

# ТИПЫ ОБУЧЕНИЯ

О.Е. Баксанский

## Конвергенция Знаний, Технологий и Общества: стратегические цели *NBICS-конвергенции*<sup>1</sup>

**Аннотация.** Развивая когнитивные исследования, делается попытка реализовать принципиально новый подход. С одной стороны, изучаются процессы сознания с помощью нейронаук, физиологии и молекулярной биологии, а с другой стороны, одновременно привлекаются специалисты различных социально-гуманитарных направлений. Аббревиатура NBIC относится к сближению нанотехнологии, биотехнологии, информационно-технологии и когнитивистики. В 2013 г. было опубликовано аналитическое исследование, посвященное NBIC2-конвергенции (означающей «выходящее за пределы NBIC-конвергенции»). Поскольку оно сосредоточено на обсуждении и рекомендациях в отношении того, как взаимопересечение может учитывать социальные перспективы, то сегодня наряду с аббревиатурой NBIC2 также принимают сокращение SKTS (*Convergence of knowledge and technology for the benefit of society* - конвергенции знаний, технологий и общества). Анализируются перспективы и социально-экономические риски конвергентных технологий. Нанотехнологии, биотехнологии, информационные, когнитивные и социальные технологии (NBICS) играют основополагающую роль развивающихся конвергентных инструментов, которые совместно формируют общую SKTS платформу (*Convergence of knowledge and technology for the benefit of society* - конвергенции знаний, технологий и общества). Новая научная картина мира складывается в естествознании XXI в. – • аналитический подход к познанию структуры материи сменился синтетическим, доминируют междисциплинарные исследования, растет их многообразие; • они берут на себя интегративные функции по отношению к отдельным наукам; сближаются науки об органической и неорганической природе, интеграция наук приобретает трансдисциплинарный характер; • дифференциация из особого направления эволюции науки становится моментом доминирующего в ней интеграционного процесса; • процессы дифференциации и интеграции сливаются в единый интегрально-дифференциальный синтез; усиливается взаимодействие между внешним и внутренним единством науки, они часто становятся неразличимыми. Такая парадигма научного знания может быть названа конвергентной.

**Ключевые слова:** Конвергентные технологии, Сложность, Неотраслевые технологии, Отраслевые технологии, Конвергентная парадигма, SKTS-конвергенция, NBICS-конвергенция, NBIC-конвергенция, NBIC2-технологии, Опасности и риски.

**К**онвергенция представляет собой междисциплинарное явление с преобразующими взаимодействиями, создающими новые результаты.

Аббревиатура NBIC относится к сближению нанотехнологии, биотехнологии, информационной технологии и когнитивистики. Сокращение SKTS относится к ключевой современной познавательной концепции – сближению знаний и технологии

за счет (и с пользой для) науки. Первая значительная конференция по NBIC-направлению была проведена в Арлингтоне в 2001 г.; затем были последующие NBIC-конференции в 2003 г. (Лос-Анджелес), в 2004 г. (Нью-Йорк) и в 2005 г. (Кона, HI).

В 2013 г. было опубликовано аналитическое исследование, посвященное NBIC2-конвергенции (означающей «выходящее за пределы NBIC-конвергенции») - *Convergence of Knowledge,*

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке РГНФ, грант № 12-03-00333а «Философия образования: когнитивный подход».

Technology and Society: Beyond Convergence of Nano-Bio-Info-Cognitive Technologies\ Editors M.C. Roco, W.S. Bainbridge, B. Tonn, G. Whitesides. Dordrecht, Heidelberg, New York, London: Springer, 2013.

Поскольку оно сосредоточено на обсуждении и рекомендациях в отношении того, как взаимодействие может учитывать социальные перспективы, то сегодня наряду с аббревиатурой *NBIC2* также принимают сокращение *CKTS* (Convergence of knowledge and technology for the benefit of society - конвергенции знаний, технологий и общества).

Нанотехнологии, биотехнологии, информационные технологии, когнитивные и социальные технологии (NBICS) играют основополагающую роль развивающихся конвергентных инструментов, которые совместно формируют общую *CKTS* платформу.

Образование является важным инструментом для подготовки нового поколения ученых и инженеров, чтобы реализовать перспективы NBIC и *CKTS*, соответственно, что представляет собой стимул для развития конвергенции.

Широко известна фраза К. Леви-Стросса: «XXI век будет либо веком гуманитарных наук, либо его не будет вообще».

Конечно, не стоит быть столь категоричным, но отрицать важность и значимость социально-гуманитарных технологий в контексте конвергентных технологий было бы весьма опрометчиво.

Развивая когнитивные исследования, делается попытка реализовать принципиально новый подход. С одной стороны, изучаются процессы сознания с помощью нейронаук, физиологии и молекулярной биологии, а с другой стороны, одновременно привлекаются специалисты различных социально-гуманитарных направлений:

- философы,
- психологи,
- социологи,
- лингвисты,
- этнографы и др.

Например, изучая поведение человека или животного в момент принятия решения, анализируется распространение сигнала по нейронным сетям, возбуждение различных отделов мозга с нейрофизиологических позиций, далее опускаясь на молекулярный уровень.

С другой стороны, одновременно можно исследовать этот же процесс с помощью гуманитарных технологий, например, изучая пове-

денческие, речевые, психологические и другие особенности.

Привлечение гуманитарных технологий дает нам право говорить о создании новой конвергентной НБИКС-технологии, где «С» – это социальные гуманитарные технологии.

Все эти чрезвычайно сложные технологии требуют специалистов принципиально нового класса, подготовленных уже на междисциплинарной основе. При этом таких междисциплинарно образованных специалистов не должно быть много, на сегодняшний день это, можно сказать, элита научного сообщества.

Можно сказать, что развивающийся на наших глазах феномен NBICS-конвергенции представляет собой радикально новый этап научно-технического прогресса. знаменует начало трансгуманистических преобразований, когда сама по себе эволюция человека перейдет под его собственный разумный контроль.

Дифференциация наук способствует становлению методов исследования, специфичных для каждой отрасли науки, что позволяет овладевать знаниями об объектах, явлениях и процессах вглубь, получать точную и детальную информацию об отдельных их элементах. Однако без объединения разнопредметных знаний невозможно целостное описание объекта, системы, процесса, явления, теории, построение многомерной картины мира, отражающей его изменчивость и подвижность, без этого невозможно постижение взаимной обусловленности всего происходящего в мире. Объединение усилий наук позволяет овладевать знаниями не только вширь, - благодаря ему рождается новое знание вглубь, оно подводит к выявлению и раскрытию новых качеств изучаемых объектов, дает новое представление о единстве и взаимосвязи всего сущего.

Более того, разные области познания не могут развиваться независимо друг от друга, ибо тесно взаимосвязаны через объект исследования. Да и само научное знание по своей природе является целостным, интегративным и системным, а его разбиение на отдельные части - явление чисто условное.

Процесс развития науки - если описать его в самых общих чертах - начинается с появления множества отдельных, не связанных между собой областей знания. Позже началось объединение областей знания в более крупные комплексы, а по

мере их расширения снова проявила себя тенденция к специализации. Технологии же всегда развивались взаимосвязано, и, как правило, прорывы в одной области были связаны с достижениями в других областях. При этом развитие технологий обычно определялось в течение длительных периодов каким-либо одним ключевым открытием или прогрессом в одной области. Так, можно выделить открытие металлургии, использование силы пара, открытие электричества и т.п.

Сегодня же, благодаря ускорению научно-технического прогресса, мы наблюдаем пересечение во времени целого ряда волн научно-технической революции. В частности, можно выделить идущую с 80-х годов XX столетия революцию в области информационных и коммуникационных технологий, последовавшую за ней биотехнологическую революцию, недавно начавшуюся революцию в области нанотехнологий. Также нельзя обойти вниманием имеющий место в последнее десятилетие бурный прогресс развития когнитивной науки.

