

НОВАЯ НАУЧНАЯ ПАРАДИГМА

О.Е. Баксанский

DOI: 10.7256/1999-2793.2014.4.10390

КОНВЕРГЕНЦИЯ: МЕТОДОЛОГИЯ МЕГНАУКИ

Аннотация. Процесс развития науки начинается с появления множества отдельных, не связанных между собой областей знания. Позже возникло 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. 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). Под конвергентными технологиями понимают нано-, био-, инфо, когно-, социально-гуманитарные технологии. Автор рассматривает риски и социально-экономические последствия развития этих технологий, кардинальное изменение картины мира и методологии научного исследования. 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.

Ключевые слова: конвергентные технологии, социально-гуманитарные технологии, социально-экономические риски, безопасность, методология познания, нано-, био-, инфо-технологии, когнитивная наука, научная картина мира, надотраслевые технологии, научные революции.

Если проанализировать процесс становления научного знания, то можно обратить внимание на то, что наука начинается с появления множества отдельных, не связанных между собой областей знания. Далее происходит объединение областей знания в более крупные комплексы, но по мере их расширения вновь обнаруживается тенденция к специализации. При этом развитие технологий обычно определялось в течение длительных периодов каким-либо одним ключевым открытием или прогрессом в одной области. Благодаря ускорению научно-технического

прогресса, наблюдается пересечение целого ряда волн научно-технической революции. В этой связи можно выделить идущую с 80-х годов прошлого столетия революцию в области информационных и коммуникационных технологий, последовавшую за ней биотехнологическую революцию, недавно начавшуюся революцию в области нанотехнологий. Кроме того, в последнее десятилетие наблюдается бурный прогресс развития когнитивной науки. Особенно интересным и значимым представляется взаимовлияние именно информационных технологий, биотехнологий, нанотехно-

Работа выполнена при финансовой поддержке РФНФ, грант № 12-03-00333а
«Философия образования: когнитивный подход»

DOI: 10.7256/1999-2793.2014.4.10390

505

При цитировании этой статьи ссылка на doi обязательна

гий и когнитивной науки, что 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.РокииУ.Бейнбриджем — авторы отчета «Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information technology and Cognitive science», подготовленного 2002 г. во 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.

Взаимодействие нано- и биотехнологий является взаимным. С одной стороны, биологические системы дали ряд инструментов для строительства наноструктур, а, с другой стороны, в перспективе открывается возможность синтеза белков, выполняющих заданные функции по манипуляции веществом на наноуровне. В целом же взаимосвязь нано- и био- областей науки и технологии носит фундаментальный характер.

Сходство строения и функций природных биологических и искусственных нанообъектов приводит к особенно явной конвергенции нанотехнологий и биотехнологий.

Несколько сложнее обратить внимание на связь нанотехнологий и когнитивной науки, так как они более далеко отстоят друг от друга, поскольку возможности для взаимодействия между ними ограничены, кроме того, эти области начали активно развиваться только в последние годы.

Взаимодействие между нанотехнологиями и информационными технологиями носит двусторонний синергетический рекурсивно усиливающийся характер. С одной стороны,

информационные технологии используются для компьютерной симуляции наноустройств. С другой стороны, сегодня идет активное использование нанотехнологий для создания более мощных вычислительных и коммуникационных устройств. Информационные технологии также используются для моделирования биологических систем.

В целом, можно говорить о том, что развивающийся на наших глазах феномен NBICS-конвергенции представляет собой принципиально новый этап научно-технического прогресса.

Отличительными особенностями NBICS-конвергенции являются:

- интенсивное взаимодействие между научными и технологическими областями;
- широкий охват рассматриваемых и подверженных влиянию областей — от атомарного уровня материи до разумных систем;
- выявление перспективы качественного роста технологических возможностей индивидуального и общественного развития человека.

Любая научно-техническая система развивается по определенным законам: знания накапливаются, потом они трансформируются в технологии, которые приводят к новым видам производства, и перед наукой возникают новые задачи. При возникновении естествознания 300 лет назад в глазах ученых природа была едина и неделима, наука об окружающем мире называлась естествознанием, а ученый, который пытался этот мир изучать, — естествоиспытателем. Постепенно из этого непознанного целого человек начал вычленять сегменты, доступные для анализа.

Следующим этапом стала еще более узкая специализация, и на сегодняшний день существуют сотни различных узкоспециальных направлений в науке. В этой связи человечество создавало узкоспециализированные области в науке и образовании, определившие и отраслевой принцип развития экономики.

Важно отметить, что, продвигаясь по пути узкой специализации, человечество достигло значительных результатов. Но, с другой стороны, исчезло видение целостной картины мира.

