергенции. Остаётся открытым вопрос конвергенции – её форсирования за счёт активизации государственных усилий. На данном этапе всю НБИКС-конвергенцию можно рассматривать так же, как и отдельный её элемент. Необходимо формирование на уровне государства субъекта-теоретика, субъекта-практика и государственной программы. Субъект-теоретик – научное учреждение, сконцентрированное на междисциплинарных взаимодействиях элементов НБИКС-конвергенции и развивающее горизонтальные связи с субъектами-теоретиками отдельных направлений. Субъект-практик может иметь форму госкорпорации, в её портфеле – активы различных стартапов и производств различных направлений НБИКС. Государственная программа содействия конвергенции НБИКС должна быть направлена на гармонизацию госпрограмм отдельных направлений НБИКС и внесение в них больше элементов междисциплинарности.

Теперь, когда описано состояние отдельных направлений НБИКС-конвергенции, можно текущую ситуацию представить более наглядно (см. таблицу).

Основываясь на наглядных данных, сформулируем практические рекомендации по созданию государственной системы содействия НБИКС-конвергенции:

1. Принять новую госпрограмму по развитию нанотехнологий.
2. Оказать содействие развитию Общества биотехнологов России.
3. Создать госкорпорацию, занимающуюся биотехнологиями («Росбиотех»).
4. Решить проблему кадрового голода в ИТ.
5. Принять госпрограмму по развитию российской когнитивистики.

Структура НИКИС-конвергенции в Российской Федерации

Субъект	Нано	Био	Hardware	Инфо		Когно	Социо	Конвергенция
				Цифровизация	Software			
Теоретик	ФГУ РНЦ «Курчатовский институт»	Общество биотехнологов России (ОБР) (малочисленно)	Институт проблем проектирования в микроэлектронике Российской академии наук (ИППМ РАН)	Частные и государственные разработчики и реализаторы цифровых систем. (кадровый голод)	Шесть центров	-	Коммерческие и государственные социологические центры	-
Практик	ОАО «Роснано»	-	АО «Микрон» (Ростех)			-		-
Госпрограмма	-	-	Государственная программа «Развитие электронной и радиоэлектронной промышленности» (засекречена)	Национальный проект «Цифровая Экономика»	Федеральный проект «Искусственный Интеллект»	-	-	-

6. Создать НИИ когнитивистики.
7. Создать госпредприятие, занимающееся вопросами практического внедрения результатов исследований в НИИ когнитивистики.
8. Создать фонд по выдаче грантов для социологических центров за исследования, направленные на выявление социальных последствий НБИКС-конвергенции.
9. Принять государственную программу, направленную на развитие НБИКС-конвергенции
10. Создать НИИ, занимающийся междисциплинарными исследованиями в направлениях НБИКС.
11. Создать госкорпорацию, занимающуюся реализацией проектов НБИКС.

Безусловно, стимулирование НБИКС-конвергенции – только одна часть перехода на новый ТУ и построения экономической системы, отвечающей современным условиям и интересам России. В реализации подобной программы заинтересованы все слои российского общества. «В то же время надо понимать: для того чтобы эта объективная, но абстрактная заинтересованность всех членов общества в формировании и осуществлении подобной стратегии превратилась в реальные действия, нужна большая систематическая, целенаправленная и эффективная работа широкого круга представителей научного сообщества по ее конкретизации, детальной проработке и активному мониторингу ее реализации в тесном диалоге с представителями государственных органов, бизнеса, гражданского общества. Именно такая совместная работа может стать основой того общественного договора, без которого немислимо наше движение к новому состоянию общества» [5]. Как показывает практика, подобные изменения в государственной политике можно инициировать как «сверху» (как в случае с информационными технологиями), так и «снизу» (на примере российского биотеха). Однако, только встречное движение может дать нужный эффект.