Особенно интересным и значимым представляется взаимовлияние именно информационных технологий, биотехнологий, нанотехнологий и когнитивной науки. Данное явление получило название **NBICS-конвергенции** (по первым буквам областей: N -нано; B -био; I -инфо; C –когно, S - социально-гуманитарные технологии).

Термин **NBIC-конвергенции** ввели в 2002 г. М. Роко и У. Бейнбриджем, авторами наиболее значительной в этом направлении на данный момент работы, отчета «Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information technology and Cognitive science», подготовленного 2002 г. в Всемирном центре оценки технологий (WTEC). Отчет посвящен раскрытию особенности NBIC-конвергенции, ее значению в общем ходе развития мировой цивилизации, а также ее эволюционному и культурообразующему значению.

Однако спустя 5-6 лет стало очевидно, что первоначальные четыре базовые технологии невозможно рассматривать в отрыве от блока социально-гуманитарных дисциплин и М.В. Ковальчуком было предложено расширить **NBIC-конвергенции** до **NBICS-конвергенции**, что открыло огромное поле деятельности для гуманитарного знания, но, к сожалению, отечественные академические исследователи (философы, психологи, социологи, экономисты) оказались не готовы ответить на

вызовы времени. Далее, мы постараемся очертить стратегические направления органического включения социально-гуманитарных технологий в общий конвергентный контекст.

Объективно процессы интеграции и дифференциации связаны с материальным единством мира, практическими потребностями развивающегося общества и всех его подсистем. С процессуальной стороны они рассматриваются как противоположные тенденции, как две стороны процесса познания, которые являются характеристиками его развития. Границы между ними часто бывают размыты и подвижны, а их единство не исключает того, что в различные моменты в процессе познания преобладает какая-то одна из них.

В современной науке интеграция понимается как **взаимодействие** на основе общих принципов познания окружающего мира, общих **инвариантов**, позволяющих объединить разнопредметные знания в единую, целостную, стройную систему. Однако если в естественных науках в качестве инвариантов могут выступать общие логические основания, общие структуры, характеристики, общие качества или обобщенные понятия, используемые разными областями естествознания, то поиски оснований для интеграции естественнонаучного и гуманитарного знания вызывают серьезные затруднения, особенно в той области, где они соприкасаются с ненаучным знанием. Вместе с тем, целостный образ мира, его обобщенная картина в представлениях отдельного человека, его мировоззрение и его деятельность формируются на основе синтеза как научных, так и ненаучных знаний, отражающих разные стороны познания мира. Поиски оснований этого синтеза для современной философии и методологии науки представляют чрезвычайно серьезную проблему, теоретическое решение которой пока не найдено.

Научное познание возникло из необходимости создать целостную картину окружающего мира. Именно из холистической концепции природы исходил родоначальник современной физики Исаак Ньютон, хотя дисциплинарная структура научного знания берет свое начало еще в Античности и продолжается вплоть до наших дней.

Однако изучение разноаспектной реальности привело к тому, что вместо целостной картины мира наука получила своеобразную мозаику с разной степенью полноты изученных и понятых явлений за счет вычленения модельных сегмен-

тов природы, доступных анализу. Желая познать мир более глубоко, выявить фундаментальные законы, лежащие в основе мироздания, человек был вынужден сегментировать природу, создать дисциплинарные границы.

Следствием этого явилась узкая специализация науки и образования, что, в свою очередь определило отраслевой принцип организации экономики и производства.

Последующее развитие цивилизации с необходимостью потребовало возникновения сначала интегрированных межотраслевых технологий, а в настоящее время - **надотраслевых** технологий, примерами которых являются **информационные** и **нанотехнологии** (манипулирование атомами). При этом последние представляют собой единый фундамент для развития **всех** отраслей новой наукоемкой технологии постиндустриального – информационного – общества, первый надотраслевой приоритет развития. Нанотехнологии – это базовый приоритет для всех существующих отраслей, которые изменят и сами информационные технологии. В этом заключается синергизм новой системы, что возвращает нас к цельной картине естествознания. Можно сказать, что сегодня у ученых есть некий набор пазлов, из которых надо вновь собрать целостный неделимый мир.

Последние привели к изменению исследовательской парадигмы: если ранее научное познание носило аналитический характер («сверху вниз»), то теперь оно перешло на синтетический уровень («снизу вверх»), что потребовало отказа от узкой специализации и перехода созданию различных материалов и систем на атомно-молекулярном уровне.

Важнейшими чертами современного этапа развития научной сферы являются:

- переход к наноразмеру (технологии атомно-молекулярного конструирования);
- **м е ж д и с ц и п л и н а р н о с т ь** **н а у ч н ы х** исследований;
- сближение органического (живой природы) и неорганического (металлы, полупроводники и т.д.) миров.

Цивилизация прошла путь от **макротехнологий** (дом, машина), где измерения производились линейками или рулетками, через **микротехнологий** (полупроводники, интегральные схемы), где в качестве измерительных приборов уже использовались оптические методы, до **нанотехнологий**,

где для измерений нужны уже рентгеновские установки, ибо оптические методы достигли границ своей применимости.

Можно сказать, что **нанотехнологии** представляют собой методологию современного научного познания, ее рабочий инструмент, ведущий к принципиальному стиранию междисциплинарных границ. Более того, это именно методология создания новых материалов, а не «одна из» множества других существующих технологий. Иными словами, если современная **физика** является сегодня *методологией холистического понимания* природы, **математика** – *аппаратом* (языком) этого понимания, то **конвергентные технологии** являются *инструментом* этого аппарата, с одной стороны, а с другой, - основой промышленного производства и системы образования (философия образования).

Именно конвергентные технологии, являясь материальным плацдармом конвергентного подхода, исходя из нанотехнологической методологии, изменили парадигму познания с **аналитической** на **синтетическую**, породив современные промышленные технологии, обеспечившие стирание узких междисциплинарных границ.

При этом следует иметь в виду, что **НЕ**отраслевые технологии ни в коем случае не уничтожают специальное знание, как утверждают многие отечественные философы постнекласического толка, – просто узкая специализация останется необходимым компонентом точного знания.

Вместе с тем не следует относиться к нанотехнологиям как к некоторой панацее, которая избавит человечество от всех существующих проблем - от экономических до очень модных сегодня глобальных экологических.

Нанотехнологии, как уже неоднократно подчеркивалось, – это, прежде всего, инструмент, который во многих аспектах является универсальным для интегрированного целеуказания, которым является конвергенция. Но ее главным проективным критерием является функция **сложности**, отражающей совершенство произведенной системы.

Существовавшие ранее технологии создавались под нужды человека, под его запросы и потребности, а существующие сейчас технологии (например, те же надотраслевые - информационные и нанотехнологии) оказываются в состоянии изменить самого человека, чего не было в

прошлом. Об этом много рассуждает М.Кастельс в контексте информационной эпохи. Более того, все чаще антропологи отмечают прямое влияние технологий на эволюцию человека как биологического вида.

Таким образом, NBICS-конвергенция порождает множество очень серьезных мировоззренческих проблем. Если начало XX века ознаменовалось известным тезисом о неисчерпаемости электрона, то начало XXI века знаменуется тезисами о диалектической **неисчерпаемости** человеческого мозга и принципиальной возможности **воспроизводства** живого. При этом следует иметь в виду, что эти установки следует понимать не в буквальном смысле, а с точки зрения *асимптотического* приближения, хорошо известного математиками и физикам.

