

Бодрунов С.Д.,

д.э.н., профессор, президент Вольного экономического общества России, директор Института нового индустриального развития им. С.Ю. Витте

Конвергенция технологий как новая основа для интеграции производства, науки и образования

Аннотация. На современном этапе развития общества именно технология является драйвером развития производства. Поэтому грядущая революция в материальном производстве будет технологической. Особенно значимым представляется появление и взаимовлияние информационных, био-, нанотехнологий и когнитивных наук (NBIC-конвергенции). Подобная конвергенция технологий влечет за собой, во-первых, развитие тенденции к вытеснению человека из непосредственного процесса материального производства, и, во-вторых, тенденции к резкому возрастанию знаниеемкости продукта и к соответствующему сокращению доли материальных затрат при его производстве. Поэтому теснейшая интеграция производства, науки и образования, при непрерывности процесса «добычи» новых знаний, «трансляции» их через систему образования, и имплементации в новые технологии является спецификой нового технологического уклада.

Ключевые слова: шестой технологический уклад, технологическая революция, NBIC-конвергенция, знаниеемкость продукта, интеграция производства, науки и образования

На предыдущем Конгрессе, посвященном проблемам производства, образования и науки в России, практически ровно год назад, мне уже довелось высказывать мысли о том, что глобальное лидер-

ство в мире будет определяться технологическим лидерством, и что новое знаниеемкое производство, базирующееся на новейших индустриальных технологиях, ставит ребром вопрос не просто о реиндустриализации, но о качественном изменении облика индустриальной системы России. Без возрождения индустриального производства на базе новейших технологий нет материальной основы для технологического лидерства¹.

1. Реальная интеграция производства, науки и образования – неотложная задача не завтрашнего, а сегодняшнего дня.

Но высокотехнологичное материальное производство – это только один элемент системы, и сам по себе, изолированно, он еще не обеспечивает решения проблем развития экономики и общества. Современное знаниеемкое производство – и об этом мне уже доводилось говорить не раз! – не может развиваться в отрыве от интенсивного развития нового научного знания². И, кроме того, как производство, так и науку, должны продвигать соответственно подготовленные кадры, люди, обладающие необходимыми способностями, знаниями и навыками, которые должна нам дать система образования³ (рисунки 1).

Более того – сегодня уже нельзя довольствоваться сознанием факта, что какое-то производство у нас есть, и наука худо-бедно есть, и система образования не совсем еще захирела, и эти сферы даже неким образом между собой взаимодействуют. Существенно, что

¹ Бодрунов С.Д. Новая модель экономического роста на основе возрождения производства, науки и образования // Производство, наука и образование России: преодолеть стагнацию / Сборник материалов II Международного Конгресса (ПНО-II) / Под общ. ред. С.Д. Бодрунова. СПб.: ИНИР им. С.Ю. Витте, 2016. С. 18–25

² Бодрунов С.Д. Грядущее. Новое индустриальное общество: перезагрузка / Монография / Изд. 2-е, исправленное и дополненное. СПб.: ИНИР им. С.Ю. Витте.

³ Бодрунов С.Д. Интеграция производства, науки и образования: прошлое, настоящее и будущее // Интеграция производства, науки и образования и реиндустриализация российской экономики / Сборник материалов Международного конгресса «Возрождение производства, науки и образования в России: вызовы и решения» / Под общ. ред. С.Д. Бодрунова. М.: ЛЕНАНД, 2015. С. 18–37

речь идет не только о том, что их надо поднять на качественно более высокий уровень, но и о том, что их взаимодействие между собой сделать существенно более эффективным и социально-ориентированным. Речь идет о том, что современное высокотехнологичное производство во все возрастающей степени требует непосредственного взаимопроникновения этих сфер друг в друга, их теснейшей интеграции, а на уровне основного производственного звена – и прямого организационного объединения.



рис. 1

Почему сегодня надо ставить вопрос не просто о взаимодействии производства, науки и образования, а именно об их интеграции, не как благопожелание на отдаленную перспективу, а как неотложный вопрос практического действия? Потому, что этого требует приближающаяся технологическая революция.