Следует отметить, что создание узкоспециальной системы науки определило отраслевой принцип построения экономики. Сначала все производство состояло из отраслевых технологий: деревообработка, добыча полезных ископаемых, металлургия и др. Затем появились более сложные «межотраслевые интегрированные» технологии:

микроэлектроника, авиация, космонавтика, сложное машиностроение. Однако отраслевой характер экономики сохранялся, пока в последней четверти прошлого века на арену вышли информационные технологии, имеющие **надотраслевой** характер, так как они применяются абсолютно во всех отраслях науки и производства. Информационные технологии явились тем средством, которое объединило все межотраслевые науки.

Появление нанотехнологий, составляющих основу новой научно-технологической революции, в корне изменит окружающий мир. Нанотехнологии сегодня представляют собой базовый приоритет для всех существующих отраслей, которые изменят и сами информационные технологии. В середине прошлого века, когда появилась возможность манипулировать атомами, молекулами, ученые начали конструировать из них новые вещества.

В середине XX столетия, наряду с основной линией развития науки — **анализом**, начала формироваться новая линия — **синтеза**, когда человечество руками и разумом ученых начало синтезировать искусственные материалы. Но основная проблема заключается в том, что ресурсы принципиально ограничены.

Осознание этого факта приводит к новой задаче — выстраиванию системы приоритетов. Существует много важных задач, но сегодня, используя те ресурсы, которыми располагает человечество, можно решить лишь малую их часть. В целом основная тенденция развития сегодняшней науки связана с возвратом к единой, целостной картине мира.

Выделим важнейшие черты современного этапа развития научной сферы:

- переход к **наноразмеру** (атомно-молекулярное конструирование);
- **междисциплинарность** научных исследований;
- сближение **органического** и **неорганического** миров.

Переходя к наномасштабу, человечество получает возможность манипулировать атомами и молекулами, составляющими любое вещество. Сто лет назад главная цель науки заключалась в стремлении проанализировать и понять, каким образом устроен окружающий мир.

В середине XX столетия, благодаря открытию рентгеновского излучения, рентгеновской дифракции, стали видны молекулы и атомы, появилась возможность видеть их, а позднее и манипулиро-

вать ими. Появились фактически искусственные материалы:

- полупроводниковые кристаллы (кремний, германий),
- диэлектрические кристаллы,
- лазерные и т.д.

Значительные успехи были достигнуты в органическом материаловедении — создан синтетический каучук, целый ряд полимеров и других биоорганических объектов. Характерная черта научного развития на данном этапе — это сближение органического мира, мира живой природы, с неорганическим, в чем достигнуты большие успехи в последние десятилетия.

Как справедливо отмечает М.В.Ковальчук, конвергентный проект науки по своей значимости, масштабам сравним с атомным или космическим, которые дали развитие сотням новейших высоких технологий.

Всестороннее развитие конвергентных технологий должно осуществляться только на принципиально новой междисциплинарной основе. Но пока еще не создан отлаженный механизм организации работ и исследований в этой области. Нанопроjekt должен иметь мощную междисциплинарную научно-исследовательскую базу. В течение ближайших 10–20 лет полностью изменится экономический уклад мира, на что указывает М.Кастельс.

Как трансформировалась парадигма науки по мере развития цивилизации и как новая научно-технологическая ситуация должна обеспечить прорывное развитие человечества в XXI веке? Уже отмечалось, с необходимостью будет реализована конвергентная парадигма, т.е. объединение, взаимопроникновение наук и технологий. Этот новый научно-технологический уклад базируется на NBICS-технологиях.

Технический прогресс развивался линейно, путем модификации, усовершенствования уже изобретенного (например, увеличение числа элементов на электронном кристалле). Фактически глобальных открытий сделано не было, собственно, они и не требовались. Сегодня мы стали современниками ресурсного коллапса, зародившегося 50 лет назад. Что же делать в этих обстоятельствах?

Перед человечеством стоит дилемма выбора одного из двух возможных путей: либо, двигаясь линейно, в обозримом будущем оно исчерпает все ресурсы и должно будет, по сути, сохранить скотоводство и земледелие.

Но есть и второй путь — человечество технологически должны стать частью природы, жить за счет принципиально новых, неисчерпаемых ресурсов и технологий, созданных по образцу живой природы, но с использованием новых технологических достижений.

Традиционно, познавая и осваивая окружающий мир, люди шли в своих исследованиях, образно выражаясь, «сверху вниз», то есть двигались в сторону уменьшения размеров создаваемых предметов: рубили дерево, распиливали его на доски, добывали руду, выплавляли ее и т.д. — то есть отрезали все лишнее. В итоге получалась доска или металлическую деталь, но большая часть усилий — материальных и технологических — шла на создание отходов и на загрязнение окружающей среды.

Сейчас человечество начинает идти «снизу вверх», с уровня атомов, складывая из них, как из кубиков, материалы и системы с заданными свойствами. Речь идет о создании технологий и оборудования для атомно-молекулярного конструирования любых материалов. Если двигаться по этому пути, то переход к нанотехнологиям, к атомарному конструированию дает важнейший результат — модернизацию производства и резкое качественное уменьшение энерго- и ресурсоемкости.