Сегодня в когнитивной науке получила широкое распространение компьютерная метафора функционирования мозга. Но это очень приближенная модель: действительно, компьютер – это числовая алгоритмическая система, а мозг принципиально неалгоритмичен (во всяком случае все многочисленные попытки ученых найти или хотя бы описать эти алгоритмы не дали результатов). К тому же, мозг работает с психическими образами при обработке информации, то есть является аналоговой системой. Вместе с тем не стоит забывать, что информация всегда имеет материальный носитель, без и вне которого она не может существовать.

Научная картина мира требует возвращения к натурфилософии (философии природы), с которой 300 лет назад начинал Ньютон, органично включающую в себя естественные и гуманитарные науки. И необходимым инструментом для решения данной задачи являются конвергентные NBICS-технологии.

При этом постоянно следует иметь в виду, что NBICS-конвергенция помимо позитивных аспектов может таить в себе и большое количество угроз и социально-экономических рисков. Определение ключевых факторов риска в значительной степени зависит от перспектив, которые открываются, и от области применения и приложения. Поэтому следует уделять внимание и различным аспектам обеспечения безопасности.

Конвергентные технологии открывают огромные потенциальные возможности и перспективы для человечества, но они же могут оказаться и

ящиком Пандоры. Возможно, это лучший тест на разумность вида *homo sapiens*.

Таким образом, в конце XX – начале XXI веков в естествознании складывается качественно новый тип научной картины мира, который. Развитие производительных сил до уровня пятого и шестого технологических укладов привело к значительному росту теоретической и материально-предметной активности субъекта. Роль науки в обществе продолжает возрастать, она все в большей мере выступает непосредственной производительной силой и интегративной основой всех сфер общественной жизни на всех ее уровнях. Как никогда ранее сблизилась наука и техника, фундаментальные и прикладные науки, науки естественные и социально-гуманитарные (на фоне возрастания роли человеческого фактора во всех формах деятельности). Выделяются совершенно новые типы объектов научного познания. Они характеризуются сложностью организации, открытостью, саморегулированием, уникальностью, а также историзмом, саморазвитием, необратимостью процессов, способностью изменять свою структуру и т.п.

К такого типа уникальным объектам относятся, прежде всего, природные комплексы, в которые включен человек как субъект деятельности (экологические, социальные объекты, медико-биологические, биотехнологические, биосферные, эргономические, информационные комплексы, включая системы искусственного интеллекта и др.). Исследование такого рода объектов требует новых, ранее не проявлявшихся в познавательной деятельности особенностей. Так, изменяются представления классического и неклассического естествознания о ценностно-нейтральном характере научного исследования. В процесс и результат научного познания непосредственно включаются аксиологические факторы (социальная экспертиза, ценностные, этические, эстетические и др. обстоятельства). Крайне важным является появление информационных технологий – первых, носящих надотраслевой характер. Сегодня без них не может существовать ни одна из отраслей науки, промышленности (благодаря им возникли телемедицина, дистанционное обучение, автоматические системы пилотирования самолетов, кораблей и т.д.) - информационные технологии стали неким «обручем», который методологически

и теоретически объединил, интегрировал разные научные дисциплины и технологии<sup>1</sup>.

В современной науке предметная активность субъекта достигла такого уровня, когда появились исключительные возможности созидания новой сферы материальной культуры на основе атомно-молекулярного конструирования искусственных, целенаправленно созданных человеком материальных вещественных образований с принципиально новыми, заданными свойствами. Современные нано- и биотехнологии размывают границы между практической и познавательной деятельностью, познание объекта становится возможным только в результате его предметно-деятельного преобразования. По сути, идет процесс формирования материальной культуры в совершенно новом качестве. Налицо тенденция замены узкой специализации междисциплинарностью, что в свою очередь ведет уже к трансдисциплинарной интеграции.

В современном познании аналитический подход к познанию структуры материи окончательно сменился синтетическим. Анализ и синтез по своей сути не только дополняют, но и взаимно обуславливают друг друга, трансформируются один в другой. Разумеется, в дальнейшем путь анализа никуда не исчезнет, но он перестанет быть главным приоритетом, скорее, отойдет на второй план в векторе развития науки.

Основная цель серии семинаров, проводимых в рамках научно-исследовательской программы, получившей название *NBIC2* и проводившихся в 2011-2012 гг. состояла в том, чтобы определить стратегическую перспективу конвергентных подходов на ближайшее десятилетие с учетом инициативы *CKTS*<sup>2</sup>. Поэтому долгосрочные представления поэтому связаны с предпосылками, поскольку они очень важны для планирования краткосрочных исследований и приоритетов в развитии. Исследование *NBIC-конвергенции* 2001 г. и

известный отчет (*Roco and Bainbridge* 2003) стали путем к новым рубежам, но впереди – еще более значимые задачи, которые предстоит решать в следующее десятилетие. В этом приложении подводятся итоги ранних *NBIC* представлений на ближайшую перспективу, а также выделяются репрезентативные стратегические представления, исходя из данного отчета.

В последние годы было проведено несколько конференции по конвергентным технологиям. Большинство участников согласилось с тем, что социальные перспективы *NBIC2* весьма многообещающие. Но вполне возможно, что на этом пути человечество встретится с серьезными опасностями, однако представляется, что дальнейшее цивилизационное развитие иным путем, кроме как конвергентным, невозможно. Ниже мы обсуждаем возможные перспективы, а также возникающие на этом пути проблемы, вопросы и социально-экономические риски и и опасения.

Начнем с обзора 20 ключевых идей, сформулированных в далеком 2001 г., а далее проанализируем еще порядка 80 актуальных идей, диапазон которых определен в современных *NBIC*-исследованиях. Некоторые представляют собой определенные предсказания, другие – потенциальные проблемы, которые могут возникнуть.

Попытаемся сформулировать и обсудить краткосрочные проблемы конвергенции знаний и технологий в более протяженном историческом контексте, имеющем серьезные последствия для будущее.

В 2005 г. участники совещаний по *NBIC*, составили вопросник с просьбой предсказать, когда в принципе можно ожидать технологических прорывов, и насколько положительным или полезным было бы оно по шкале от 0 до 10.

В большинстве случаев речь идет о текущем столетии.

Начнем с трех предложений, которые могут быть в существенной степени реализованы в ближайшем десятилетии, т.е. к 2015 году:

1. В любой точке мира каждый человек будет иметь мгновенный доступ к необходимой информации, практической или научной по своему характеру, причем в форме, приспособленной к наиболее эффективному использованию этим конкретным лицом.

2. Новые организационные структуры и принципы управления, основанные на быстрой,

<sup>1</sup> Ковальчук М.В. Идеология нанотехнологий. М.2010, С.83

<sup>2</sup> Серия семинаров 2011-2012 гг. и отчет 2013 г. вновь рассматривает вопросы взаимопересечения. Настоящее исследование было посвящено *NBIC2* (означающей «выходящее за пределами *NBIC-конвергенции*»), но поскольку оно сосредоточено на обсуждении и рекомендациях в отношении того, как взаимопересечение может учитывать социальные перспективы – также принимают сокращение *CKTS* (Convergence of knowledge and technology for the benefit of society - конвергенция знаний, технологий и общества).

надежной передаче информации, чрезвычайно повысят эффективность администрирования в бизнесе, образовании и управлении.

3. Удобные датчики и компьютеры расширят осведомленность каждого лица о своем здоровье, окружении, химических загрязнителях, потенциальных опасностях и информации об интересном – местном бизнесе, природных ресурсах и т.д.

Действительно, исходя из текущего состояния научных исследований, можно констатировать, что технологически все готово для реализации для каждого из этих прогнозов на 2015 год, а оставшиеся нерешенными вопросы находятся в стадии реализации.

Первый прогноз предполагает наиболее эффективное использование индивидуумом персонализированных информационных ресурсов. Для очень широкого диапазона текущих информационных нужд желаемые ресурсы могут быть доступны из любого места, в котором есть доступ к Интернету.