Сегодня происходит переход к шестому технологическому укладу (рисунок 2)¹: по представлениям ООН РАН и Рабочей группы РАН по НТИ – это мир биотехники, нанотехнологий, робототехники, новой медицины, которая значительно увеличит продолжительность и качество

¹ Джурса С.Г., Левшов А.В., Чурсинов В.И. Особенности смены технологического уклада в XXI веке // Дельфис. 2016. № 85. С. 23–27

жизни человека, инфокоммуникационных и цифровых технологий, и т.д. По оценкам специалистов, при сохранении нынешних темпов технико-экономического развития в технологически продвинутых странах шестой технологический уклад будет оформляться в 2010–2025 гг., а в фазу зрелости вступит в 2040-е гг. При этом в течение ближайших 5–7 лет произойдет новая научно-техническая и технологическая революция, основой которой станут разработки, синтезирующие достижения перечисленных выше базовых (а, возможно, и каких-то еще) направлений.

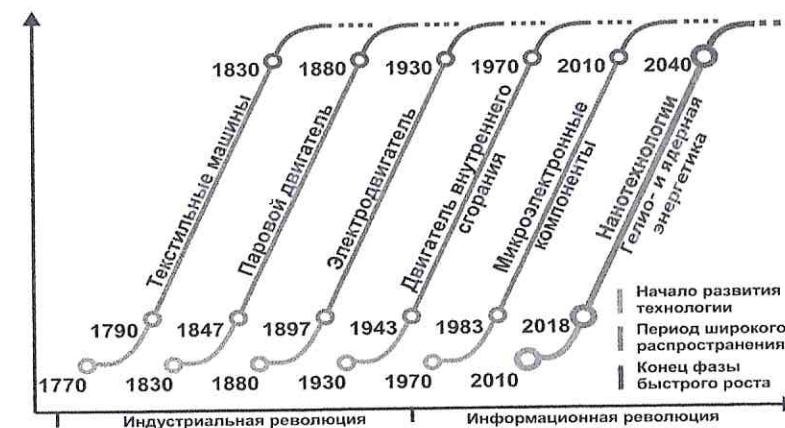


рис. 2

Мы пока не можем уверенно и безвариантно предсказать, к каким конкретным социальным сдвигам приведет эта технологическая революция, ведь даже структура ее базовых технологий лишь оконтурена и недостаточно отчетлива. Однако можно утверждать безошибочно важный факт: шестой технологический уклад в еще большей мере, чем пятый, будет базироваться на генерировании научных знаний и их применении в производстве для выпуска продуктов, обладающих высокой знаниеемкостью. Замечу, завершая этот блок размышлений: знаниеемкость может быть обеспечена только тогда, когда есть субъект и процесс генерации и освоения знаний, т.е. наука и образование. Но прежде, чем остановиться на вопросах формирования социально-экономических институтов генерирования такой интеграции, остано-

влюсь вкратце на вопросах технологических императивов, обуславливающих необходимость реализации именно этих векторов развития.

Предлагаю, если позволите, свой оригинальный подход к оценке «взаимоотношения» технологий (я его обнародую публично впервые на нынешнем конгрессе) в целях определения, какая (или группа каких) из общего их набора в определенный момент может стать основой нового техуклада.

Посмотрим – что есть технология? С точки зрения производственного процесса, как мы описывали его неоднократно, это – одна из его компонент (их, напомним, мы в целях нашего анализа, всего выделяли четыре – материалы, технологии, организация производства и труд) (рисунки 3).

Удовлетворение потребностей – производственный процесс

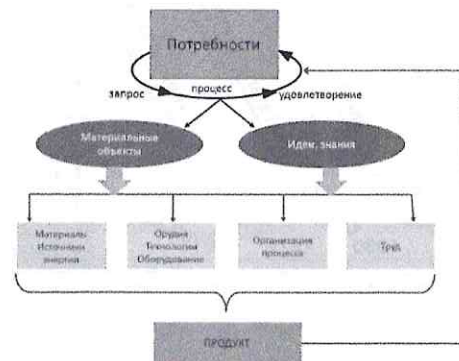


рис. 3

Она представляет собой некую совокупность процессов обработки (переработки) первой компоненты – материалов через трудовую деятельность при определенном способе организации производства. Т.е. технология – это не просто неотъемлемая часть производственного процесса, а та, которая, преобразуя материалы, ставит в некую зависимость от себя и остальные компоненты производственного процесса – она меняет и характер организации производства, и характер труда в производстве, преобразует и их. Таким образом, именно технология является драйвером развития производства. Собственно, поэтому правильно называть очередную грядущую революцию в

материальном производстве не *технической*, не *информационной*, не *промышленной* или *индустриальной*, а именно **технологической**.

