

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОРГАНИЗАЦИИ СТАТИСТИЧЕСКОГО НАБЛЮДЕНИЯ ЗА КОГНИТИВНЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ

О.П. Рыбак

Статья представляет одну из первых работ по проблемам организации статистического мониторинга за развитием когнитивных технологий, которые вместе с нано-, био- и информационно-коммуникационными технологиями предопределяют основу будущего технологического уклада. Обобщена отечественная и мировая практика становления когнитивных технологий, уточнены содержание и направленность их развития. Дано оригинальное базовое научное определение когнитивных технологий, сформулированы варианты его модификации в зависимости от трендов потенциального развития и структурной трансформации технологий.

На основе структурно-модифицированной концепции ноосферы построена принципиальная схема организации базовых элементов когнитивных технологий. При систематизации процессов познания обращено важное для статистики внимание на соотношение ментального и материального в понимании когнитивных технологий, трансформирование философских практик и воззрений в контексте новых ветвей дуализма (эмерджентный материализм как ветвь «дуализма свойств») и монизма («аномального монизма») под воздействием открытия реальных механизмов познания. Отмечается достижение относительного баланса между уровнем развития научного потенциала, предложением научных результатов и идей и общественным спросом. Это уникальное моментное состояние, при котором имеется возможность осуществлять статистический мониторинг всех компонентов и стадий развития когнитивных технологий. Выявлены особенности формирования компонентной базы развития когнитивных технологий и организационные принципы взаимодействия основных структурных элементов.

В части междисциплинарности приводится дифференцированный подход в обосновании предметности статистического наблюдения, схематично прослеживается процесс формирования когнитивной науки как самостоятельной дисциплины, приводятся направления трансформации информационных полей при смене качества взаимодействия различных научных дисциплин с исследовательскими технологиями, общественным спросом и коммерциализацией. Конкретизируются состав и направления развития технологического базиса научных исследований, уточняются рыночные ниши и перспективные направления коммерциализации результатов научных исследований и разработок. Обосновывается целесообразность организации статистического мониторинга когнитивных технологий в соответствии с общими методологическими принципами ОЭСР, примененных относительно больших технологий (био-, нано-, информационно-коммуникационных технологий).

Ключевые слова: когнитивная технология, экономический уклад, конвергенция технологий, ноосфера, ментальное и материальное, компонентная база когнитивных технологий, междисциплинарность, технологический базис когнитивных технологий, коммерциализация технологий, статистический мониторинг, предмет и содержание статистики когнитивных технологий, научное определение когнитивных технологий.

JEL: O33.

Современный вектор цивилизованного развития общества представлен интенсивным развитием больших технологий: нано-, био-, информационно-коммуникационных технологий. Когнитивные технологии также относятся к технологиям глобального уровня, преобразующий эффект которых придаст новое качество взаимодействию больших технологий и приведет к формированию принципиально новой технологической платформы развития мировой экономики.

Исторически, становление и развитие когнитивных технологий охватывает значительно более длительный период, чем каждая из больших технологий - свыше 100 лет, а если

учесть главную познавательную дисциплину - философию, то мы столкнемся с тысячелетней историей познания. Тем не менее ни отечественная, ни зарубежная практика не предполагают сколько-нибудь вразумительными методологическими подходами к организации мониторинга развития когнитивных технологий. В чем здесь основная проблема? Нам представляется, что в самой ее сути - познании как формы движения материи, связанной с мозговой, мыслительной деятельностью, вселенской сложностью и совершенством человеческого мозга как объекта научных исследований. Прежде чем использовать свойства мозга на практике и перевоплощать

Рыбак Олег Павлович (niistat@hotmail.ru) - канд. экон. наук, директор НИИ статистики Росстата (г. Москва, Россия).

во всемирное благо, нужно их познать и довести до уровня безупречных знаний. Ошибки здесь быть не может.

Познание «познания» сопряжено с разнообразием научных дисциплин, инновационностью и высокой технологичностью применяемых инструментальных технологий, которые приводят к раскрытию тайнств мозговой деятельности. Когнитивные технологии, как чисто научное познавательное действие, переходят в новое качество, предоставляя соответствующие знания для коммерческого использования. Борьба с заболеваниями головного мозга, регулирование процессов умственной деятельности, нейропротезирование памяти и органов чувств, управление электрохимическими процессами в нейронных сетях создали принципиально новые секторы в фармацевтике и медицине. Искусственный интеллект, нейрокомпьютеры, технологии различных интерфейсов на основе использования свойств человеческого мозга - принципиально новая сфера производственной деятельности человека, основанная на интеллекте. Использование когнитивных принципов в экономике, образовании позволяет вывести основные процессы на интеллектуально новый уровень.

В когнитивных технологиях «познание» выходит за рамки чисто философской ментальной субстанции. Исследования нейрофизиологов и психофизиологов раскрывают законы движения и преобразования материи в процессе поступления сигналов в мозг человека извне, их трансформации посредством сложного комплекса электрохимических процессов, обработки, хранения в памяти, а также последующего улавливания и использования уникальных свойств мозга и мозговой деятельности для прогресса общества.

Мировые тренды развития когнитивных технологий. Развитие цивилизаций - это познание законов общественного развития, экономики, производства, технологий, свойств материи. Человек всегда выглядел познавательной силой, субъектом познания. Но практически никогда столь масштабно предметом познания не являлась мозговая или мыслительная деятельность самого человека, не ставился вопрос об использовании уникальных свойств мозга для вывода прогресса общества на новый интеллектуальный уровень

развития. В этом мы видим преобразующую силу и суть когнитивной технологии, ее место в системе больших технологий, если не выше, не «главнее». Для постановки такого вопроса ранее просто не было соответствующего накопления знаний. Технологии инструментальных исследований, включая большие технологии, не позволяли получать желаемую детализацию исследований. В научном плане проблема познания свойств мозга, конечно, еще далеко не решена, но масштабы и объем полученных знаний достигли того уровня, когда возможны системные обобщения и обоснования вариантов их использования по широкому кругу производства продукции, товаров и услуг. Это уже реализуется на практике.

Рассматривая когнитивные технологии, следует обратить внимание на колоссальный интерес к проблеме и гигантские темпы развития научных исследований и разработок в стране и международном сообществе. Наши великие соотечественники, выдающиеся ученые И.М. Сеченов, В.М. Бехтерев, И.П. Павлов, А.Р. Лурия, Л.А. Орбели, их ученики и последователи Н.П. Бехтерева, Б.М. Величковский, Т.В. Черниговская и многие, многие другие создали научную школу современной нейрофизиологии и нейропсихологии мирового уровня. Научные традиции активно приумножаются. В Москве и Санкт-Петербурге созданы институты мозга и когнитивных технологий. Научной и учебной базой когнитивных технологий стал Курчатовский институт, на базе Института системного анализа РАН создана первая компания в сфере когнитивных технологий - Cognitive Technologies Ltd. Мощные исследовательские центры получили развитие на базе Казанского, Санкт-Петербургского, Томского и других университетов, а также ведущих профильных медицинских клиник. В принципе, такая же система организации исследовательских процессов в формате когнитивных технологий характерна и для зарубежных стран, с той лишь разницей, что они располагают несоразмерно большими бюджетами и осуществляют гигантские по задумке и масштабам исследовательские программы.