Поисковые информационные системы могут быть персонализированными, но также легко индивидуализировать доступ ко многим специальным цифровым библиотекам и архивам.

Не многие люди реально обладают мастерством получать максимальные выгоды из этих возможностей, и возможно будет период, в котором умелое меньшинство временно получит огромное преимущество перед другими людьми. Например, ученые, способные проводить исследования лучше и быстрее, чем их коллеги, чье мастерство в информационной технологии более низкое.

Однако с течением времени все большие группы населения будут обучаться соответствующему мастерству, кроме того, качество интерфейсов продолжает улучшаться, так что первый прогноз с каждым последующим годом будет распространяться на все большее количество людей.

Что касается второго прогноза, то много новых организационных структур, особенно те, которые получили название «виртуальных организаций», применяют информационные технологии для преодоления географических расстояний, развившихся на основе большого числа соответствующих технологий.

Многие из них перекадывают ответственность с одного вида управленческой деятельности на другую, и, таким образом, может также происходить перераспределение отношений между

группами внутри одной организации, а также и между организациями. Таким образом, может оказываться и социальное сопротивление организационным изменениям, и тому, как эти изменения реализуются. В данной области существует обширное поле для исследований, проводимых социально-гуманитарными науками, и *NBICS-конвергенция* оказываться тесно связанной с когнитивными технологиями.

Очень большое количество людей в настоящее время пользуется компьютеро-подобными смартфонами или другими мобильными устройствами, которые эквивалентны компьютерам, и вместе с ними были разработаны многие виды датчиков для контроля за состоянием здоровья отдельного лица или окружающей среды.

Реализация многих специальных приложений, относящихся к третьему прогнозу, несколько замедлилась – возможно, из соображений стоимости, из-за компромисса в отношении индивидуальных денежных инвестиций в период экономических проблем и стоимости усилий на обучение пользованию новыми устройствами.

Каждый из этих трех прогнозов подчеркивает также важность конкретных условий. Во-первых, удовлетворение индивидуальных нужд требует от людей четко выразить, в чем они нуждаются, и обучиться мастерству, которое максимально увеличит их способность пользоваться ресурсами.

Во-вторых, организационные условия могут это замедлить, ускорить или непосредственно изменить прогрессивное применение технологий, поскольку группы и другие социальные силы конкурируют и сотрудничают в принятии решений в отношении реализации новых технологий.

В-третьих, всякая инновация имеет стоимость, и в мире, богатом инновациями, экономические рынки могут играть решающую роль в определении того, какие приложения успешны.

Исследования, проведенные в 2005 году, предположили сроки реализации 8 из 20 прогнозов в течение ближайших 15, т.е. до 2020 года.

4. Люди вне зависимости от происхождения, социального статуса и способностей будут получать новые знания и осваивать мастерство более надежно и быстро – в школе, на работе или дома.

5. Отдельные лица и группы будут способны успешно связываться и сотрудничать, преодолевая барьеры культур, языка, дистанций и профессиональной специализации, благодаря

чему значительно увеличивается эффективность различных групп, организаций и мультинациональных партнерств.

6. Национальная безопасность будет значительно укреплена благодаря информационно обогащенным военным системам, мощным автоматическим боевым машинам, адаптируемым «умным» материалам, неуязвимым сетям данных, превосходным системам сбора разведывательной информации и эффективным мерам против биологических, химических, радиационных и ядерных нападений.

7. Инженеры, художники, архитекторы и дизайнеры будут обладать чрезвычайно расширенными креативными способностями – благодаря разнообразным новым инструментам и улучшенному пониманию источников человеческой креативности.

8. Средние граждане, как и творцы политики, будут иметь значительно расширенные знания когнитивных, социальных и биологических сил, действующих в их жизни и позволяющих им действовать со значительно улучшенными возможностями и креативностью при принятии повседневных решений.

9. Фабрики будущего будут организованы в контексте конвергентных технологий и повышенных возможностей интерфейса «человек-машина» как результат интеллектуального окружения, которое получит максимальные выгоды и от массового производства, и от заказных проектов.

10. Сельское хозяйство и пищевая промышленность значительно повысят производительность и снизят потери благодаря сетям дешевых «умных» датчиков, которые будут постоянно контролировать условия и потребности растений, животных и сельскохозяйственных продуктов.

11. Работа ученых будет модернизирована благодаря использованию инновационных подходов, впервые использованных в других науках – например, генетических исследований, использующих принципы из области обработки естественного языка, и культурных исследований, применяющих принципы генетики.

Аспекты всех этих восьми предложений были отчасти достигнуты и вновь доказали важность факторы, определяющие их реализацию. Некоторые выражают оптимизм в отношении того, что человеческие существа будут обладать лучшим пониманием и, тем самым, будут более

эффективны в достижении своих персональных и профессиональных целей.

Такое положение контрастирует со значительным социальным пессимизмом, который начался с расширением финансовых кризисов через 2-3 года после того, как был выдан прогноз.

Прогноз относительно национальной безопасности был несколько противоречивым, о чем говорит тот факт, что он получил самый низкий бал из всех 20 прогнозов – 5,5 по шкале от 0 до 10. Большинство прогнозов получили балы в диапазоне 7-9. Конечно, это позволяет предположить, что люди (и ученые, и инженеры) различаются в своих предпочтениях и в своих политических взглядах. Не было ни одного прогноза, что «Военная технология не будет необходима, поскольку человечество найдет надежный путь к миру».

Тем не менее, респонденты отличались в отношении того, считают ли они некоторые из технологий усиливающими безопасность или в конечном итоге таящими в себе социально-экономические опасности и риски.

Следующие три прогноза, относящиеся к 2025 году, пока еще не близки к достижению:

12. Роботы и программные продукты будут более полезны для человека, поскольку они будут действовать по принципам, совместимым с человеческими целями, знаниями и личностью.

13. Человеческое тело будет более долговечным и здоровым, более энергичным, более простым для «ремонта» и более устойчивым ко многим видам стресса, биологических угроз и процессов старения.

14. Комбинация технологий и лекарственных средств будет компенсировать многие физические и умственные недостатки и совершенно искоренит некоторые недостатки, которые мешали жизни миллионов людей.

Возможно, они совместно определяют важный вопрос в отношении прогресса, относящегося к технологической конвергенции, а именно: «В какой степени прогресс будет достигнут благодаря улучшению человека по сравнению с улучшением окружающих человека машин?»

Можно отклонить этот аргумент или попытаться пойти на компромисс, говоря о сотрудничестве человек-машина (как это делает «Национальная инициатива по роботам», когда ссылается на «ко-роботов», созданных для совместной работы с человеком). Возможно, различные



ответы окажутся наилучшими для каждого из применений. Но этот вопрос имеет глубокий политический, этический и социальный смысл.

Дополнительные пять прогнозов были помечены для достижения до 2030 г., и они, возможно, охватят пять очень разных зон достижений, а не будут объединены одним или двумя общими принципами:

15. Быстрые широкополосные интерфейсы между человеческим мозгом и машинами преобразуют работу на заводах, управление автомобилями, обеспечат военное превосходство и создадут новые виды спорта, искусства и режимы взаимодействия между людьми.

16. Машины и конструкции любого вида – от домов до самолетов – будут строиться из материалов, которые будут обладать желаемыми свойствами, включая возможность адаптации к изменяющимся ситуациям, высокой энергетической эффективности и дружелюбности к окружающей среде.

17. Способность контролировать генетику человека, животного и сельскохозяйственных растений обеспечит благосостояние человека; широкий консенсус этических, правовых и моральных проблем послужит основой этого процесса.

18. Транспорт будет безопасным, дешевым быстрым благодаря повсеместным информационным систем реального времени, чрезвычайно высокоэффективным конструкциям транспортных средств и использованию синтетических материалов и машин, изготовленных с использованием наномасштаба для обеспечения оптимальных характеристик.