При этом развитие нанотехнологий подразумевает развитие двух самостоятельных направлений. С одной стороны, нанотехнологии — это новая технологическая культура, основанная на конструировании макроматериалов путем направленного манипулирования атомами и молекулами, размер которых порядка нанометра.

Но следует отметить, что главным является собственно **наноподход**, а не наноразмер. Новая технологическая нанокультура состоит в том, что создаются новые материалы, необходимые практически для всех отраслей промышленности, и, следовательно, речь идет о формировании рынка принципиально новой продукции в рамках существующего экономического уклада.

Естественным результатом этого станет эволюционное изменение технологического и, как следствие, социально-экономического уклада общества. Парадигма развития науки в конце XX века меняется — от изучения того, как устроен мир, к тому, чтобы целенаправленно и оптимальным путем самим создавать какие-то его элементы.

С другой стороны, нанотехнологии приводят к сближению и взаимопроникновению неорганической и биоорганической системы мира живой при-

роды. Это направление развития нанотехнологий представляет собой «триггер запуска будущего» и состоит в соединении возможностей современных технологий, в первую очередь твердотельной микроэлектроники как наивысшего технологического достижения современности, с «конструкциями», созданными живой природой.

Человечество подошло к технологическим решениям, в основе которых лежат базовые принципы живой природы, — начинается новый этап развития, когда от технического копирования «устройства человека» на основе относительно простых неорганических материалов люди готовы перейти к воспроизведению систем живой природы на основе нанобиотехнологий. Одно из главных требований нового научного уклада — наличие специалистов **междисциплинарной** направленности.

Серьезный фактор, препятствующий развитию такого единого подхода, — действующая сегодня во всем мире система организации науки. Чтобы перейти к «запуску будущего», необходимо в корне изменить нынешнюю организацию науки. Сама логика развития науки привела образование от узкой специализации к *междисциплинарности*, затем *наддисциплинарности*.

Все эти сложные технологии требуют принципиально новых специалистов, подготовленных на междисциплинарной основе. При этом таких междисциплинарно образованных специалистов не должно быть много, на сегодняшний день это, можно сказать, элита научного сообщества, что предполагает формирование новой — **конвергентной парадигмы образования**.

NBICS-конвергенция имеет не только огромное научное и технологическое значение. Новые технологические возможности приведут к серьезным культурным, философским и социальным изменениям. Принципиальным результатом явится пересмотр традиционных представлений о таких фундаментальных понятиях, как жизнь, разум, человек, природа, существование.

Возможно, что человечеству предстоит перейти к пониманию того, что в мире не существует четких границ между считавшимися ранее дихотомичными явлениями. Прежде всего, в свете последних исследований теряет свой смысл привычное различие между живой и неживой материей.

Долгое время эта проблема рассматривалась преимущественно с идеалистических (даже эзотерических) позиций. Так, вирусы обычно не относят ни к живым, ни к неживым системам, рассматривая

их как промежуточный по сложности уровень. Построение целого спектра функциональных систем непрерывно усложняющейся конструкции означает, что принципиальной разницы между живым и неживым нет, есть лишь системы, в разной степени обладающие характеристиками, ассоциирующимися с жизнью.

Основополагающим качеством живого является способность к воспроизведению, то есть генетическая память, с накоплением индивидуального опыта, то есть социальная, или историческая память. Поэтому в данном контексте оказываются тесно переплетенными генетическая и социальная информации. В то же время мы еще многого не можем понять, поэтому при анализе связи между живым и неживым следует исходить из четкого понимания того, что они представляют собой разные уровни организации материи, отличающиеся чрезвычайной сложностью. Следовательно, живое можно представить как некоторую функцию, определяемую структурной сложностью. И тогда ключевым вопросом для исследователя становится анализ сложности.

Также постепенно стирается различие между мыслящей системой, обладающей разумом и свободой волей, и жестко запрограммированной. Развитие нейрофизиологии позволило показать, что человеческие способности (такие, как распознавание лиц, постановка целей и т.п.) носят локализованный характер и могут быть включены или выключены вследствие органических повреждений определенных участков мозга или ввода в организм определенных веществ. Принципиально можно представить (смоделировать) систему, обладающую большей сложностью, чем человеческий мозг, считающийся сегодня объектом, обладающим наивысшим уровнем сложности. Функциональные возможности такой системы, вероятно, будут шире, чем у человеческого мозга, а тогда мы сталкиваемся с проблемой взаимоотношения естественного и искусственного интеллектов — излюбленной темой многих писателей-фантастов.

В 20-е гг. XX в. В.И. Вернадский обратил внимание на мощное воздействие человека на окружающую среду и преобразование биосферы. Человечество как элемент биосферы с неизбежностью придет к пониманию необходимости сохранения всего живого на Земле, превратив живую оболочку планеты в единую сферу — ноосферу (сферу разума).