Другое, более существенное отличие состоит в разработке и активной реализации целевых программ и проектов развития когнитивных технологий. В США еще в 80-е годы прошлого столетия удалось осуществить кон-

вергенцию исследований и разработок в сфере искусственного интеллекта с научными дисциплинами в области нейронаук, психологии, философии разума и др. В 1990 г. Конгресс США провозгласил 90-е годы десятилетием изучения человеческого мозга. Предполагалось осуществить выработку лекарственных средств, направленных против тяжелых заболеваний мозга и на повышение эффективности его работы. В 2007 г. в рамках Национального научного фонда была принята комплексная программа «Когнитивная нейробиология», в которой на принципах интеграции целого комплекса наук и высокотехнологичных инноваций преследовалась цель четкого познания и понимания организации мозговой деятельности. В рамках проекта создавались уникальная аппаратура для исследований и лечения головного мозга, а также технологии электронной записи и компьютерного моделирования процессов мозговой деятельности. В Великобритании в рамках программы правительства «Форсайт» реализовывались «Проект когнитивных систем», а также проект «Наука о мозге...». В ряде стран приняты национальные программы когнитивных исследований, на уровне ЕС подготовлен Доклад о целесообразности научных исследований разума, интеллекта и нейронной структуры мозга. Большинство проектов в сфере когнитивных технологий реализуются на межгосударственной основе и носят долгосрочный характер. Например, проект «Blue Brain» («Голубой мозг») реализовывался в течение 2008-2015 гг. и увенчался феноменальными научными результатами.

Приведенные примеры позволяют убедиться в том, что относительно разрозненной совокупности исследовательских центров в России, развивающихся в соответствии с локальными научными планами, мировое исследовательское сообщество противопоставляет развитие когнитивных технологий, скоординированных на уровне государственных программ и проектов с несоизмеримо большей инвестиционной составляющей. Подобное положение складывалось в современной России в биотехнологиях, когда в силу бездействия эффект колоссального научного наследия был исчерпан и с огромным отставанием была принята соответствующая «догоняющая» Государственная программа.

Моментное время в организации мониторинга когнитивных технологий. В настоящее время можно наблюдать достижение относительно-го баланса между уровнем развития научного потенциала, предложением научных результатов и идей для практического исследования и спросом в ракурсе развития соответствующих секторов экономики. Это очень важное, можно сказать моментное состояние в развитии когнитивных технологий, при котором имеется возможность обобщить, пусть даже в эскизном варианте, направления развития научных исследований и инструментальных технологий, с одной стороны, и коммерциализации научных изобретений в сфере производства продукции, товаров и услуг - с другой. Ведь дальнейший тренд развития технологий будет связан с усилением крена в сторону коммерциализации и с формированием полноценного глобального рынка. Крупнейшие корпорации, специализирующиеся на выпуске конечной продукции, будут определять спрос на научную и изыскательскую продукцию, осуществлять финансирование и инвестиции в профильную науку, и в конце концов «подомнут» ее под себя, придав всем проводимым исследованиям статус коммерческой тайны. О развитии когнитивных технологий мы будем судить по обилию таблеток от головы и для головы, разнообразию гарнитур и умных приспособлений и прочих ассортиментных «выкрутасов» индустрии интеллектуального уровня. Отчасти такой тренд проявляется в развитии биотехнологий и компьютерной индустрии, где стадия научных исследований является своеобразным «сырьевым» промежуток, несмотря на определяющую роль для побед в конкурентной борьбе.

Конечно же, можно подождать, когда рынок исследований и промышленных разработок в сфере когнитивных технологий достигнет значительно более высокого уровня и станет мониториться частными корпорациями, «простреливаться» многочисленными форсайтами и системными прогнозами со стороны научного сообщества, обобщаться в глобальных докладах и, наконец, на постоянной основе комплексно изучаться в соответствии с методологией ОЭСР. Можно, но на это нужно время, есть риск упустить это «моментное состояние». Нам трудно судить, насколько проблема организации статистичес-

кого наблюдения за когнитивными технологиями созрела для своего практического воплощения. Но с чего-то начинать надо, хотя бы в дань уважения к беззаветно преданной идее познания ученым и тем, кто держится благодаря надежде и вере в победу над страшными недугами человечества. Поэтому вернемся к пониманию содержательных аспектов когнитивных технологий.

Основные понятия и определения. Собственно понятие «когнитивность», или «когнитивная наука», было введено в научную практику английским ученым Кристофером Лонге-Хиггинсом в 1973 г. при исследовании проблем деятельности мозга человека и создания искусственного интеллекта. В переводе с латинского *Cognitio* означает познание, изучение, осознание. Поэтому и предметная сторона когнитивных исследований достаточно обширна - от познания общих принципов организации мышления, исследования интуиции, эмоций, других свойств человеческого сознания до создания искусственного интеллекта и управления познавательной деятельностью человека.

В научных источниках можно встретить множество определений когнитивных технологий. Наиболее типичны три из них. Согласно *первому направлению определений*, когнитивные технологии ассоциируются с понятием междисциплинарности в сфере нейронаук и сопряженными с ними научными дисциплинами. *Второе направление* определения когнитивных технологий сопряжено с достижением более высокого уровня интеграции науки и технологий с образованием некой самостоятельной исследовательской субстанции «технонауки». И, наконец, *третье определение* когнитивных технологий связывается с технологиями разнообразных интерфейсов «человек - компьютер» и созданием искусственного интеллекта. Такие определения, как ни странно, не противоречат друг другу, так как являются частными производными общей системы организации когнитивных технологий. Первые отражают фокусирование на научной познавательной стороне; вторые - на результирующих интеграционных процессах науки и технологий; третьи - на проблемах использования полученных базовых знаний в процессе их коммерциализации.