19. Официальное образование будет преобразовано благодаря унифицированным, но разнообразным учебным планам, основанным на всеохватывающей иерархической интеллектуальной системе взглядов и понятий для понимания устройства физического мира от наномасштаба до космических масштабов.

Конечный прогноз, выданный на 2050 год, касается того, что обычно называется «конечный рубеж», а именно – практической цели для программы исследования космоса:

20. Огромное пространство дальнего космоса будет окончательно освоено с помощью эффективных космических кораблей, конструкций-роботов на внеземных базах и прибыльной разработки

ресурсов Луны, Марса или находящихся вблизи Земли астероидов.

Имеется большое поле для дебатов по поводу того, что может дать дальний космос, хотя эта позиция предполагает определенное видение этого трудного вопроса. Упоминание разработки месторождений на соседних с Землей астероидах обычно предполагает новый источник редких минеральных ресурсов для наземной промышленности. При обсуждении разработки марсианских ресурсов могла бы иметься совершенно другая цель – колонизация самого Марса. Конструкции-роботы на внеземных базах могли бы стать эффективным способом подготовки к подходящим для людей условиям без начальных затрат на создание жизнеспособной экологии и экономики до того момента, когда можно было бы разрабатывать многие внеземные ресурсы. И потребовались бы эффективные межпланетные корабли для организации любой значительной экспансии физической человеческой деятельности в солнечной системе.

Исходя из того, что нанотехнологии были исторически начальной точкой *NBIC*-конвергенции, необходимо поднять серьезный вопрос о разработке внеземных ресурсов для пользы земной жизни. На самой Земле имеются все химические элементы, необходимые для полного диапазона технологий, а также могут быть изобретены разнообразные новые средства для концентрирования редких элементов – от разработки месторождений с помощью роботов до очистки отходов нашей цивилизации. Нанонаука подчеркивает важность того, как вещество структурировано по наномасштабу, тем самым снижая потребности в больших количествах редких элементов. В отношении *NBIC*-конвергенции необходимо иметь в виду, что некоторые наиболее ценные материалы создаются с помощью геологических или биологических процессов, присущих нашей собственной планете.

Таким образом, можно заключить, что если целью является увеличение мощи индустриального общества, то именно *NBIC*-конвергенция – это путь достижения, причем без эксплуатации удаленных объектов солнечной системы.

Если же цель – это расширить понимание человеком космоса, то, действительно, деятельность в космическом пространстве будет важна, но, возможно, в форме зондирования дальнего космоса, высадки роботов и исследования Европы

или Титана и вывода на орбиту телескопов, сканирующих вселенную во всем электромагнитном спектре.

Если цель – расширить цивилизацию, то колонизация Марса может быть существенным шагом вперед, но важно также и расширение социальных и когнитивных технологий в области многообразия культур.

Перенеся перспективы освоения космоса в отдаленное будущее, сторонники *NBIC-конвергенции* признают, насколько трудно будет это делать. Но при этом имеется в виду, возможно, и более важна истина: чем больше мы продвигается в будущее, тем больше вероятность того, что нам придется увидеть многие вещи в совершенно ином свете.

Анкета 2005 года включала в себя дополнительные 50 предположений (*Bainbridge and Roco 2006a: 340-344*), отобранных из первых трех отчетов *NBIC* (*Bainbridge and Roco 2003; Roco and Montemagno 2004; Bainbridge and Roco 2006b*). 20 из них, как ожидалось, не могли быть выполнены до первой трети двадцать первого столетия.

Четвертая часть этой группы, по мнению респондентов, достижима в конце 2030-х годов:

1. Свежий научный подход к культуре, основанный на концепциях, взятых из эволюционной биологии, и методах классификации из информационной науки, значительно упростит получение школьного гуманитарного образования, маркетинг произведений музыки или литературы и художественных инноваций.

2. Трехмерные принтеры будут широко использоваться не только для быстрого макетирования, но также и для экономичного локального, по запросу, изготовления объектов искусства, деталей машин и множество других вещей из самых разнообразных материалов.

3. Станет технически и экономически возможным устанавливать последовательность генетического кода каждой отдельной личности, так что мы полностью поймем генетические вариации в характеристиках человека.

4. Нанодатчики, имплантированные в человеческое тело, будут контролировать метаболизм и здоровье, диагностируя любые проблемы со здоровьем еще до того, как человек заметит первые симптомы.

5. Компенсирующие технологии обеспечат преодоление таких недостатков, как слепота, глухота и неподвижность.

Фактически, первые три из перечисленных выше прогнозов сейчас видятся достижимыми гораздо скорее, чем это предсказывали респонденты в 2005 году.

Предсказания относительно имплантированных датчиков и компенсирующие технологии были облечены в несколько экстравагантные термины, но прогресс в этом направлении виден уже сегодня.

Следующие пять прогнозов были ориентированы на 2040 год:

6. «Умные» машины будут адаптироваться к стилю сообщения, социальному контексту и личным нуждам тех людей, которые будут использовать их.

7. Комбинация методов значительно снизит ограничения, связанные со свойственной человеку способностью усваивать информацию.

8. Наука достигнет большого прогресса в понимании и предсказании поведения сложных систем в разнообразных масштабах и между системой и окружением.

9. Появится новая форма компьютерной обработки данных, в которой не будет различий между аппаратным и программным обеспечением, поведение сложных адаптивных систем будут вычислять биологические процессы.

10. Наномасштабные молекулярные двигатели будут производиться в массовом масштабе для выполнения самых различных задачи в самых разных областях – от изготовления материалов до консервативного лечения.

Приведенное выше предположение номер 6, которое исследователи ориентированной на человека «дружественной» компьютерной обработки данных называют «персонализацией» и «контекстными системами», невозможно привязать к определенному году.

Все следующие четыре достижения, как кажется, потребуют научно-технического прорыва, понятного и, возможно, даже могущего быть описанным в деталях, но не достижимого в ближайшем будущем.

Следующие семь прогнозов имеют сходное качество, и они были помещены между 2045 и 2050 годами:

11. Военные будут способны управлять автомобилями, оружием и другими боевыми системами мгновенно – только в процессе обдумывания

команд или даже перед полным их осмыслением в своем мозгу.

12. Новые исследовательские инструменты будут отображать структуру и функции человеческого ума, включая полное отображение соединений человеческого мозга.

13. Молекулярные машины будут решать широкий диапазон проблем в глобальном масштабе.

14. Расширение памяти улучшит познавательную способность человека с помощью таких средств, как внешние электронные хранилища данных и введение в мозг факторов роста нервов.

15. Наука прогнозирования поведения обществ позволит нам понять широкий диапазон социально разрушительных событий и применять смягчающие или превентивные стратегии до того, как те смогут нанести вред.

16. Будет разработан нанобиопроцессор, который позволит дешево изготавливать самые различные медикаменты, которые будут приспособлены к генетической структуре и потребностям в медицинской помощи отдельной личности.

17. Нанороботы будут выполнять хирургические операции и вводить лекарственные препараты глубоко внутрь человеческого тела, обеспечивая значительные выгоды для здоровья с минимальным риском для него.

Эти последние семь предположений, как кажется, содержат более серьезные сомнения в отношении реализуемости и вызывают ощущение, что для достижения этих семи целей придется выполнить большую работу. Заявление о «науке прогнозирования поведения обществ» вызывает сомнение, поскольку выделение во всех отчетах по «Конвергенции технологий» социальных воздействий требует данных от самой социальной науки. Если мы не сможем предсказать поведение обществ, то не сможем и ожидать последствий второго порядка технологических инноваций.