Итак, технология – это *всепроницающее* и *всереорганизующее* звено любого производства. Но следует при этом различать между собой и сами технологии – ведь одни из них, так сказать, слабо влияют на другие компоненты производства, другие – очевидно, сильнее. От чего это зависит?

Наконец, мы должны видеть и взаимное влияние технологий друг на друга. Одни из них меньше подвержены влиянию других, а иные – больше. Почему?

Ответ прост, если вспомнить, что технологии – это суть сублимация производственных знаний. Природа же знаний такова, что позволяет осуществлять их «проникновение» везде и «взаимопроникновение» одних «квантов» знания в другие. Мы называем это свойство penetration. И здесь влияние каких-то элементов знания при «наложении», суперпозиции их может дать разные эффекты. По аналогии с волновой теорией – могут быть синергизированные «пучности», а может быть волновой «штиль». И вот та технология, которая, если можно так сказать, несет большую энергию, потенциал преобразования, или, расшифровываем далее, «проникновения» в другие и технологии (penetration I тип), и в остальные элементы производственного процесса penetration (II тип), – вот она и формирует, образно говоря, «лицо», облик нового технологического состояния – сначала производства, а затем – всего жизненного уклада.

Т.е., если позволительно сказать, и это **первое** – технологии можно тогда различать по некоему уровню или потенциалу, «проникновения», penetration potential. И те из них, которые имеют высокий уровень проникновения с позитивным для развития производства (повышения его эффективности, что определяется параметрами результата производственного процесса – продукта производства!) потенциалом, постепенно «завоевывают» сначала другие технологии, проникают в них, преобразуют их, синергируя общую их энергию и создавая новый, более высокий *технологический потенциал* (I тип повышения знаниеемкости производства), а затем – преобразуют и прочие компоненты производственного процесса, *возвращая* в целом уже *потенциал производства* (II тип повышения уровня знаниеемкости производства).

Таким образом, такие технологии и становятся базовыми для очередного техуклада.

За счет чего при этом возникает синергия? Фактически – за счет объединения, соединения, суммирования, интеграции таких потенциалов технологий. Т.е., есть смысл тогда говорить и о синергетическом «интеграционном» потенциале (synergistic integration potential) технологий – одни технологии имеют меньший интеграционный потенциал, другие – больший. И чем больше такой потенциал, тем выше суммарная синергия взаимодействия технологий. Это – **второе**. Можно сказать, что синергетический интеграционный потенциал набора базовых технологий техуклада определяет его уровень.

Вывод, следовательно, такой – базовой технологией очередного нового техуклада становится та, или такой их набор, какая/какие имеют максимальный потенциал «проникновения» и «интеграционный» потенциал.

За подтверждением этой конструкции далеко ходить не надо. Возьмите, к примеру, электричество. Его уровень проникновения и синергирующий потенциал оказался существенно выше других технологий соответствующего периода. К тому же электротехнические решения имели и высокий интеграционный потенциал. Это предопределило их лидерские позиции. Результат известен. Переход на электроориентированные технологии в силу означенных причин был быстрым, революционным, и полностью изменил и существо большинства прочих технологий, и прочие компоненты производства, а затем – и продукты производства, а затем – и уклад жизни их пользователей, людей, в том числе – в сферах, казалось бы, уже совсем далеких от производства – социальной, управленческой, образовании, культуре.

Новые технологии, имеющие более высокий уровень позитивного синергетического потенциала, являются, таким образом, главной движущей силой цивилизационного развития.

И сейчас мы стоим на пороге очередного его этапа.

Каким он будет?

Какими будут базовые его технологии?

И почему мы можем уже говорить, и это – **третье**, уже о *конвергенции* технологий?

Для начала сделаем краткий обзор перспективных направлений технологического развития.