Это новое понятие Вернадский сформулировал в 1944 г. *Ноосфера* (от греч. *noos* — разум) —

это биосфера, разумно управляемая человеком. Ноосфера является высшей стадией развития биосферы, связанной с возникновением и становлением в ней цивилизованного общества, с периодом, когда разумная деятельность человека становится главным фактором развития на Земле. Термин и понятие «ноосфера» были введены в науку французскими учеными — математиком Э. Леруа, философом П. Тейяр де Шарденом и В.И. Вернадским. Отправной точкой своих исследований и Вернадский, и Тейяр де Шарден считали так называемую цефализацию — процесс увеличения массы головного мозга и, как следствие, эволюционно ускоренное развитие нервной системы человека. Эволюция биосферы идет в направлении развития сознания, т.е. нематериальная мысль человека становится геологическим фактором, материально преобразующим планету.

П. Тейяр де Шарден называл ноосферой некую «оболочку мыслей» над Землей. Он представлял разум как пламя, в котором греется земной шар и которое постепенно охватывает планету, образуя ее новый покров.

Как палеонтолог Тейяр де Шарден мысленно прослеживал невообразимо долгий путь биологической эволюции, венцом которой стало создание человека. Неужели столь устойчивый процесс ведет в тупик? Неужели природа, создавшая дивное разнообразие организмов, связанных между собой в гармоничное целое, столь несовершенна, столь убога, что самое замечательное ее творение — человек разумный — не способно выжить, обречено на бесславный конец?

По мнению В.И. Вернадского, ноосфера — материальная оболочка Земли, меняющаяся под воздействием людей, которые своей деятельностью так преобразуют планету, что могут быть признаны «мощной геологической силой». Эта сила своей мыслью и трудом перестраивает биосферу «в интересах свободно мыслящего человечества как единого целого».

В.И. Вернадский подчеркивал, что возникновение ноосферы как части биосферы есть природное явление, гораздо более глубокое и мощное в своей основе, чем человеческая история.

Развитие NBICS-технологий может стать началом нового этапа эволюции человека — этапа направленной осознанной эволюции. В этом проявляется **трансгуманистический** характер NBICS-конвергенции. Особенность направленной эволюции, как явствует из названия, заключается в

наличии цели. Обычный эволюционный процесс, как он понимается сегодня, основан на механизмах естественного отбора, то есть направляется лишь локальными оптимумами. Искусственный отбор, осуществляемый человеком, направлен на формирование и закрепление желаемых признаков.

Конечный этап развития этого направления сложно описать в привычных терминах. Описательная проблема состоит в том, что традиционные термины, категории и образы формировались человеческой культурой в условиях ограниченных материальных, технических и интеллектуальных ресурсов, что наложило значительные ограничения на наши описательные возможности. Но существуют принципиальные ограничения, вытекающие из теоремы Геделя. Иными словами, человек принципиально не может создать систему более сложную, чем он сам (чем его мозг). При этом возникает еще одна интересная проблема — существуют ли условия, при которых теорема Геделя становится неприменимой, «не работает»?

Сложно дать какие-либо характеристики ситуации, в которой объектом трансформаций станут все аспекты жизни человека. Будет ли достигнуто какое-либо благоприятное стабильное состояние, продолжится ли рост и усложнение неограниченно долго, или же подобный путь развития завершится какой-то катастрофой, пока сказать невозможно. Но попробовать сделать некоторые предположения относительно социальной эволюции человечества в новых условиях можно. Эволюция общества идет тысячелетия. Но тут же возникает и другой вопрос, составляющий поле для дискуссий различных специалистов: а какой объем информации человеческий мозг в состоянии принять, обработать и использовать?

Более того, учитывая развитие информационно-коммуникационных технологий и искусственного интеллекта, мы вправе ожидать серьезного прогресса в изучении закономерностей существования социальных структур. Однако все известные попытки пока опирались на весьма несовершенное понимание механизмов функционирования и развития общества. Следует заметить, что элемент стихийности будет сохраняться всегда, в частности, как уже обсуждалось выше, за счет неполноты наших знаний и чрезвычайной сложности живых систем.

Как же будет развиваться цивилизация с появлением эффективных инструментов социального конструирования и по мере развития конвергенции технологий? Развитие NBICS-технологий при-

ведет к значительному скачку в возможностях производительных сил. С помощью нанотехнологий, а именно — молекулярного производства, по расчетам специалистов, станет возможным создание материальных объектов с низкой себестоимостью (хотя сейчас и в обозримом будущем все обстоит как раз наоборот. Но вспомним, сколько стоили первые персональные компьютеры и что стало с их ценой, когда они были запущены в серийное производство). Молекулярные наномашинки, в том числе, наноассемблеры, могут быть невидимы глазу и распределены в пространстве в ожидании команды на производство. Подобную ситуацию можно характеризовать как превращение природы в непосредственную производительную силу, то есть, как ликвидацию в обществе традиционных производственных отношений. Однако, возникнут новые производственные отношения, их новые формы, которые, например, рассматривает М. Кастельс. Еще до того как молекулярное производство радикально изменит экономическую ситуацию, можно отметить некоторые важные для экономики следствия развития других областей. В области когнитивных технологий ключевым достижением применительно к экономике может стать разработка искусственного интеллекта, который и будет направлять множество нанороботов в их производительной работе.