Способность прогнозировать и понимать изменчивое социальное поведение создает основу для рассмотрения двух прогнозов, в отношении которых ожидается, что они будут реализованы для следующего поколения – до 2070 года:

18. Ученые будут способны понять и описать намерения человека, убеждения, желания, чувства и мотивы в терминах хорошо определенных компьютерных процессов.

19. Вместо формирования стереотипа некоторых людей как нежелательных или прославления других как талантливых, общество предоставит каждому право решать за себя, какие способности он хотел бы иметь.

Взятые вместе, эти два прогноза связаны с угрозой социального контроля по сравнению со свободой. Если ученые действительно понимали бы своего собрата - человеческое существо, они могли бы иметь больше власти над ним. Но наша задача – не принуждать людей оправдывать наши надежды в их отношении, а давать им средства достижения их собственных целей, даже если часто эти цели могут быть весьма скромными.

Конечный прогноз в этом комплекте с датой медианного выполнения, приходящейся на 2085 год, - далеко не технический и не этический:

20. Будут иметься вычислительные мощности и научные знания для построения машин, которые будут функционально эквивалентны человеческому мозгу.

Если эти возможности осуществляются, то как мы должны будем ими пользоваться? Бесчисленные авторы научной фантастики воображают возможные последствия такого развития, но их цель – обеспечить интересное сосредоточение на конфликте как мотивации в отношении истории, а не разработка серьезных конструктивных принципов для технологий, которые обогатили бы человеческую жизнь.

Более тонкий вопрос касается того, означает ли «функциональная эквивалентность» то, что машины будут действовать на тех же принципах, что и человеческий мозг, а не использовать другие принципы для моделирования человеческого мозга. В любом случае, создание таких машин потребовало бы более глубокого понимания природы интеллекта, чем то, которое у нас есть в настоящее время, и, таким образом, могли бы быть значительные последствия для нашего восприятия нас самих, даже если бы такие машины никогда не покинули стены исследовательских лабораторий.

Рассмотрим теперь 40 перспективных идей относительно будущего, представляющиеся в большей степени проблемами, чем прогнозами. Они предлагаются как проблемы для того, чтобы поразмышлять над ними и оценить их на основе собственного профессионального опыта и его персональных ценностей.

Первый набор из 20 идей представлен в виде вопросов, на которые, возможно, будет получен ответ в результате будущих исследований, или дилемм, подлежащих разрешению с помощью логического анализа, хотя для этого может быть полезной информация и из других частей данного отчета.

1. Может ли переход к основанной на знаниях экономики обеспечить новые пути к подъему социальной мобильности для талантливых личностей без того, чтобы полностью лишать многих некачественно подготовленных людей способности работать?

2. Будет ли широкое использование информационной технологии объединять социальные группы или же все дальше отталкивать их друг от друга?

3. Может ли «Национальная инициатива по роботам» реализовать свой принцип «ко-робот» в обеспечении успешного сотрудничества между человеком и роботами, тем самым создав пример для подражания для других технических областей?

4. Будет ли выгодным расширить конвергенцию далеко за пределы *NBIC-конвергенции* – например, перейти через информацию и когнитивистику к социальной науке и за ее пределы, чтобы объединить искусство и человека?

5. Можно ли достичь экологической устойчивости, например, путем использования энергетических ресурсов без серьезных негативных политических, социальных и экономических последствий?

6. Будут ли правительства и другие институты в мире сотрудничать в достаточной степени, чтобы установить глобальную систему контроля за экологией и теми компонентами общества, которые воздействуют на нее?

7. Как быстро будет развиваться наука о конвергенции, особенно если окажется затруднительным открыть всеобъемлющие принципы для понимания изменяющихся традиционных областей терминах новых используемых сообщаемых концепций?

8. Какие системы оценки и руководства сделают возможным найти правильный динамический баланс между конвергенцией и дивергенцией, надлежащим образом объединяющий их в цикл конвергенции-дивергенции?

9. Окажется ли возможным мобилизовать ученых, профессиональных медиков и широкую публику для преобразования медицины из ре-

активной в проактивную, предотвращающую заболевания, легко выявляющую заболевания и благодаря этому приводящую к снижению расходов на здравоохранение?

10. Будут ли правительства, страховые компании и системы здравоохранения искать пути существенного смягчения демографических проблем, связанных со старением населения, в условиях экстремального и, возможно, растущего экономического неравенства?

11. Какие принципы проектирования и изготовления сделают возможным для роботов обслуживание различных слоев населения – начиная с раннего образования детей до оказания пожилым лицам помощи в быту?

12. Каким образом человеческая культура навсегда изменится, если был бы разработан унифицированный основанный на теории комплект правил для понимания познавательной способности человека?

13. Какой организационный принцип (такой, как франшизы или гильдии) докажет свою эффективность в создании распределенных производственных систем, которые одновременно максимально повысят эффективность и местную автономию?

14. Имеется ли какой-либо способ возродить научно-технические исследования, которых требует надлежащая реализация технологических инноваций, при условии, что социальные ученые сейчас в значительной степени отказались от проведения исследований внутри научных лабораторий, промышленных корпораций и правительственных учреждений?

15. В условиях наличия многих различных видов инфраструктуры, требуемой для исследовательских, образовательных проектов и проектов для демонстрации изготовления будет ли возможным задать им приоритеты таким способом, который вполне доступен и не разбалансирует процесс конвергенции?

16. Какие методы сбора данных и критерии успеха должны использоваться для оценки программ по реформированию образования в направлениях конвергенции?

17. Какая комбинация источников энергии и государственной политики могла бы избавить мир от применения ископаемых видов топлива без возврата человечества назад к ситуации с ограниченными ресурсами, пережитой в истории?

18. В условиях большого количества разочарований в течение многих лет, как могут нации мира сотрудничать в обеспечении эффективной защиты экологии и устойчивости ресурсов?

19. Какие меры будут стимулировать эффективную спираль креативности и инноваций по сравнению с порочным циклом деградации?

20. Если пессимистичный аргумент, что мы достигли конца научно-технического прогресса, является правильным, имеется ли какой-либо путь гладкого перехода к устойчивой форме желательной цивилизации?

На первый взгляд, на некоторые из этих 20 вопросов можно было бы ответить «да» или «нет», а на другие – невозможно ответить одним предложением. Все же в реальности каждый из них мог бы сегодня стать темой расширенных дебатов, и на него можно было бы ответить только после значительно опыта в конвергенции. Они подчеркивают эволюцию в технологической системе на основе принципов конвергенции, при наличии вторичных последствий для благосостояния человека.

Следующие 20 вопросов сосредоточены на дилеммах социального воздействия, которые могут быть вызваны технологической конвергенцией. Причем не предполагается, что каждый из них – это неизбежная дилемма, а лишь указание путей поиска решения.

Таким образом, эти вопросы направлены на стимулирование креативного мышления и понимание того, что многие важные решения оказывают воздействие друг на друга.

1. Прямое моделирование человеческого мозга будет препятствовать многим заболеваниям и недостаткам, но это поднимает важные вопросы относительно специфики технологического контроля индивидуального ума.

2. Широкое использование программ с открытыми исходными кодами значительно увеличит функциональность и адаптируемость информационных систем за счет возможности бесчисленных нарушений защиты и кибер-атак.

3. Управление технологическими инновациями могло бы быть централизованным и авторитарным или децентрализованным и демократичным.

4. Приглашение непрофессионалов в исследовательские группы в делах, которые часто называются «гражданской наукой», обеспечивает продвижение науки благодаря усилиям волон-

теров и лучше встраивается ее в более широкую культуру, но с риском стимулирования псевдонауки и политически запятнанной науки.

5. Общие стратегии, основанные на оценке глобального риска, могли бы принести пользу человечеству в целом, хотя и нанося ущерб надеждам людей, живущих в некоторых специфических географических зонах.