При организации статистического наблюдения за развитием когнитивных технологий отдать предпочтение какому-либо одному направлению нереально, так как существует риск упустить из системы мониторинга другие, не менее значимые направления. В равной мере достаточно проблематично сделать своеобразный «микс», который заведомо претендовал бы на объективность при конкретизации предмета и объекта статистического наблюдения, единиц мониторинга и информационной нагрузки на них, как носителей и источников статистических данных. Отдадим дань уважения и другим определениям когнитивных технологий глобального уровня, но лишь отметим, что они всегда будут отражать круг научных интересов, возможностей и целевых установок авторов. Нам представляется не менее интересным обобщить опыт когнитивных практик, реализуемых в национальных проектах ведущих стран, содержащееся в них научное видение когнитивных технологий. Обобщенно, интеграция и синтез базовых наук о познании совместно с инновационными технологиями инструментальных исследований представляют фундаментальное условие и организационный базис развития когнитивных технологий как на стадии получения новых знаний, так и на стадии их научного обобщения и дальнейшего практического использования научных результатов. Содержательная или целевая фокусировка когнитивных технологий состоит в достижении четкого понимания процессов мозговой деятельности, обеспечивающих зрительное восприятие, мышление, эмоциональную реакцию, поведенческую мотивацию и другие свойства для последующего использования когнитивных знаний во благо человека.

Рассматривая технологии, следует отметить, что они всегда представляют способ соединения рабочей силы со средствами производства. Особенность когнитивных технологий состоит в том, что исследователю приходится иметь дело не только с инструментальной базой (материальными активами), но и со знаниями различных научных дисциплин (нематериальными активами). Кроме того, исследовательский процесс - это всегда система экономических и правовых отношений, закрепляемых в программах или проектах, а также регламентируемых законодательной

базой государств. В этой связи попробуем дать наиболее общее (рабочее) политическое определение когнитивных технологий. *Когнитивные технологии* – это реализация экономических отношений, возникающих в обществе по поводу получения новых знаний о мозговой и умственной деятельности человека на основе интеграции познавательных наук и инновационных исследовательских технологий, дальнейшей материализации новых знаний во благо человека. Конечно же, можно модифицировать это определение когнитивных технологий посредством акцентирования внимания на одних содержательных элементах, исключая как само собой подразумевающиеся другие. Например, как вариант, когнитивные технологии можно рассматривать и как уникальный способ соединения исследователей с системой когнитивных знаний и инновационных инструментальных технологий для получения новых знаний о мозговой деятельности и их использования во благо человечества. А можно и еще более упростить определение когнитивных технологий, сведя его к простому получению все новых знаний о мыслительной деятельности человека и направлениях их применения. В любом случае содержательную основу познания будет составлять комбинирование когнитивной науки и инструментальных технологий для получения уточненного представления о мозге и мозговой деятельности, обобщение новых знаний и использование на практике. Здесь уместно отметить, что в дальнейшем, по мере развития научных исследований, разгадки тайн и секретов мозговой деятельности и усиления коммерческой составляющей когнитивные технологии, скорее всего, перейдут в разряд производственных технологий. Уже в ближайшей перспективе они, вероятно, будут определяться как специфические интеллектуальные технологии по производству продукции (товаров и услуг) по борьбе с заболеваниями головного мозга и регулированию когнитивных функций человека, или еще что-нибудь в этом же роде.

Духовное и материальное в познании «познания» и когнитивные технологии. И все же наше представление о когнитивных технологиях будет неполным, если мы не затронем вопрос о духовном и материальном в процессе развития познавательных процессов. Вопрос весьма

деликатный, так как традиционно познание находилось в ведении Церкви, теологических исследований и различных философских практик. Общий тренд решения проблемы состоит не в противопоставлении ментального материальному в процессе познания, а в аккуратном синтезировании направлений. В самом начале становления когнитивных технологий в 1980-е годы в США философия разума, включая духовную жизнь человека, входила в состав наук о познании наряду с нейронауками, психологией и лингвистикой и некоторыми другими дисциплинами. Во Франции вопрос эпистемологического философского воззрения на познание и научного подхода на исследование сознания и души человека был едва ли не центральным при проведении научной дискуссии в 1990-е годы, в том числе и о целесообразности создания в Лионе института когнитивных наук. Кстати, и в настоящее время философия разума и души человека представляет одно из ведущих направлений научной деятельности этого уникального научного учреждения. Деликатность, респектабельность и взаимопроникновение, наверное, являются основными принципами взаимодействия ментальных и материальных подходов к изучению когнитивных технологий.

Несмотря на обилие мировоззренческих дуалистических или монистических воззрений материалистического толка, общий тренд эпистемологии состоит в усилении акцентов на комплексные эмпирические исследования и разработки, последовательном обновлении сегментов научных и инструментальных исследований, расширении наших объективных представлений о природе материального и ментального. Арсенал исследовательских технологий постоянно расширяется. Скоординированные прикладные разработки проводятся с использованием гигантского спектра исследовательских возможностей нано-, био-, информационных и коммуникационных технологий, уникальных методов визуализации, фундаментальных технологий квантовой механики и квантовой оптики, оптогенетики, оптохимии и других инструментальных технологий познания. Прорыв в применении новейших инструментальных исследовательских технологий позволил вывести когнитивные знания на новый уровень, что способствовало пониманию материальной природы мно-

гих явлений, которые традиционно относились к ментальной сфере. В 2015 г. китайские ученые поведали о создании гарнитуры, 16 датчиков которой улавливают мысль человека, сфокусированную на начало и остановку движения автомобиля (через соответствующие приводы к автомобилю). Испытания аналогичного рода проводятся их российскими коллегами относительно управления мыслительными сигналами для координирования движения летательных аппаратов (дронтов). Происходит познание материальной природы такой ментальной субстанции, как мысль, намечаются направления практического использования этих знаний. Следует отметить подвижки в понимании природы эмоций, управлении ими. Что произойдет с философскими практиками, упрочится ли эмерджентный материализм, как ветвь «дуализма свойств», или же наоборот, произойдет усиление позиций «аномального монизма», признающего наличие только одной фундаментальной материалистической субстанции – предугадать сложно, но понятно другое: результаты развития когнитивных технологий будут находиться под пристальным вниманием фактически всех философских практик.

Общеметодологические подходы к организации статистического мониторинга когнитивных технологий. Перед статистикой стоит достаточно сложная задача методологической рекогносцировки когнитивных технологий, прежде всего как объекта статистического изучения. Собственно «зацепок» к решению проблемы у статистики не так уж и много. Статистика накопила практический опыт по организации статистического наблюдения, по существу, за всеми действующими технологиями, а также за уникальными «большими» технологиями развития современной цивилизации. Когнитивные технологии (КТ) по своей значимости относятся к технологиям такого же уровня, а по сложности форм проявления и воздействия на окружающий мир несопоставимо более высокого порядка. Вероятно, для КТ можно использовать те же общие методологические подходы и стандарты, которые выработаны в статистическом формате ОЭСР и с успехом были применены к большим технологиям.