Список литературы

1. Khan S. M., Mann A., Peterson D. (2021) The Semiconductor Supply Chain: Assessing National Competitiveness. Center for Security and Emerging Technology, p. 5. URL: [https:// gwern.net/doc/cs/hardware/2021-khan.pdf](https://gwern.net/doc/cs/hardware/2021-khan.pdf)
2. Kleinhans J.P., Baisakova N. (2020) The Global Semiconductor Value Chain. The Stiftung Neue Verantwortung. URL: https://www.stiftung-nv.de/sites/default/files/the_global_semiconductor_value_chain.pdf
3. Taniguchi N. (1974) On the Basic Concept of “Nano-Technology”. Proc. Intl. Conf. Prod. Eng. Tokyo. Part II. Japan Society of Precision Engineering.
4. Бодрунов, С. Д. Промышленная политика России в условиях вызовов глобальной трансформации: задачи теории и практики перехода к новому этапу индустриального развития (НИО.2) / С. Д. Бодрунов // Экономическое возрождение России. – 2023. – № 2 (76). – С. 5–12.
5. Бодрунов, С. Д. Рождение новой эпохи: вызовы для России и мира / С. Д. Бодрунов // Научные труды Вольного экономического общества России. – 2022. – Т. 235, № 3. С. 55–62.
6. Василев, Р. Г. Биотехнология в России: недавнее прошлое, опыт настоящего, перспективы будущего / Р. Г. Василев. – М., 2021. URL: <https://biorosinfo.ru/Situacionnyj-analiz-razvitiyabiotekhnologii-v-Rossijskoj-Federacii/>
7. Путин, В. Наша задача – создать условия для формирования в России мощного сектора биоиндустрии / В. Путин // Медвестник. – 2011. URL: <https://medvestnik.ru/content/news/>

vladimir_putin_nasha_zadacha_sozdat_usloviya_dlya_formirovaniya_v_rossii_moschnogo_sektora_bioindustrii.html

8. Глазьев, С. Ю. Новый мирохозяйственный уклад. Модель для сборки / С. Ю. Глазьев // Научные труды Вольного экономического общества России. – 2018. – Т. 210, № 2. – С. 240–246.

9. Глазьев, С. Ю. О неадекватности экономического образования экономическим реалиям: необходимость кардинального пересмотра учебных программ по подготовке менеджеров и специалистов для госуправления / С. Ю. Глазьев // Вопросы политической экономии. – 2023. – № 2 (34). – С. 27–31. DOI: 10.5281/zenodo.7987701 <https://zenodo.org/record/7987701>

10. Горшков, М. К. Социология в России: становление и развитие / М. К. Горшков // Социологическая наука и социальная практика. – 2017. – № 2(18). – С. 7–29.

11. Ильина, С. А. Рынок полупроводников: глобальная цепочка создания стоимости и динамика в условиях кризиса / С. А. Ильина // Вестник Института экономики Российской академии наук. – 2022. – №3. – С. 112–125.

12. Кричевский, Г. Е. Введение в НБИКС-технологии / Г. Е. Кричевский // НБИКС: Наука. Технологии. – 2017. – Т. 1, № 1. – С. 27–54.

13. Афонина, Н. Развитие нанотехнологий в РФ / Н. Афонина // Образовательный портал «Справочник». – Дата написания статьи: 05.01.2023. – URL: https://spravochnik.ru/innovationnyu_menedzhment/razvitie_nanotekhnologiy_v_rf/ (дата обращения: 08.05.2023). 14. Чудинов, А. П. Когнитивная наука – когнитивные науки – федерация когнитивных наук (из истории российской когнитивной лингвистики) / А. П. Чудинов // Вопросы когнитивной лингвистики. – 2015. – №1 (42). – С. 117–121.

15. Шарапов, А. Р. Анализ институтов развития как инструментов инновационной модернизации / А. Р. Шарапов, А. А. Гилязова, А. Р. Тузиков // Вестник Казанского технолог. унта. – 2013. – №9. – С. 329.

16. Толкачев, С. А. О снятии противоречий и трансформации капитализма в эпоху Четвертой промышленной революции (капитал без капитализма или капитализм без капитала) / С. А. Толкачев // Вопросы политической экономии. – 2022. – № 3 (31). – С. 85–103. DOI: 10.5281/zenodo.7278306.