6. Оживленные публичные дебаты в отношении полного диапазона экологических и социальных воздействий нанотехнологии могли бы обеспечить, чтобы она приносила максимальные выгоды человечеству или смогла заманить в ловушку популярных ошибочных представлений, основанных на опасениях и невежестве.

7. Удивительно широкий диапазон и количество новых стратегий будет разработано для инвестиций в исследования и разработки и их реализации, но одним из результатов была бы менее сильная поддержка более старых испытанных стратегий, которые еще не изжили своей полезности.

8. Создание технических универсальных языков высокого уровня смогло бы упростить сближение, но за счет новой программы образования для молодых ученых и инженеров и устаревание более опытных людей, чье техническое обучение прекращено.

9. Регенеративная медицина и продвинутое протезирование будут среди новых лечебных средств, улучшающих качество жизни продолжающих существовать, хотя меньшее внимание может быть уделено продлению жизни неизлечимых больных.

10. Постоянный мониторинг за состоянием здоровья людей с использованием носимых датчиков и «умных» домов может существенно улучшить благосостояние за счет широкого образования пациентов, разработки большого количества новых и, возможно, дорогих информационных технологий и, возможно, большей уязвимости частной жизни (Глава 5).

11. Сближенные технологии определенно помогут людям, страдающим умственными недугами, и смогут нанести вред людям с отклонениями от нормы, чьи характеристики – это просто вариант, а не объективная патология.

12. Стратегии исследований и разработок, одновременно и сближаемые, и расходящиеся, могут достичь заметного прогресса, но только если зна-

чительно возросшее понимание познавательных способностей позволит нам реализовывать стратегии, которые реально совместимы с функциями человеческого разума.

13. С помощью распределенных методов производства возможности перейдут из рук нескольких в руки многих, потенциально снижая выгоды крупных корпораций и их инвесторов.

14. Распределенное производство требует поставок сырьевых материалов в небольших количествах в большое число мест, что повысит расходы, если методы, вдохновленные нанотехнологией, не смогут снизить отходы, а новые транспортные системы смогут повысить эффективность доставки.

15. Интерактивное образование снизит его стоимость и повысит доступность, но за счет дистанцирования студентов от их физического предмета и снижения их возможности стать членами интеллектуального сообщества.

16. Три различные стратегии конкурируют в размещении исследовательских и образовательных центров: в наиболее продвинутых исследовательских университетах, в географических местах, где могут принимать участие несколько институтов более высокой образованности, или в национальных регионах (где наука достаточно слаба), для того чтобы улучшить эти регионы.

17. Фактически, развивающиеся нации имеют право достичь тех же уровней экономического процветания, что и большинство технологически развитых наций, но если это произойдет, экология в мире была бы разрушена загрязнениями и истощенными ресурсами.

18. Более широкое использование ядерной энергии позволило бы уменьшить применение загрязняющих ископаемых топлив и этим снизить глобальное потепление, но с риском распространения ядерного оружия и аварий.

19. Очень важно развивать институциональные возможности для усиления взаимодействия между наукой и обществом, но одним из результатов может быть как устаревание некоторых более старых институтов, так и генерация сопротивления людей, которые привержены более старым традициям.

20. Полупроводниковая промышленность обеспечивает хорошую модель сближения с другими отраслями промышленности, но если полагаться исключительно на стратегии, разработанные в особых условиях, это может задержать разработку

хороших альтернативных моделей, которые могли бы возникнуть в самых разных областях человеческой деятельности.

Цель данного перечня – не продвигать авторитарное мнение в отношении будущего, а проиллюстрировать весь диапазон проблем, которые необходимо было бы рассмотреть. Реальное сближение потребует преодоления различий между перспективами, представляемыми разными людьми с различным образованием, интересами и целями.

Резюмируя изложенное, можно констатировать, что опыт совещаний и работ по «конвергентным технологиям» в течение десятилетия показывает, что реально вполне стоит собирать непрагматичные, но профессионально обоснованные прогнозы и другие описания будущих возможностей. Они вдохновляют на действия, стимулируют мысль и иницируют дебаты. Таким образом, было бы ценным организовать периодическое исследование ученых и инженеров *CKTS*, идеально – в группе из нескольких сотен имеющих опыт во всех сближаемых областях, возможно – каждый раз в два этапа.

На первом этапе члены группы выдвигали бы идеи, подобные тем, которые перечислены выше, комбинировали их, редактировали и отбирали, чтобы обеспечить максимальное разнообразие и трансформировать их в официальную анкету.

На втором этапе члены группы отвечали бы на вопросы анкеты (как в исследовании 2005 года), классифицируя каждую идею по годам, в которые она могла бы быть реализована, и по значению ее для человечества.

Проводимый через Интернет, этот процесс исследований смог бы быть достаточно недорогим, и полученный в результате набор данных можно было бы проанализировать различными способами для разных публикаций и целей.

Сама общенаучная картина мира начинает все в большей мере соединять принципы системности и эволюции, и базируется на идее универсального эволюционизма. Это позволяет ей через установление преемственных связей между неорганическим миром, живой природой и социумом устранить исторически сложившееся в познании противопоставление естественнонаучной и социальной научной картин мира, усилить интегративные связи отдельных наук, специальных картин мира, представить их как фрагменты единой общена-

учной картины мира. На уровне философских оснований система постнеклассической науки интегрируется, прежде всего, категориальным аппаратом, теоретически отражающим проблематику социокультурной обусловленности познания, включая сюда проблему мировоззренческих и социально-этических регулятивов постнеклассической науки.

Все эти интегративные многоуровневые процессы позволяют говорить о новом типе интеграции в системе науки. «Внутреннее» и «внешнее» единство науки сливаются в некий единый когнитивно-ценностный комплекс требований к познавательному процессу. Единство науки приобретает качественно новый характер, который получил название *конвергенцией наук*.

К характеристикам конвергентного единства могут быть отнесены также следующие черты современной науки.

Во-первых, доминирование междисциплинарных исследований, которые берут на себя интегративные функции по отношению к отдельным наукам (примерами могут служить теория систем, теория управления и т.д.). На этой основе происходит сближение отдельных наук, способов познания. Интеграция носит не просто междисциплинарный, а трансдисциплинарный характер.

Во-вторых, растет само многообразие интегративных процессов; иначе говоря, происходит их дифференциация, т.е. интеграция дифференцируется.

В-третьих, сама дифференциация становится все в большей мере моментом интеграции, приобретает все более явно выраженную интегративную направленность, выступает как закономерный, функциональный момент процесса самоорганизации и самоструктурирования науки. Иначе говоря, дифференциация из особого направления эволюции науки становится частью доминирующего в ней интеграционного процесса.

В-четвертых, в результате, интеграция как движение к целостности направлена не противоположно дифференциации, а включает ее в себя как часть, как один из необходимых аспектов общего процесса развития системы. Другими словами, отдельные процессы дифференциации и интеграции сливаются в единый интегрально-дифференциальный синтез.

Яркой иллюстрацией конвергентных процессов является новейшее направление развития

науки, связанные с нано, био, инфо, когнитивными (NBIC) науками и технологиями. Именно нанотехнологии (в виде технологий атомно-молекулярного конструирования материалов с качественно новыми свойствами «под заказ») создают фундамент и принципиально нового технологического уклада, и принципиально нового уровня организации науки и научных технологий. Внутренняя логика развития нанотехнологий нацелена на объединение множества узкоспециализированных наук в единую систему современного научного познания. Базой такого объединения является не только знание атомарного устройства мира, но и способность человека целенаправленно им манипулировать, конструируя немыслимые ранее материалы. Все это, на наш взгляд, дает основания утверждать, что новейшая «нанотехнологическая революция» является выражением глубинной закономерности возрастания роли субъекта в теоретическом и практическом освоении человеком мира. Развитие науки достигло такого технологического уровня, когда стало возможным не просто моделировать, а адекватно воспроизводить системы и процессы живой природы с помощью конвергентных нано-, био-, инфо-, когнитивных науки и технологии (NBIC-технологии). Двигаясь по пути синтеза «природоподобных» систем и процессов, человечество рано, или поздно, подойдет к созданию антропоморфных технических систем, высокоорганизованных «копий живого».