Для КТ, конечно же, существует своя специфика, предполагающая применение специ-

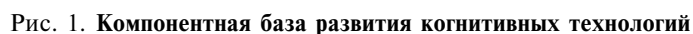
альных по сравнению с большими технологиями методов и методологии. Эта специфика в первую очередь обусловлена наличием комбинирования материальных и нематериальных композиций в интеллектуальной составляющей процесса познания, наличием живой субстанции в виде мозга и мозговой деятельности, а также системой общественно-экономических отношений, определяющих технологический базис и спрос на исследования и разработки. Подобных компонент даже в первом приближении не наблюдалось у относительно больших технологий. Ну, а их игнорирование статистикой приведет к утрате системного предмета и сведется к учету банальных результатов конкретного научного исследования, хотя и очень важного для науки и практики.

Чтобы избежать тенденциозного подхода, попробуем определить методологические контуры формирования и развития системы когнитивных технологий, в рамках которой будет осуществляться поиск методологических решений по созданию статистического мониторинга КТ. Для начала нами предпринята попытка представить рабочий эскиз компонентной базы развития когнитивных технологий, систему взаимодействия ее основных элементов (см. рис. 1). По существу, здесь заложен модифицированный ресурсный принцип формирования потенциального информационного поля.

В организационном отношении схемой предусмотрено четыре основных блока, характеризующих ресурсные предпосылки и условия реализации когнитивных технологий, взаимодействие науки и технологий как мотивационной основы процесса познания, получение новых знаний и их коммерциализацию. Среди основных блоков выделяются:

- 1) развитие интеллектуального и технологического потенциала и соответствующих экономических отношений в обществе;
- 2) междисциплинарность и конвергенция наук;
- 3) технологический базис исследований и становление метакогнитивных технологий;
- 4) формирование общественного спроса на исследования и разработки в сфере когнитивных наук, их результативность и коммерциализация.

В связи с наличием специфики и заведомых отклонений от принятых научных стан-



дартов остановимся на кратких пояснениях относительно этих групп.

В нижнем блоке схемы в качестве исходного базисного формата развития общественно-экономических отношений и создания исходных интеллектуальных и технологических предпосылок развития когнитивных технологий представлена ноосфера, причем в заведомо расширительной трактовке¹. Традиционно ноосфера связывается с взаимодействием природы и общества, в котором определяющая роль принадлежит разумной человеческой деятельности. С освоением космического пространства (чего не было во времена авторов понятия ноосферы) пространственная конфигурация ноосферы меняется. В схеме сделана расширительная трактовка ноосферы за счет включения космоса. Кроме того, общество рассматривается не только в контексте совокупности людей (личностей), а в понимании отношений, возникающих между людьми по поводу развития общества, в том числе и разумного освоения природного потенциала планеты. Из теологической в целом концепции ноосферы Эдуарда Леруа и Пьера Тейяром де Шардена и прагматической научной конструкции ноосферы В.И. Вернадского мы в качестве центрального звена возьмем сущностное понимание ноосферы - мысль, мозг, разум, деяние во благо человека. В выборе исходной научно-методологической платформы мы останавливаемся именно на ноосфере, а не на неких частных производных типа «техносферы», «когносферы», уводящих от базового понимания основы ноосферы: разум. Именно способность человека разумного генерировать посредством мозга мысли, воплощать идеи во благо дает возможность развивать интеллектуальный потенциал, совершенствовать технологический базис (как способ соединения работников со средствами производства и нематериальными активами), стимулировать обществен-

ный прогресс. И наконец, ноосфера стала как раз той средой, в которой развивались вполне конкретные научные исследования мозга и мозговой деятельности, осмысление процессов познания, раскрытие тайн движения информации и преобразования энергии в нейронных сетях и многое, многое другое. Мир разума стал наполняться новым содержанием - пониманием механизма познания, управления интеллектом, регулирования мозговой деятельности и др.

Левая колонка схемы включает основные компоненты развития когнитивных научных дисциплин. Междисциплинарность рассматривается как форма проявления и реализации интеллектуального потенциала, которая под воздействием реализации новых технологий познания постепенно обретает новое качество в виде самостоятельной когнитивной научной дисциплины.

Центральная колонка представляет композицию реализации познания как результата взаимодействия новых технологий когнитивных исследований и новых знаний. Начальный уровень интеграции междисциплинарности и специальных технологий исследования приведет к формированию представления о первичной конфигурации когнитивной науки. В настоящее время целостного однопорядкового толкования когнитивной науки нет, практикуется использование собирательного образа, в целом происходит этап ее активного становления. В дальнейшем под влиянием новых научных результатов конвергенции наук и коммерциализации спроса на результаты когнитивных технологий произойдет их последующее развитие в направлении конкретизации представлений о когнитивной науке и соответствующих исследовательских технологиях. Конечным результатом взаимодействия когнитивной науки и технологий станет формирование метакогнитивной технологии как составной части больших технологий.

¹ Классически Ноосфера - сфера разума. Понятие «ноосфера» было предложено профессором математики Сорбонны Эдуардом Леруа^[en] (1870-1954) в 1926 г., который трактовал ее как «мыслящую» оболочку, формирующуюся человеческим сознанием. К этой идее он пришел совместно со своим другом - крупнейшим геологом, палеонтологом-эволюционистом и католическим философом Пьером Тейяром де Шарден, который отмечал: «Земля не только покрывается мириадами крупинки мысли, но окутывается единой мыслящей оболочкой, образующей функционально одну обширную крупинку мысли в космическом масштабе. Множество индивидуальных мышлений группируется и усиливается в акте одного единодушного мышления. Таков тот общий образ, в котором по аналогии и симметрично с прошлым мы можем научно представить себе человечество в будущем». Развивая концепцию ноосферы, В.И. Вернадский дал принципиально иное определение. Ноосфера - «такого рода состояние биосферы, в котором должны проявляться разум и направляемая им работа человека, как новая небывавшая на планете геологическая сила». И далее, говоря о мощи человеческой и о человеке, В.И. Вернадский отмечал, что «...он может и должен перестраивать своим трудом и мыслью область своей жизни, перестраивать коренным образом по сравнению с тем, что было раньше...».

Правая колонка включает последовательные блоки формирования общественного спроса на исследования и разработки в сфере когнитивных научных исследований и технологий, вовлечение их в сферу общественных интересов и коммерциализации по производству услуг научных организаций, товаров (продукции) соответствующих отраслей производства.

Представленный формат развития когнитивных технологий, конечно же, не может претендовать на некую исключительность и универсальность, но, как нам представляется, позволит учесть базовые принципы создания статистической системы для мониторинга когнитивных технологий. Основная организационная предпосылка построения данной конструкции состоит в комплексности, понимании того, что все элементы компонентной базы важны и определяют успех развития когнитивной технологии в целом, от зарождения научной идеи до ее воплощения в новые знания либо полезный продукт.