2. NBIC-конвергенция

Особенно значимым представляется появление и взаимовлияние информационных, био-, нанотехнологий и когнитивных наук. Данное явление получило название *NBIC-конвергенции* (рисунок 4) (по первым буквам областей: *N* – нано; *B* – био; *I* – инфо; *C* – когно). Термин введен в 2002 г. Михаилом Роко и Уильямом Бейнбриджем, авторами наиболее значимой в этом направлении работы – отчет (Converging Technologies for Improving Human Performance¹), подготовленного Всемирным центром оценки технологий (WTEC). В отчете раскрываются особенности NBIC-конвергенции, ее роль в развитии мировой цивилизации, а также ее эволюционное и культурообразующее значение.

NBIC-конвергенция
(*N* – нано; *B* – био; *I* – инфо; *C* – когно)
– взаимовлияние
информационных технологий,
биотехнологий, нанотехнологий и
когнитивной науки.

рис. 4

В этом же отчете было предложено понятие NBICS-конвергенции, включающей и социальные науки². Хотя и в западной, и в отечествен-

¹ См.: Roco M., Bainbridge W. Overview Converging Technologies for Improving Human Performance // Roco M., Bainbridge W. (eds). Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science. Arlington, 2004. P. 1. http://www.wtec.org/ConvergingTechnologies/Report/NBIC_report.pdf

² Spohrer J. NBICS (Nano-Bio-Info-Cogno-Socio) Convergence to Improve Human Performance: Opportunities and Challenges // Roco M., Bainbridge W. (eds). Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science. Arlington, 2004. P. 102. http://www.wtec.org/ConvergingTechnologies/Report/NBIC_report.pdf

ной научной литературе¹ этот подход и получил определенное распространение, но существенного вклада социальных наук в решение проблем разработки и применения конвергентных технологий пока не заметно. А между тем потребность в осмыслении новых социальных форм для развития передовых технологий очень велика.

Принимая во внимание обнаруживаемые при анализе различных областей знания (связанных с новейшими технологиями) тесных взаимосвязей и пересечений, а также междисциплинарный характер современной науки, можно говорить об ожидаемом (в перспективе) слиянии NBIC-областей в единую научно-технологическую область знания. Предметом изучения и действия такой области будут почти все уровни организации материи: от молекулярной природы вещества (нано) до природы жизни (био), разума (когно) и процессов информационного обмена (инфо).

Но почему именно эти направления прогресса технологий, именно инфо-коммуникационные технологии, образуют новый технологический уклад? Обычно я отвечаю просто – потому что я преподаю предмет «Инфокоммуникационные технологии» уже более 10 лет в одном из ВУЗов Петербурга. А если бы я преподавал «технологии гужевого транспорта», то тогда именно они бы стали базой нового уклада.

Просто я хотел бы подчеркнуть, что мы в ИНИРе, открывая в свое время эту специальность, уже тогда определялись с базовой технологической, компонентой грядущего технологического уклада.

Так почему же именно на этих технологиях будет строиться шестой уклад? Чем определяется переход от ранее наблюдавшегося «сосуществования» и взаимодействия различных технологий к их конвергенции, то есть к образованию гибридных технологий?

Для ответа на эти вопросы еще раз обратим внимание, прежде всего, на суть современных информационных технологий и связанный с ними процесс «цифровизации» других технологий. Информационно-

¹ Ковальчук М.В. Конвергенция наук и технологий – прорыв в будущее // Российские нанотехнологии. Т. 6. 2011, №1–2. С. 21. <http://www.nrcki.ru/files/pdf/1461850844.pdf>; Ковальчук М.В., Нарайкин О.С., Яцишина Е.Б. Конвергенция наук и технологий и формирование новой ноосферы // Российский электронный наножурнал. 13.10.2011

коммуникационные технологии, в отличие от всех остальных имеющих, демонстрируют способность, во-первых, проникать в любые технологические процессы, а во-вторых, «цифровизация» становится той самой технологической платформой, способной объединить разнородные технологии в гибридные технологические процессы, имея новый мощный интеграционный потенциал.

Как пишет известный специалист в сфере исследования будущих базовых технологий М. Ковальчук, – «...Информационные технологии стали неким «обручем», который объединил все науки и технологии»¹ (слайд 5). Именно поэтому инфоцифровые технологии выступают как ядро нового технологического уклада. Поэтому нынешняя инициатива по цифровизации российской экономики имеет вполне рациональную, более того – объективно необходимую подоплеку, а не просто выступает в качестве модного веяния.