17. Хубиев, К. А. Надломленный вектор развития российской экономики / К. А. Хубиев, И. М. Теняков // Вопросы политической экономии. – 2022. – № 2 (30). – С. 22–39. DOI: 10.5281/zenodo.6881149 <https://zenodo.org/record/6881149>.

18. Теняков, И. М. Количественные и качественные характеристики экономического роста в России: 30 лет рыночных преобразований / И. М. Теняков // Вопросы политической экономии. – 2021. – № 3 (27). – С. 37–52. DOI: 10.5281/zenodo.5554084 (<https://zenodo.org/record/5554084>).

19. Бодрунов, С. Д. Ноономика / С. Д. Бодрунов. – М.: Культурная революция, 2018. – 432 с.

References

1. Khan S. M., Mann A., Peterson D. (2021) The Semiconductor Supply Chain: Assessing National Competitiveness. Center for Security and Emerging Technology, p. 5. URL: [https:// gwern.net/doc/cs/hardware/2021-khan.pdf](https://gwern.net/doc/cs/hardware/2021-khan.pdf)

2. Kleinhans J.P., Baisakova N. (2020) The Global Semiconductor Value Chain. The Stiftung Neue Verantwortung. URL: https://www.stiftung-nv.de/sites/default/files/the_global_semiconductor_value_chain.pdf

3. Taniguchi N. (1974) On the Basic Concept of “Nano-Technology”. Proc. Intl. Conf. Prod. Eng. Tokyo. Part II. Japan Society of Precision Engineering.
4. Bodrunov S. D. (2023) Promyshlennaya politika Rossii v usloviyakh vyzovov global'noy transformatsii: zadachi teorii i praktiki perekhoda k novomu etapu industrial'nogo razvitiya (NIO.2) [Industrial Policy of Russia in the Face of Challenges of Global Transformation: Tasks of the Theory and Practice of Transition to a New Stage of Industrial Development (NIS.2)]. Economic Revival of Russia, 76(2), pp. 5-12
5. Bodrunov S. D. (2022) Rozhdeniye novoy epokhi: vyzovy dlya Rossii i mira [The Birth of a New Era: Challenges for Russia and the World]. Scientific Works of the Free Economic Society of Russia, 235(3), pp. 55-62.
6. Vasilov R. G. (2021) Biotekhnologiya v Rossii: nedavneye proshloye, opyt nastoyashchego, perspektivy budushchego [Biotechnology in Russia: Recent Past, Present Experience, Future Prospects]. Moscow. URL: <https://biosinfo.ru/Situacionnyj-analiz-razvitiyabiotekhnologii-v-Rossijskoj-Federacii/>
7. Medvestnik (2011) Vladimir Putin: Nasha zadacha – sozdat' usloviya dlya formirovaniya v Rossii moshchnogo sektora bioindustrii [Vladimir Putin: Our Objective Is to Create Conditions for the Formation of a Powerful Bioindustry Sector in Russia]. Medvestnik. URL: https://medvestnik.ru/content/news/vladimir_putin_nasha_zadacha_sozdat_usloviya_dlya_formirovaniya_v_rossii_moshchnogo_sektora_bioindustrii.html
8. Glazyev S. Y. (2018) Novyy mirokhozaystvennyy uklad. Model' dlya sborki [The New World Economic Order. A Model Kit to Assemble]. Scientific works of the Free Economic Society of Russia, 210(2), pp. 240-246.
9. Glazyev S. Y. (2023) O neadekvatnosti ekonomicheskogo obrazovaniya ekonomicheskim realiyam: neobkhodimost' kardinal'nogo peresmotra uchebnykh programm po podgotovke menedzherov i spetsialistov dlya gosupravleniya [On the Inadequacy of Economic Education to Economic Realities: The Need for a Radical Revision of Curricula for Training Managers and Specialists for Public Administration]. Issues of Political Economy, 2(34), pp. 27–31.
10. Gorshkov M. K. (2017) Sotsiologiya v Rossii: stanovleniye i razvitiye [Sociology in Russia – Formation and Development]. Sociological Science and Social Practice, 2(18), pp. 7–29.
11. Ilyina S. A. (2022) Rynok poluprovodnikov: global'naya tsepochnaya sozdaniya stoimosti i dinamika v usloviyakh krizisa [Semiconductor Market: Global Value Chain and Dynamics in a Crisis]. Bulletin of the Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences, 3, pp. 112–125.
12. Krichevsky G. E. (2017) Vvedeniye v NBIKS-tekhnologii [Introduction to NBICS-Technologies]. NBICS: Science.Technologies, 1(1), pp. 27–54.
13. Afonina N. (2023) Razvitiye nanotekhnologiy v RF [Development of nanotechnologies in the Russian Federation]. Spravochnik. URL: https://spravochnik.ru/innovacionnyy_menedzhment/razvitiye_nanotekhnologiy_v_rf/ (Access date: 08.05.2023).
14. Chudinov A. P. (2015) Kognitivnaya nauka – kognitivnyye nauki – federatsiya kognitivnykh nauk (iz istorii rossiyskoy kognitivnoy lingvistiki) [Cognitive Science – Cognitive Sciences – Federation of Cognitive Sciences (Based on the History of Cognitive Linguistics)]. Issues of Cognitive Linguistics, 42(1).
15. Sharapov A. R., Gilyazova A. A., Tuzikov A. R. (2013) Analiz institutov razvitiya kak instrumentov innovatsionnoy modernizatsii [Analysis of Development Institutions as Instruments of Innovative Modernization]. Herald of Technological University, 9, p. 329.