Эскиз будущих методических подходов учета взаимодействия науки и технологий. Статистика в целом способна осуществить мониторинг когнитивных технологий, но в какой мере и с какими допусками, сейчас говорить рано. Вероятно, при практических наработках методологии «всплывут» проблемы, с которыми не доводилось сталкиваться в существующей практике. Например, ресурсный интеллектуальный и технологический потенциал может быть охарактеризован разнообразными статистическими индикаторами деятельности научных, профильных образовательных, промышленных предприятий. Мы можем получить основные данные об исследователях и достигнутых новых знаниях, об объемах производства нового исследовательского оборудования и новых технологиях. Эти индикаторы будут в целом отражать уровень развития инновационности страны, ее способности обеспечить материально-технические и интеллектуальные предпосылки развития когнитивных технологий. Однако этих данных не хватит для того, чтобы ответить на вопрос об уровне достаточности этого производства знаний и инструментальной базы для успешного развития тех же когнитивных, равно как и иных других технологий.

В России, к сожалению, утрачиваются традиции технологического планирования и соответствующей практики статистического учета. В современных условиях прогресс больших технологий предопределяет потенциал в других технологиях. В частности, технологические возможности в компьютерной индустрии в значительной мере предопределяют исследовательский потенциал когнитивных технологий в части моделирования человеческого мозга и управления мозговой деятельностью. Например, для успешной реализации того же проекта «Blue Brain», который реализовывался в Институте мозга и мышления, одном из подразделений Федеральной политехнической школы Лозанны, фирмой IBM был специально разработан один самых мощных на тот период суперкомпьютеров (Blue Gene), состоявший из 8 тыс. процессоров. Однако этих мощностей для современной постановки задач исследования головного мозга явно недостаточно. Суперкомпьютер Blue Gene последнего поколения состоит приблизительно из 300 тыс. процессоров, помещенных в 72 холодильные установки, и осуществляет вычисления, измеряемые уже в петафлопсах (квадриллион операций в секунду). Уровень достаточности вычислительных мощностей этого суперкомпьютера ограничивается возможностью моделирования на клеточном уровне мозга крысы, содержащего 200 млн нейронов. Для моделирования человеческого мозга, состоящего более чем из 100 млрд нейронов, нужны еще более мощные суперкомпьютеры с вычислительной способностью, измеряемой в эксафлопсах (квинтиллион операций в секунду!). Американскому ученому Генри Маркرامу удалось осуществить изящное отображение производительной способности вычислительной мощности компьютеров в системе познания и моделирования мозга (см. рис. 2).

Другая проблема определения базовых параметров развития технологического базиса связана с тем, что современный этап развития когнитивных технологий в части познания связан с реализацией «проектных» принципов организации исследований. Современный опыт развития когнитивных технологий показывает колоссальную затратность инструментальных исследований мозга, построения его компьютерных моделей. Основным орга-

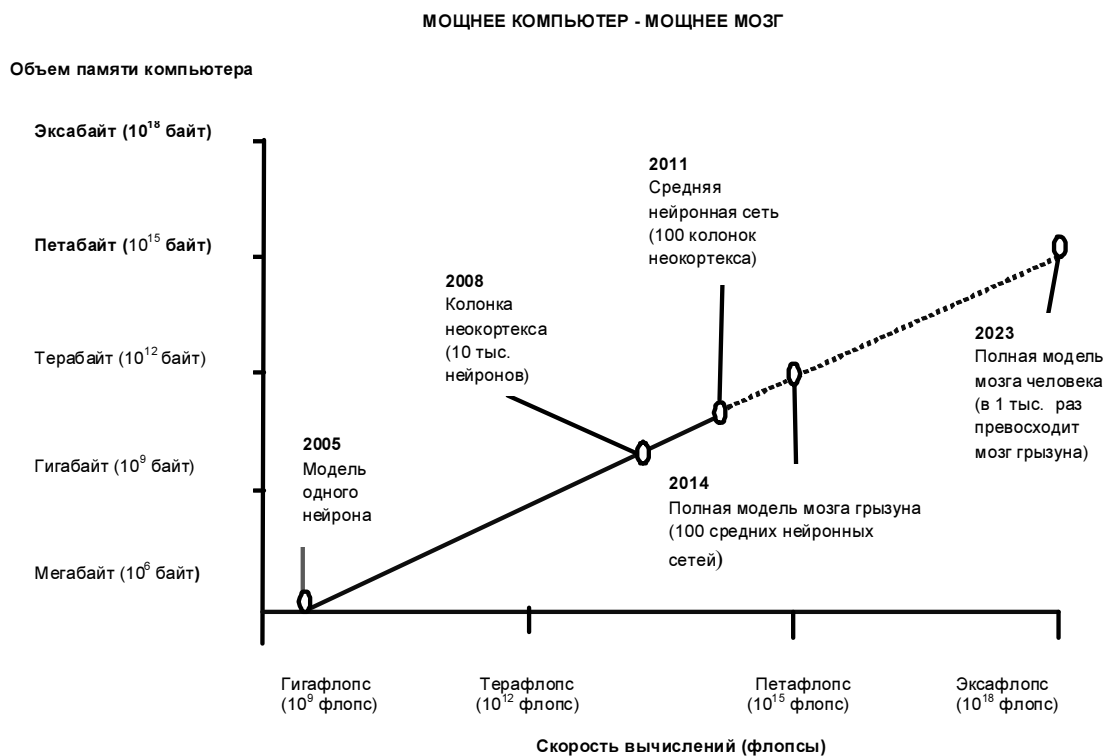


Рис. 2. Отображение производительной способности вычислительной мощности компьютеров в системе познания и моделирования мозга

Источник: [5].

низационным вектором развития когнитивных технологий становится концентрация финансовых и исследовательских ресурсов на наиболее важных, прорывных направлениях науки. Доминирующей формой организации исследований становятся проекты и международные программы, реализуемые на долгосрочной межгосударственной основе. Своего рода продолжением проекта «голубой мозг» является не менее амбициозный проект ЕС Human Brain Project (проект человеческого мозга) с бюджетом в 1,6 млрд долларов, в котором участвуют ученые 130 университетов различных стран мира. Для составления генетической карты всех генов мозга человека в Алленовском институте исследований мозга, расположенном в Сиэтле, был запущен проект Allen Human Brain Atlas. Администрация президента США Барака Обамы выступила с инициативой реализации крупномасштабного проекта по изучению мозга BRAIN Initiative (Brain Research through Advancing Innovative Neurotechnologies) со стартовым бюджетом в 100 млн долларов.

Развитие глобальных проектов в сфере когнитивных технологий и интеграция в них национальных исследовательских программ неизбежно затронут формат статистического наблюдения (на национальном или межгосударственном уровнях).