При этом следует избегать смешения биологических и антропоморфных систем, то есть систем, способных воспроизводить функции самой высокоорганизованной из ныне известных систем — человеческого мозга, и возможного процесса создания нового эволюционного состояния вида *homo sapiens*. Следует иметь в виду, что данный подход базируется на принципиально нелинейных функциях, ибо привычный и простой линейный подход, заключающийся в создании все более сложных машин и систем (вплоть до нового или «другого» человека) в данном контексте уже исчерпал свои возможности и более не пригоден. Тут в свои права вступают нелинейные, нестационарные, синергетические процесс и функции, несущие с собой бифуркации, аттракторы, хаос и т.п.

Как было показано, в настоящее время развитие науки и техники определяется ускоряющимся прогрессом в таких областях, как информационные технологии, биотехнологии, нанотехнологии и когнитивная наука. Эти технологии не развиваются в изоляции, а активно влияют друг на друга. Подобное явление взаимоусиления технологий

получило название NBICS-конвергенции. Благодаря NBICS-конвергенции появляется возможность качественного роста возможностей человека за счет его технологической перестройки. Развитие NBICS-технологий сильно меняет наши представления о мире, в том числе — о природе базовых понятий, таких, как жизнь, человек, разум, природа.

Прогнозы будущего основаны на возможностях технологий, начиная от сегодняшних исследовательских проектов и заканчивая ожидаемые результатами принимаемых сейчас долгосрочных научных стратегий. NBICS-конвергенция и ее последствия заслуживают непредвзятого научного анализа.

В заключение сформулируем основные идеи, которые были рассмотрены в настоящей работе¹. 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 сегментов 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); междисциплинарность научных исследований; сближение органического (живой природы) и неорганического (металлы, полупроводники и т.д.) миров. Благодаря рентгеновским установкам, ядерному магнитному резонансу сегодня ученые приблизились к пониманию того, что представляет собой живое, жизнь как биологический феномен. И если раньше предпринимались попытки только понять это, то теперь речь идет уже о воссоздании живой природы, а также создании биоробототехнических антропоморфных систем. Создаются гибридные материалы — соединение биорганки с микроэлектроникой, то есть биороботы.

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

¹ См. подробнее: Баксанский О.Е., Кучер Е.Н. Когнитивные науки: междисциплинарный подход. М., 2003.

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 НЕотраслевые технологии ни в коем случае не уничтожают специальное знание, как утверждают многие отечественные философы постнеклассического толка, — просто узкая специализация останется необходимым компонентом точного знания.

Изменяется и материально-техническая база промышленности. В начале XX века на НИОКР направлялось менее 10% инвестиций, причем в основном они были нацелены на создание новых материалов, то появление микроэлектронике в середине прошлого века подняло эту цифру до 30%. Новый экономический уклад, основанный на широком внедрении нанотехнологий для получения конечного продукта доводит инвестиции в НИОКР до 80%. 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 — 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.

Есть и еще одно принципиальное обстоятельство. Попытки формализации и алгоритмизации деятельности мозга всегда ограничены теоремой Геделя о неполноте. Грубо говоря (да простят нас строгие логики), она утверждает, что принципиально не существует полностью замкнутых систем, откуда косвенно вытекает неутешительный вывод для желающих создать нечто более сложное, чем человек (его мозг). Эволюция представляет собой процесс повышения сложности, но до каких пор она может повышаться?

Вместе с тем остается открытым вопрос о том, с каким объемом информации может работать мозг человека — кроме обилия теоретических рассуждений он не имеет под собой достаточной экспериментальной базы. История науки убедительно доказывает бесплодность попыток построения глобального (лапласовского) детерминизма, миром правит вероятность и статистика, как показала квантовая физика (хотя подавляющее число гуманитариев не в состоянии этого понять из-за отсутствия необходимой физико-математической подготовки.).

Все вышеперечисленные проблемы указывают на стратегическое направление развития познания, включающее конвергенцию в цивилизационный процесс, а потому социально-гуманитарные технологии выдвигаются на актуальные позиции исследования.

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.

Можно указать следующие риски:

- опасность для окружающей среды в связи с высвобождением в нее наночастиц;
- вопросы безопасности, связанные с воздействием наночастиц на производителей потребителей нанопродуктов;
- политические риски, связанные с воздействием, которое могут оказывать нанотехнологии на экономическое развитие стран и регионов;
- футуристические риски, такие как возможное вмешательство в природу человека и гипотетическая возможность самовоспроизводства наномашин;
- деловые риски, связанные с рынком продуктов, содержащих нанотехнологические разработки; риски, связанные с защитой интеллектуальной собственности.