Для того чтобы разумно, безопасно и эффективно пользоваться всеми этими достижениями, привести современную техносферу в гармонию с природой, необходимо учитывать и использовать закономерности трансформации сознания, психики человека. Человек как субъект практического и познавательного отношения к миру рано или поздно сам становится объектом научно-технологического воздействия. Это может быть осуществлено путем соединения возможностей NBIC-технологий с достижениями социально-гуманитарных наук и технологий. На этом пути пространство конвергентных технологий приобретает еще одно измерение – социально-гуманитарное, а конвергентное единство нано-, био-, инфо-, когнитивных технологий дополняется социально-гуманитарными технологиями, становясь уже NBICS-технологиями. Это делает их практическим инструментом формирования качественно новой техносферы, которая станет органичной частью природы.

Новая научная картина мира складывается в естествознании XXI в. –

- аналитический подход к познанию структуры материи сменился синтетическим, доминируют междисциплинарные исследования, растет их многообразие;
- они берут на себя интегративные функции по отношению к отдельным наукам; сближаются науки об органической и неорганической природе, интеграция наук приобретает трансдисциплинарный характер;
- дифференциация из особого направления эволюции науки становится моментом доминирующего в ней интеграционного процесса;
- процессы дифференциации и интеграции сливаются в единый интегрально-дифференциальный синтез; усиливается взаимодействие между внешними и внутренним единством науки, они часто становятся неразличимыми. Такая парадигма научного знания может быть названа *конвергентной*<sup>3</sup>.

### Библиография

1. [http://www.transhumanism-russia.ru/content/view/498/116/ednref1-Roco M., Bainbridge W. \(eds\) . Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science. Arlington , 2004.](http://www.transhumanism-russia.ru/content/view/498/116/ednref1-Roco M., Bainbridge W. (eds) . Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science. Arlington , 2004.)
2. *Convergence of Knowledge, Technology and Society: Beyond Convergence of Nano-Bio-Info-Cognitive Technologies* Editors M.C. Roco, W.S. Bainbridge, B. Tonn, G. Whitesides. Dordrecht, Heidelberg, New York, London: Springer, 2013.
3. Roco M.C., Bainbridge W.S. *Converging technologies for improving human performance: nanotechnology, biotechnology, information technology and cognitive science*. Dordrecht. 2003. 488 p.
4. Баксанский О.Е. Когнитивные репрезентации: обыденные, социальные, научные, М., 2009.
5. Баксанский О.Е. Физики и математики: анализ основания взаимоотношения, М., 2009.
6. Баксанский О.Е., Гнатик Е.Н., Кучер Е.Н. Естествознание: современные когнитивные концепции, М., 2008.
7. Баксанский О.Е., Гнатик Е.Н., Кучер Е.Н. Нанотехнологии. Биомедицина. Философия образования. В зеркале междисциплинарного контекста, М., 2010.
8. Баксанский О.Е., Кучер Е.Н. Когнитивно-синергетическая парадигма НЛП: от познания к действию, М., 2005.
9. Баксанский О.Е., Кучер Е.Н. Когнитивный образ мира: пролегомены к философии образования, М., 2010.
10. Белл Д. Грядущее постиндустриальное общество. Опыт социального прогнозирования. М.: Academia, 1999.
11. Гелбрейт Дж. Новое индустриальное общество. М.: Прогресс, 1969.
12. Кастельс М. Галактика Интернет: Размышления об Интернете, бизнесе и обществе. Екатеринбург, У-Фактория, 2004.
13. Кастельс М. Информационная эпоха: экономика, общество, культура. М., ГУ ВШЭ, 2000.
14. Кобаяси Н. Введение в нанотехнологию, М., 2005.
15. Ковальчук М.В. Идеология нанотехнологий, М., 2010.
16. Ковальчук М.В. Наука и жизнь: моя конвергенция. Т.1. М., 2011.
17. Уэбстер Ф. Теория информационного общества. М., Аспект Пресс, 2004.

<sup>3</sup> См.: Roco M.C., Bainbridge W.S. *Converging technologies for improving human performance: nanotechnology, biotechnology, information technology and cognitive science*. Dordrecht. 2003. 488 p.; Ковальчук М.В. *Наука и жизнь: моя конвергенция*. М., 2011, Т.1 304 с.



18. Хартманн У. Очарование нанотехнологии, М., 2008
19. О.Е. Баксанский Конвергентный подход к философии образования // Педагогика и просвещение. - 2012. - 1. - С. 10 - 15.

### References

1. [http://www.transhumanism-russia.ru/content/view/498/116/ednref1-Roco M., Bainbridge W . \(eds\) . Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science. Arlington , 2004.](http://www.transhumanism-russia.ru/content/view/498/116/ednref1-Roco M., Bainbridge W . (eds) . Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science. Arlington , 2004.)
2. Convergence of Knowledge, Technology and Society: Beyond Convergence of Nano-Bio-Info-Cognitive Technologies Editors M.C. Roco, W.S. Bainbridge, B. Tonn, G. Whitesides. Dordrecht, Heidelberg, New York, London: Springer, 2013.
3. Roco M.C., Bainbridge W.S. Converging technologies for improving human performance: nanotechnology, biotechnology, information technology and cognitive science. Dordrecht. 2003. 488 p.
4. Baksanskii O.E. Kognitivnye reprezentatsii: obydennye, sotsial'nye, nauchnye, М., 2009.
5. Baksanskii O.E. Fiziki i matematiki: analiz osnovaniya vzaimootnosheniya, М., 2009.
6. Baksanskii O.E., Gnatik E.N., Kucher E.N. Estestvoznaniye: sovremennyye kognitivnye kontseptsii, М., 2008.
7. Baksanskii O.E., Gnatik E.N., Kucher E.N. Nanotekhnologii. Biomeditsina. Filosofiya obrazovaniya. V zerkale mezhdistsiplinarnogo konteksta, М., 2010.
8. Baksanskii O.E., Kucher E.N. Kognitivno-sinergeticheskaya paradigma NLP: ot poznaniya k deistviyu, М., 2005.
9. Baksanskii O.E., Kucher E.N. Kognitivnyi obraz mira: prolegomeny k filosofii obrazovaniya, М., 2010.
10. Bell D. Gryadushchee postindustrial'noe obshchestvo. Opyt sotsial'nogo pro-gnozirovaniya. М.: Academia, 1999.
11. Gelbreit Dzh. Novoe industrial'noe obshchestvo. М.: Progress, 1969.
12. Kastel's M. Galaktika Internet: Razmyshleniya ob Internetе, biznese i obshchestve. Ekaterinburg, U-Faktoriya, 2004.
13. Kastel's M. Informatsionnaya epokha: ekonomika, obshchestvo, kul'tura. М., GU VShE, 2000.
14. Kobayasi N. Vvedenie v nanotekhnologiyu, М., 2005.
15. Koval'chuk M.V. Ideologiya nanotekhnologii, М., 2010.
16. Koval'chuk M.V. Nauka i zhizn': moy konvergentsiya. T.1. М., 2011.
17. Uebster F. Teoriya informatsionnogo obshchestva. М., Aspekt Press, 2004.
18. Khartmann U. Ocharovanie nanotekhnologii, М., 2008
19. О.Е. Баксанский Конвергентный подход к философии образования // Педагогика и просвещение. - 2012. - 1. - С. 10 - 15.