Наряду с вопросами организационного характера, статистике предстоит решить проблемы содержательного характера, определиться с предметной стороной предстоящего мониторинга. Если когнитивность рассматривать исключительно как междисциплинарность наук, то для статистики, вероятно, нет особого смысла предметно заниматься организацией мониторинга когнитивных процессов в таком ракурсе: конвергенция дисциплин происходит практически во всех предметных сферах науки; не просматривается конечный результат развития когнитивной науки и технологий, который мог претендовать на преобразующую технологию высокого уровня. Методический арсенал измерения уровня конвергенции наук достаточно хорошо отработан и включает приемы от приме-

нения простых индексов цитируемости и использования результатов в сопряженных науках до учета разработки представителями различных научных дисциплин совместных исследовательских проектов (что особенно характерно для когнитивных технологий). Поэтому применительно к такому подходу интерпретирования когнитивных технологий для статистики, скорее всего, будет характерно созерцательное отношение.

Однако со стороны статистики совершенно иной подход к междисциплинарности будет формироваться в том случае, если она будет рассматриваться во взаимодействии с исследовательскими технологиями познания (левая и центральная колонки на рис. 3). При такой форме взаимодействия науки и исследовательских технологий междисциплинарность приобретает новое качество: формальный обмен и поглощение знаний различными научными дисциплинами уступают место

координированию наук в совместной выработке новых прикладных исследовательских направлений и программ.

От пассивной стадии взаимного обогащения знаниями междисциплинарность переходит в активную стадию синтеза и генерирования идей, разработки совместных глобальных проектов по наиболее важным направлениям развития когнитивных технологий. Ну, а если система взаимодействия науки и технологий будет расширена посредством подключения таких явлений, как общественный спрос и коммерциализация научных исследований и технологических разработок (правая колонка на рис. 3), то сфера статистического мониторинга значительно расширится. Диапазон направлений исследований и разработок в сфере когнитивных технологий и их масштабы существенно увеличатся за счет коммерческих заказов на разработки. Возможность учета направлений, развивающихся вслед-

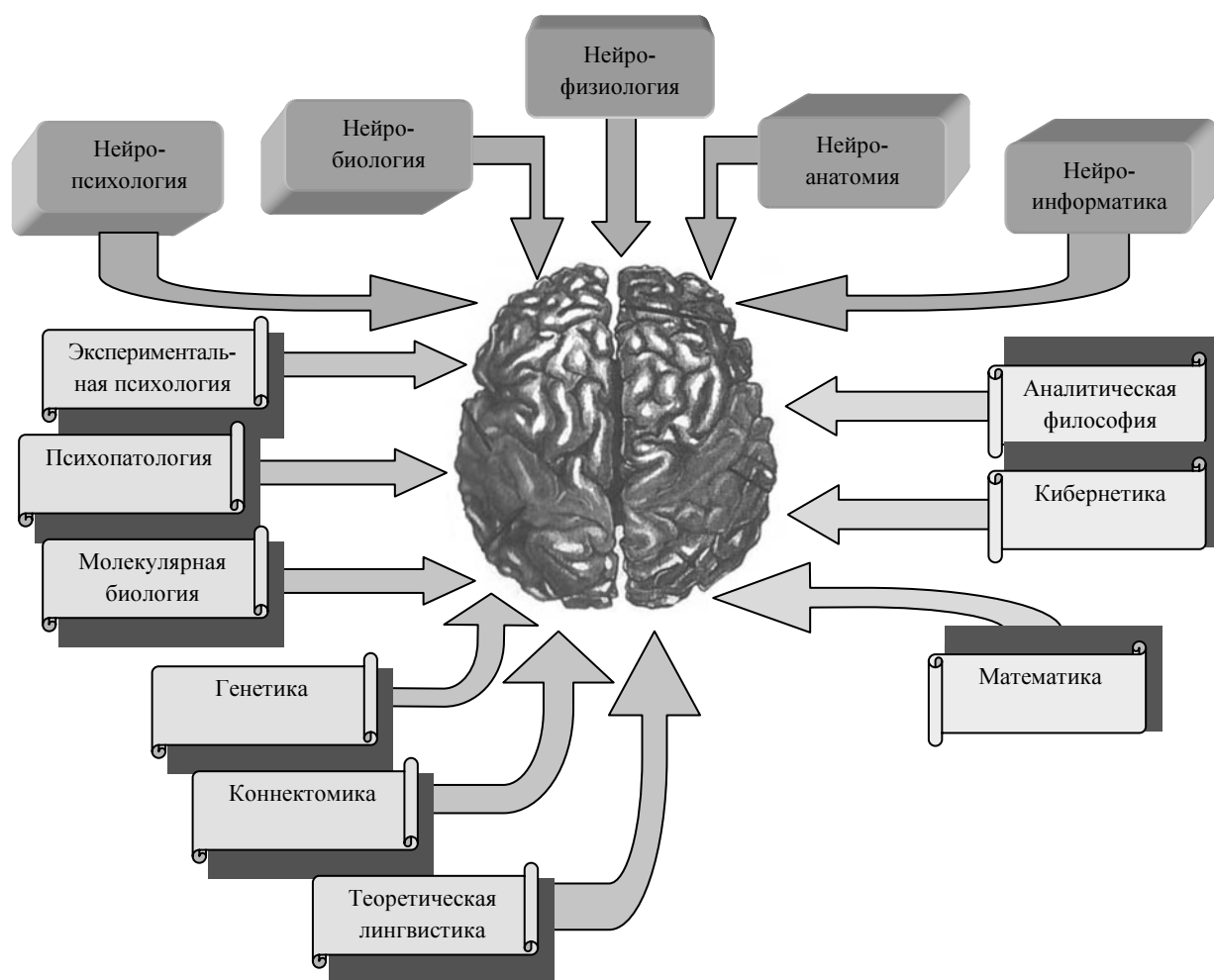


Рис. 3. Система междисциплинарных когнитивных наук

ствие инициатив научного сообщества и направлений, инициированных спросом на конечные результаты, позволит системно обобщить сформировавшиеся и зарождающиеся направления научных исследований и разработок, а также производство сопряженных товаров (работ, услуг). С формированием реального структурированного представления о масштабах и направлениях развития когнитивных технологий будут сформированы объективные предпосылки для их обобщения с последующим выходом на соответствующие классификаторы.

Весьма существенным представляется тот факт, что при переходе от простой междисциплинарности к комплексному восприятию когнитивных технологий статистика переходит в новое состояние: преимущественно атрибутивные индикаторы, такие, как научная дисциплина, наименование применяемой технологии, результат исследований и т. п., дополняются системой количественных экономических индикаторов. Ресурсный потенциал научных дисциплин и направлений в дополнение характеризуется численностью и квалификацией исследователей, наличием оборудования и других основных средств, используемыми исследовательскими технологиями, финансовым обеспечением. Научно-исследовательская и изыскательская деятельность находит свое отражение в затратах; производственная - в стоимости произведенной продукции, товаров или услуг. Наряду с инвестиционной составляющей, вводятся показатели для характеристики национальных и транснациональных рынков товаров и услуг, конкурентной среды. В целом относительно когнитивных технологий происходит применение стандартизированных статистических процедур как для полноценного вида экономической деятельности, только со своей специфической составляющей.