Конвергентные NBICS-технологии, давая человечеству шанс избежать ресурсного коллапса путём создания «природоподобной» технологической сферы, определяют, вместе с тем, принципиально новые угрозы и вызовы глобального характера. Эти угрозы связаны с самим характером конвергентных NBICS-технологий, обеспечивающих возможность технологического воспроизведения систем и процессов живой природы. С точки зрения специальных применений это открывает перспективу целенаправленного вмешательства в жизнедеятельность природных объектов и, прежде всего, человека.

Основными возможными направлениями и решаемыми задачами такого вмешательства являются следующие:

- воздействие на психофизиологическую сферу человека контроль и управление сознанием и телом, в частности, формирование представления о действительности;
- модификация биохимических процессов в организме;
- введение в организм имплантируемых структур, регулирование жизнедеятельности;

- принципиально новые интерфейсы «человек — внешняя среда», «мозг — машина», «мозг — мозг»;
- гибридные интерфейсы (например, прямая передача информации на сетчатку глаза);
- получение мысленных образов без прямого вмешательства в работу мозга, генетическое модифицирование живых структур искусственная клетка;
- модификация иммунных структур; живые роботы (аниматы);
- целевая доставка веществ капсулирование, специфические реакции с заданными участками органов и клеток; подавление иммунных реакций;
- микро- и нанороботы транспорт веществ, технологические манипуляции;
- сбор и передача информации, искусственные органы единая система искусственных тканей, мускулов, костей и сухожилий; гибридные сенсорные системы;
- распределённые информационно-измерительные системы, в том числе, гибридные сбор, передача и обработка больших массивов информации;
- постоянный контроль ситуации на больших пространствах и в сложных системах.

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 вв. 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, необрати-

мостью 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 технологии².

В современной науке предметная активность субъекта достигла такого уровня, когда появились исключительные возможности созидания иной сферы материальной культуры на основе атомно-молекулярного конструирования искусственных, 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 современной науке 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.

Все это влечет за собой качественные изменения характера «внутреннего» и «внешнего» единства науки. Идеал аксиоматическо-дедуктивной системы как форма организации «внутреннего единства» науки сменяется идеалом поливариантной теории — построение конкурирующих теоретических описаний, основанных на методах аппроксимации, компьютерных программах и т.д. В частности, это вызвано потребностями разработки способов описания развивающегося объекта, которые должны включать в себя построение сценариев возможных многовариантных линий изменяющихся состояний объекта. Особенно когда объектом является развивающаяся система, существующая лишь в одном экземпляре (Вселенная, биосфера, социум и др.).

Главная сложность в том, что, во-первых, нет возможности воспроизводить первоначальные состояния такого объекта, а, во-вторых, в данное время нет возможности воспроизвести его будущие состояния. В таком случае концептуальные обобщения эмпирических данных проецируются на множественные теоретические модели вероятностных линий эволюции объекта. «Внешнее единство» постнеклассической науки реализуется на нескольких уровнях — в процессе установления системных взаимосвязей между различными областями знания; в ходе трансформации методологии познания, способов и методов познания, методологических установок; через появление новых элементов картины мира; уточнении философских оснований конкретно-научного познания и др. Наиболее важный интегративный уровень связан с научной картиной мира.

На уровне картин мира единство научного знания в постнеклассической науке проявляется в усилении междисциплинарных взаимодействий, уменьшении уровня автономности специальных научных картин мира, которые интегрируются в системы естественнонаучной и социальной картин мира, а затем обобщаются в общенаучной картине мира. Сама общенаучная картина мира начинает все в большей мере соединять принципы системности и эволюции. На уровне философских оснований система науки интегрируется катего-

² Ковальчук М.В. Идеология нанотехнологий. М., 2010. С. 83.

риальным аппаратом, теоретически отражающим проблематику социокультурной обусловленности познания, включая проблему мировоззренческих и социально-этических регулятивов постнеклассической науки.

Все эти интегративные многоуровневые процессы позволяют говорить о новом типе интеграции в системе постнеклассической науки. «Внутреннее» и «внешнее» единство науки сливаются в некий единый когнитивно-ценностный комплекс требований к познавательному процессу. Единство науки приобретает качественно новый характер, получивший название конвергенции 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. На этой основе происходит сближение отдельных наук, способов познания.