16. Tolkachev S. A. (2022) O snyatii protivorechiy i transformatsii kapitalizma v epokhu Chetvertoy promyshlennoy revolyutsii (kapital bez kapitalizma ili kapitalizm bez kapitala) [On the Removal of Contradictions and the Transformation of Capitalism in the Era of the Fourth Industrial Revolution (Capital Without Capitalism or Capitalism Without Capital)]. *Issues of Political Economy*, 3 (31), pp. 85–103. DOI: 10.5281/zenodo.7278306.

17. Khubiev K. A., Tenyakov I. M. (2022) Nadlomlennyy vektor razvitiya rossiyskoy ekonomiki [The Fractured Vector of Development of the Russian Economy]. *Issues of Political Economy*, 2(30), pp. 22–39. DOI: 10.5281/zenodo.6881149 (<https://zenodo.org/record/6881149>).

18. Tenyakov I. M. (2021) Kolichestvennyye i kachestvennyye kharakteristiki ekonomicheskogo rosta v Rossii: 30 let rynochnykh preobrazovaniy [Political and Qualitative Statistics in Russia: The 30th Anniversary of Market Transformations]. *Issues of Political Economy*, 3(27), pp. 37–52. DOI: 10.5281/zenodo.5554084 (<https://zenodo.org/record/5554084>).

19. Bodrunov S. D. (2018) *Noonomika* [Noonomy]. Moscow: Kul'turnaya revolyutsiya Publ. 432 p.

T. A. Galeev¹⁶. Creation of Forcing Structure of NBICS-Convergence in Russia. The structural core of the new technological order is recognized by many authors as the NBICS convergence process. Now Russia is facing a lot of problems, many of which can be solved with the transition to the sixth technological order. However, in the current conditions, it is impossible to wait until the NBIX convergence takes place on its own. To implement a project, it is necessary to involve a theoretical subject dealing with the scientific side of the issue, a practical subject creating demand for scientific developments and putting them into practice, and it is also necessary to have a state program responsible for coordinating subjects and determining the further direction of development. This article provides a brief overview of the current state of the structures designed to accelerate the process of NBICS convergence in Russia and, accordingly, to accelerate the transition to the sixth technological order.

Keywords: NBICS convergence, state programs, nanotechnology, biotechnology, microelectronics, digitalization, and cognitive science.

¹⁶ *Timur A. Galeev*, PhD student of the Lomonosov Moscow State University (Leninskie Gory, d1, str. 61, Moscow, 119234, Russia), e-mail: galtian38@gmail.com