Статистические направления учета процесса коммерциализации спроса на продукцию когнитивных технологий. В отличие от больших технологий рынок когнитивных технологий и продукции, товаров и услуг находится в стадии активного формирования. В настоящее время наиболее активно развивается рынок фармацевтики и медицинских услуг, разработки био-

компьютеров и робототехники, различных когнитивных систем в управлении экономическими и производственными системами. Своеобразным общим знаменателем современного этапа развития когнитивных технологий является замена умственного труда овеществленным посредством создания целого комплекса интерфейсов, укрепление физиологического состояния мозга и совершенствование мозговой деятельности человека.

Интерес к исследованиям и разработкам в области когнитивных технологий огромный, и здесь имеется колоссальный спрос на результаты исследований. Прежде всего следует выделить сферу борьбы с заболеваниями головного мозга. В настоящее время только в Европе порядка 180-200 млн человек страдает от заболеваний головного мозга, в мире - около 5 млрд человек. На поиск исцеления от болезней Альцгеймера и Паркинсона ориентированы гигантские бюджеты и исследовательские ресурсы по всему миру. Как показывают научные и опытные разработки в формате интерфейсов «мозг - компьютер» и «мозг - машина», на принципиально новый уровень выходит система нейропротезирования. Проводятся пробные операции по имплантации памяти и органов чувств. Следует выделить потрясающие достижения нейролингвистики. Практически синхронно с получением новых знаний и системных представлений о мозговой деятельности гигантскими темпами развивается индустрия по производству препаратов для улучшения интеллектуальных способностей человека - лекарственные усилители когнитивных функций человека, активизации нейросистем, повышение эффективности потенциала интеллектуальной деятельности и т. п. В перспективе развития этого направления стоит формирование гигантского рынка фармацевтики и услуг по регулированию когнитивных функций человека и лечению заболеваний мозга.

Другая рыночная ниша формируется относительно создания систем биокомпьютеров. Действующие технологии в производстве компьютеров основываются на кремниевых полупроводниковых технологиях. Потенциальный рост их мощностных характеристик близок к исчерпанию. Освоение несопоставимо более мощных, энергоэкономичных и миниатюрных биокомпьютеров представля-

ет одно из основных направлений развития когнитивных технологий. Разработка биокомпьютеров осуществляется по нескольким направлениям. В контексте когнитивных технологий прежде всего представляет интерес создание нейрокомпьютеров или нейророботов, в которых биологическая составляющая представлена компонентами нейронных структур мозга. Технологическую основу нейрокомпьютеров представляет использование процесса синтеза электрических, биохимических и информационных процессов, происходящих в нейросетях при поступлении сигналов в мозг, их кодировании, передаче и хранении. Человеческий мозг состоит из порядка 100 млрд нейронов, которые, взаимодействуя между собой, образуют сотни триллионов соединений. Поступающая в мозг информация кодируется, обрабатывается и направляется в память. Нейроны осуществляют получение, обработку и передачу информации, а глиальные клетки, образующие вместе с нейронами нейронные сети, обеспечивают физическую и электрохимическую поддержку деятельности нейронов. Нейрокомпьютеры, смоделированные на основе принципов организации нейросетей, могут обладать не только свойствами традиционных ДНК- и клеточных биокомпьютеров, но и самопрограммированием и интеллектуальной составляющей. В настоящее время получены положительные экспериментальные результаты компьютерного моделирования. Разработка нейрокомпьютеров осуществляется в тесной связи с созданием нейрочипов, технологическая база которых объединяет в себе нейроны и электронные компоненты. Первые нейронные чипы произведены в Германии.

Генетические ДНК-компьютеры базируются на принципах использования информационных возможностей ДНК (дезоксирибонуклеиновой кислоты), из которых состоят живые клетки. В молекулах ДНК закодирована генетическая информация с определенной внутренней структурой, обеспечивающей хранение и движение информации. Желание использовать заложенные природой принципы информационной трансформации в ДНК и составляет основу идеи создания ДНК-компьютера, которая была высказана Леонардом Адлеманом, профессором университета Юж-

ной Калифорнии в 1994 г., а уже в 1999 г. профессором Ихудом Шапиро из Вейцмановского научно-исследовательского института (Израиль) была создана первая модель биокомпьютера. В 2001 г. модельные разработки были воплощены в реальный генетический компьютер, который состоял из ДНК («программное» обеспечение), РНК и специальных ферментов, отвечавших за «аппаратное» обеспечение. Полученный компьютер отличался поразительной миниатюрностью, ведь в одной капле воды могло поместиться порядка 3 трлн таких компьютеров, с суммарной производительностью 330 трлн вычислений в секунду (в 100 тыс. раз больше современных электронных компьютеров).

В целом преимуществами создания данного типа биокомпьютеров является использование не бинарных (как в нынешнем поколении действующих компьютеров), а тернарных кодов, что допускает параллельное проведение вычислений. Одновременное вступление в реакцию триллионов молекул ДНК обеспечивает несоизмеримо высокую производительность. При этом вычислительные компьютеры на основе ДНК обладают способностью хранения информации с плотностью в триллионы раз выше современных оптических дисков. Несомненным достоинством таких компьютеров являются миниатюрные размеры и малое энергопотребление.

В общей системе биокомпьютеров активно развиваются технологии построения клеточных компьютеров, размещаемых в клетках организма и осуществляющих информационный мониторинг их состояния. Обосновываются рабочие гипотезы создания квантовых биокомпьютеров. В соответствии с принципами квантовой механики у генов и хромосом имеется квантовая составляющая. ДНК является излучателем электромагнитных и звуковых полей и его можно представить как квантовый биокомпьютер, работающий на биоволнах. Услышать, о чем «перешептываются» гены, и обратить неведомые волны в вычислительные технологии – фантастическая на сегодняшний день задумка, но как знать, может и реализуемая в недалеком завтра. По крайней мере, крупнейшие АТ-компании уже анонсировали начало коммерческих разработок в этой сфере.

Познание глубинных основ мыслительной деятельности человека способствовало активному развитию целого комплекса ВСИ-технологий (Brain-Computer-Interfaces) и соответствующих интерфейсов «мозг человека - компьютер». Эти технологии активно используются при разработке искусственного интеллекта, в роботостроении и других сферах. К такому же классу следует отнести ВМИ-технологии (интерфейс «мозг - машина» или иное внешнее устройство, выполняющее умственные или моторные функции человека). На основе ВМИ-технологий осуществляется создание экзоскелетов и разнообразных «умных» протезов.