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

В-третьих, сама дифференциация становится все в большей мере моментом интеграции, приобретает все более явно выраженную интегративную направленность, выступает как закономерный момент процесса самоорганизации 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 один из необходимых аспектов общего процесса развития системы. 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 и социально-гуманитарными (NBICS) науками и технологиями. Именно нанотехнологии (в виде технологий атомно-молекулярного конструирования материалов с качественно новыми свойствами «под заказ») созидают фундамент и принципиально нового технологического уклада, и принципиально нового уровня организации науки и научных технол множества узкоспециализированных наук в единую систему современного научного

познания. Базой такого объединения является как знание атомарного устройства мира, так и способность человека целенаправленно им манипулировать, конструируя немислимые 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, создать ноосферу, о которой говорил В.И. Вернадский, 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;
- они берут на себя интегративные функции по отношению к отдельным наукам;
- сближаются науки об органической и неорганической природе;

- дифференциация из особого направления эволюции науки становится моментом доминирующего интеграционного процесса;
- процессы дифференциации и интеграции сливаются в единый синтез;
- усиливается взаимодействие между внешними внутренним единством науки, они часто они становятся неразличимыми.

Такая парадигма научного знания может быть названа **конвергентной**, которая базируется на конвергенции естественнонаучной и социально-гуманитарных парадигм познания реальности³.

Естественнонаучное познание	Гуманитарно-художественное
1. Имеет объективный характер	Имеет субъективный характер
2. Предмет познания стандартизован (типичен)	Предмет познания индивидуален
3. Историчность не востребована	Всегда исторично
4. Создает только знание и технологии	Создает знание, а также мнение и оценку познаваемого предмета
5. Ученый стремится быть сторонним наблюдателем	Ученый неизбежно участвует в исследуемом процессе
6. Опирается на язык терминов и чисел (дефиниции и символы)	Опирается на язык образов

В качестве основных направлений методологического анализа в рамках **естественнонаучной методологической концепции** науки можно выделить:

- 1) изучение общих методов научного познания;
- 2) изучение частных методов;
- 3) анализ фундаментальных методологических принципов научного познания.

К числу общих методов естествознания относятся:

- методы эмпирического познания (измерение, наблюдение и эксперимент),
 - метод индукции, метод гипотез и аксиоматический метод.
- Частными и специальными являются:
- вероятностные методы;
 - методы, используемые в обобщении и осмыслении эмпирических результатов;
 - методы аналогии, мысленного и математического экспериментов.

Фундаментальные методологические принципы — это общие требования, предъявляемые к

содержанию, структуре и способу организации научного знания.

Методологические принципы научного познания регулируют научную деятельность (их называют регулятивными принципами или методологическими регулятивами).

Другая важнейшая функция методологических принципов — эвристическая.

В качестве методологических принципов научного познания выступают:

- принципы подтверждаемости (верификации) и опровергаемости (фальсификации),
 - принцип наблюдаемости,
 - принцип простоты,
 - принцип соответствия,
 - принцип инвариантности (симметрии) и принцип системности (согласованности).
- Нередко к ним добавляют;
- принцип дополнительности,
 - принцип красоты,
 - экстремальные принципы и некоторые другие.

В **методологии гуманитарных наук** решаются проблемы, сходные с проблемами методологии естествознания, с помощью переосмысления и определенной адаптации.

Так, базовая проблема — **научная картина мира в познании** — предстает как роль языковой картины мира в интеграции сфер и универсалий культуры, жизнедеятельности человека в целом. Она составляет основание человеческого познания, поведения, типа хозяйствования, образа жизни, «логики» мировидения и мировосприятия. Это особенно значимо для историко-культурных исследований: историк культуры не может полагаться только на воображение и интуицию, но должен обращаться к научным методам, гарантирующим объективный подход. Важнейший из них — выявление таких универсальных («космических» и социальных) категорий языка, как время, пространство, изменение, причина, судьба, свобода, право, труд, собственность и др. Эти универсалии образуют «сетку координат», своего рода «модель», или картину мира, при помощи которой воспринимается действительность и строится образ мира в сознании человека.

³ 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.

Критерии различения гуманитарного и естественнонаучного знания

Критерии различения	Естественные науки	Гуманитарные науки
Объект исследования	Природа	Социум и индивид
Характер объекта исследования	1. Материальный 2. Относительно устойчивый	1. В определенной степени более идеальный, чем материальный 2. Относительно изменчивый
Характер методологии	Генерализирующий (обобщающий)	Case study
Ведущая функция	Объяснение (доказывательство)	Понимание (истолкование)
Влияние ценностей	Малозаметно, неявно	Значимо, открыто
Антропоцентризм	Исключается	Предполагается
Идеологическая нагрузка	Идеологический нейтралитет	Идеологическая нагруженность
Взаимоотношения субъекта и объекта познания	Строго разделены	Частично совпадают
Количественно-качественные характеристики	Преобладание количественных оценок	Преобладание качественных оценок
Применение экспериментальных методов	Основа методологии	Проблематично

Список литературы:

1. Баксанский О.Е. Когнитивные репрезентации: обыденные, социальные, научные. М., 2009.
2. Баксанский О.Е. Козволюционное мышление в контексте конвергентных технологий: от биологии к культуре // Философия и культура. 2013. № 9. С. 1307–1313.
3. Баксанский О.Е. Методологические основания модернизации современного образования // Философия и культура. 2012. № 9. С. 105–111.
4. Баксанский О.Е. Физики и математики: анализ основания взаимоотношения. М., 2009.
5. Баксанский О.Е., Гнатик Е.Н., Кучер Е.Н. Естествознание: современные когнитивные концепции. М., 2008.
6. Баксанский О.Е., Гнатик Е.Н., Кучер Е.Н. Нанотехнологии. Биомедицина. Философия образования. В зеркале междисциплинарного контекста. М., 2010.
7. Баксанский О.Е., Кучер Е.Н. Когнитивно-синергетическая парадигма НЛП: от познания к действию. М., 2005.
8. Баксанский О.Е., Кучер Е.Н. Когнитивный образ мира: пролегомены к философии образования. М., 2010.
9. Белл Д. Грядущее постиндустриальное общество. Опыт социального прогнозирования. М.: Academia, 1999.
10. Гелбрейт Дж. Новое индустриальное общество. М.: Прогресс, 1969.
11. Кастельс М. Галактика Интернет: Размышления об Интернете, бизнесе и обществе. Екатеринбург: У-Фактория, 2004.
12. Кастельс М. Информационная эпоха: экономика, общество, культура. М.: ГУ ВШЭ, 2000.
13. Кобаяси Н. Введение в нанотехнологию. М., 2005.
14. Ковальчук М.В. Идеология нанотехнологий. М., 2010.
15. Ковальчук М.В. Наука и жизнь: моя конвергенция. Т. 1. М., 2011.
16. Огурцов А.П., Платонов В.В. Образы образования. Западная философия образования. XX век. СПб., 2004.
17. Урсул А.Д. Национальная идея и глобальные процессы: безопасность, устойчивое развитие, ноосферогенез // NB: Национальная безопасность (электронный журнал). 2013. № 2. С. 1–66. (URL: http://www.e-notabene.ru/nb/article_541.html).
18. Уэбстер Ф. Теория информационного общества. М., Аспект Пресс, 2004.
19. Хартманн У. Очарование нанотехнологии. М., 2008.
20. 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>).

References (transliteration):

1. Baksanskii O.E. Kognitivnye reprezentatsii: obydennye, sotsial'nye, nauchnye. M., 2009.
2. Baksanskii O.E. Koevolyutsionnoe myshlenie v kontekste konvergentnykh tekhnologii: ot biologii k kul'ture // *Filosofiya i kul'tura*. 2013. № 9. S. 1307–1313.
3. Baksanskii O.E. Metodologicheskie osnovaniya modernizatsii sovremennogo obrazovaniya // *Filosofiya i kul'tura*. 2012. № 9. S. 105–111.
4. Baksanskii O.E. Fiziki i matematiki: analiz osnovaniya vzaimootnosheniya. M., 2009.
5. Baksanskii O.E., Gnatik E.N., Kucher E.N. Estestvoznaniye: sovremennye kognitivnye kontseptsii. M., 2008.
6. Baksanskii O.E., Gnatik E.N., Kucher E.N. Nanotekhnologii. Biomeditsina. Filosofiya obrazovaniya. V zerkale mezhdistiplinarnogo konteksta. M., 2010.
7. Baksanskii O.E., Kucher E.N. Kognitivno-sinergeticheskaya paradigma NLP: ot poznaniya k deistviyu. M., 2005.
8. Baksanskii O.E., Kucher E.N. Kognitivnyi obraz mira: prolegomeny k filosofii obrazovaniya. M., 2010.
9. Bell D. Gryadushchee postindustrial'noe obshchestvo. Opyt sotsial'nogo prognozirovaniya. M.: Academia, 1999.
10. Gelbreit Dzh. Novoe industrial'noe obshchestvo. M.: Progress, 1969.
11. Kastel's M. Galaktika Internet: Razmyshleniya ob Internetе, biznese i obshchestve. Ekaterinburg: U-Faktoriya, 2004.
12. Kastel's M. Informatsionnaya epokha: ekonomika, obshchestvo, kul'tura. M.: GU VShE, 2000.
13. Kobayasi N. Vvedenie v nanotekhnologiyu. M., 2005.
14. Koval'chuk M.V. Ideologiya nanotekhnologii. M., 2010.
15. Koval'chuk M.V. Nauka i zhizn': moya konvergentsiya. T. 1. M., 2011.
16. Ogurtsov A.P., Platonov V.V. Obrazy obrazovaniya. Zapadnaya filosofiya obrazovaniya. XX vek. SPb., 2004.
17. Ursul A.D. Natsional'naya ideya i global'nye protsessy: bezopasnost', ustoichivoe razvitie, noosferogenez // NB: Natsional'naya bezopasnost' (elektronnyy zhurnal). 2013. № 2. S. 1–66. (URL: http://www.e-notabene.ru/nb/article_541.html).
18. Uebster F. Teoriya informatsionnogo obshchestva. M.: Aspekt Press, 2004.
19. Khartmann U. Ocharovanie nanotekhnologii, M., 2008.
20. 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>).