В реалиях направлений исследований когнитивных технологий и использования результатов научных разработок очень много, и потенциальная задача статистики состоит в том, чтобы обеспечить их комплексный объективный учет, не упустить что-либо из внимания и не приписать лишнее. Мы попробовали «окунуться» в мир когнитивных технологий и столкнулись с феерией направлений научной мысли, массой поразительных и уникальных технологий исследований, виртуозностью идей практического применения, смелостью замыслов возвеличивания умственных способностей человека. Для статистиков когнитивные технологии оказались воистину миром реальной фантастики. И если для его познания нам в целом удалось построить некую эскизную конструкцию по учету движения мысли от ее зарождения, технологического воплощения в новые знания и использования для прогресса общества, то первые попытки

систематизации многоликого мира когнитивных технологий столкнулись с естественными трудностями, и нам пришлось пойти на разработку нестандартных приемов. В дальнейших публикациях мы обязательно поделимся результатами исследований. Проблема достойна этого!

Литература

1. **Величковский Б.М.** Когнитивная наука: Основы психологии познания. В 2 т. Т. 1. - М.: Смысл: Издательский центр «Академия», 2006.
2. **Казанцев А.К.** NBIC-технологии. Инновационная цивилизация XXI века. - М.: Инфра-М, 2014.
3. **Касавин И.Т.** Философия познания и идея междисциплинарности // Эпистемология и философия науки. 2004. № 2.
4. **Киященко Л.П., Моисеев В.И.** Философия трансдисциплинарности. М., 2009.
5. **Маркрам Г.** Проект цифрового мозга // В мире науки. 2012. № 8.
6. **Саймон Г.** Структура сложности в развивающемся мире. Компьютеры, мозг, познание: успехи когнитивных наук. - М.: Наука, 2008.
7. **Черниговская Т.В.** Если зеркало будет смотреться в зеркало, что оно там увидит (к вопросу об эволюции языка и сознания). Сб. науч. трудов «Когнитивные исследования». М., 2010.
8. **Черч Дж., Юсте Р.** Новая эра в исследовании мозга. // В мире науки. 2014. № 5.
9. **Anderson J.A.** The Architecture of Cognition. Cambr., 1983.
10. **Gardner H.** The Minds New Science: A History of Cognitive Revolution. N. Y., 1985.

METHODOLOGICAL APPROACHES TO ORGANIZING STATISTICAL OBSERVATION OF COGNITIVE TECHNOLOGIES

Oleg Rybak

Author affiliation: Statistics Institute of Rosstat (Moscow, Russia). E-mail: niistat@hotmail.ru.

This article is one of the first few that review challenges of organizing statistical monitoring of the development of cognitive technologies, which together with nanotechnology, biotechnology and information and communication technologies pre-determine the fundamentals of the future technological structure. Best domestic and international practices related to the making of cognitive technologies are summarized; their content and development directions clarified. The author gives basic scientific definition of cognitive technologies, formulates options for its modification, depending on potential development trends and structural transformation of technology.

On the basis of structurally modified concept of the noosphere is constructed the graphical representation (elementary diagram) of organization basic elements of cognitive technologies. When systematizing cognitive processes statistical attention is drawn to

the ratio of the mental and material in understanding of cognitive technologies, transformation of philosophical practices and beliefs in the context of the new branches of dualism (emergent materialism as a sub-branch of «property dualism») and monism («anomalous monism») caused by the discovery of actual cognitive mechanisms. The article notes that relative balance has been achieved between the development level of scientific potential, supply of research results and ideas and public demand. This is a unique moment state in which it is possible to carry out statistical monitoring of all components and development stages of cognitive technologies. The formation features of the component base of cognitive technologies and organizational principles of interaction between the main structural elements are revealed.

As to the interdisciplinarity, the author presents differentiated approach to substantiate the objectivity of statistical observation; he also shows schematically the formation process of cognitive science as an independent discipline, and provides directions for transformation of information fields by way of changing the quality of interaction between different scientific disciplines with research technologies, public supply and commercialization. The composition and development directions for the technological basis of scientific research is demonstrated, market niches and promising areas of commercialization of the research and development results are clarified. This article substantiates the expediency of organizing statistical monitoring of cognitive technologies (in accordance with common methodological principles of the OECD) used with reference to large technologies - biotechnology, nanotechnology, information and communication technologies.

Keywords: cognitive technology, economic structure, convergence of technologies, noosphere, mental and material, component base of cognitive technologies, interdisciplinary, technological basis of cognitive technologies, commercialization of technologies, statistical monitoring, subject and content of statistics of cognitive technologies, scientific definition of cognitive technologies.

JEL: O33.

References

1. **Velichkovskiy B.M.** Kognitivnaya nauka: Osnovy psikhologii poznaniya. V 2 t. T. 1. [Cognitive Science: Foundations of cognitive psychology. In 2 vols. (vol. 1)]. Moscow, Smysl: Publishing House «Academia», 2006. (In Russ.).
2. **Kazantsev A.K.** NBIC-tekhnologii. Innovatsionnaya tsivilizatsiya XXI veka [NBIC-technologies: innovative civilization of the XXIst century]. Moscow, Publishing House «Infra-M», 2014. (In Russ.).
3. **Kasavin I.T.** Filosofiya poznaniya i ideya mezhdistsiplinarnosti [Philosophy of knowledge and idea of interdisciplinarity]. *Epistemology and Philosophy of Science*, 2004, no. 2. (In Russ.).
4. **Kiyashchenko L.P., Moiseev V.I.** Filosofiya transdistsiplinarnosti [Philosophy of transdisciplinarity]. Moscow, 2009. (In Russ.).
5. **Markram H.** Proekt tsifrovogo mozga [Human Brain Project]. *Monthly Scientific Information Journal «World of Science»* (Scientific American), 2012, no. 8. (In Russ.).
6. **Simon H.** [The structure of complexity in an evolving world]. *Komp'yutery, mozg, poznaniye: uspekhi kognitivnykh nauk* [Computers, Brain, Cognition: Advances in Cognitive Science]. Moscow, Nauka Publ., 2008. (In Russ.).
7. **Chernigovskaya T.V.** [If the mirror looked in the mirror what would it see (to the question of the evolution of language and consciousness)]. *Kognitivnyye issledovaniya* [Cognitive Studies]. Moscow, 2010. (In Russ.).
8. **Church G., Yuste R.** Novaya era v issledovanii mozga. [New century of the brain]. *Monthly Scientific Information Journal «World of Science»* (Scientific American), 2014, no. 5. (In Russ.).
10. **Anderson J.A.** The Architecture of Cognition. Cambr., 1983.
11. **Gardner H.** The Minds New Science: A History of Cognitive Revolution. N. Y., 1985.