рис. 5

Другие технологии, входящие в этот набор, объединяет, с одной стороны, их способность к конвергенции друг с другом, а с другой – тот факт, что эта конвергенция направлена на реализацию двух основных тенденций, характерных для современного этапа технологического развития (слайд 6). Это, во-первых, развитие тенденции к вытеснению человека из непосредственного процесса материального производства, и, во-вторых, тенденция к резкому возрастанию

¹ Ковальчук М.В. Конвергенция наук и технологий – прорыв в будущее // Российские нанотехнологии. Т. 6. 2011, №1–2. С. 14. <http://www.nrcki.ru/files/pdf/1461850844.pdf>

знаниеемкости продукта и к соответствующему сокращению доли материальных затрат при его производстве.

Заметим, что эти процессы наблюдались всегда, во всех укладах. Но именно сейчас, с появлением инфокоммуникационных технологий нового типа, имеющих максимальные потенциалы проникновения I и II типа и максимальный синергетический интеграционный потенциал, эти тенденции обрели иную, **качественно** новую, *выраженную* форму. Похоже, она свидетельствует о формировании исторически последнего типа производства, где еще не будет *полного* отчуждения человека от производства, и где еще будет присутствовать такая компонента, как человеческий труд.

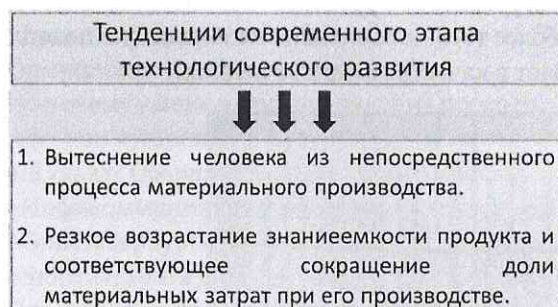


рис. 6

При этом важен, конечно, как мы видели, и феномен *синергии технологий*. Именно он позволяет обеспечивать *ускоренное* движение цивилизации по пути индустриального прогресса. Но еще важнее вытекающий из него феномен «второго порядка» – само развитие современных технологий, повышение их знаниеемкости еще и влечет за собой *повышение синергетических их возможностей*, т.е. растет, я бы применил такую дефиницию, «*синергетическая емкость*» (либо, если угодно, «*синергетическая мощность*») технологий. А вот это уже и создает технико-институциональную базу того самого «*ускорения ускорения*» (условно – второй производной) темпа научно-технического прогресса, о котором мы говорили на одном из предыдущих Конгрессов.

Теперь – далее. Эта синергия невозможна а) без постоянной «подпитки» со стороны нового научного знания, б) равно как и без постоянного усвоения этих знаний участниками производства. Поэтому

теснейшая интеграция производства, науки и образования, при непрерывности процесса «добычи» новых знаний, «трансляции» их через систему образования, и имплементации в новые технологии является *спецификой* шестого технологического уклада.

Вместе с конвергенцией технологий мы наблюдаем процесс размывания отраслевого деления, «сближения» отраслей, появления новых профессий (модная студенческая присказка последних лет: работа, которая у меня будет, еще не изобретена!), и даже не профессий, я об этом написал в редакционном эссе нового журнала «Вольная экономика»¹ (вот он), а компетенций. И этот процесс ускоряется. Мы назвали этот процесс «горизонтальным смещением», по аналогии с «красным смещением» в астрофизике. Этот тренд, как и в физике, проистекает из явления ускорения – ускорения развития технологий. «Индустрия 4.0», основанная на аддитивных технологиях (3D-принтирование) и на «интернете вещей», другие сходные технологии влекут принципиальное изменение подходов во многих ныне традиционных сферах экономической активности – от торговли и сферы обслуживания до строительства (заметим попутно – становясь, в свою очередь, фундаментом, мощной базой грядущих инноваций). Синергетический потенциал при этом, заложенный в современных технологиях, реализуясь в практике, не только не снижается, но возрастает: яркий пример – развитие информационных технологий, где через повышение эффективности «харда» растет эффективность «софта», а через совершенствование «софта» возрастают мощности «харда».

Понятно, что новый, шестой технологический уклад, как более знаниеинтенсивный, базируется на значительно более глубоком проникновении в закономерности как неживой, так и живой природы. Прогресс в обоих этих направлениях идет рука об руку. Так, развитие нанотехнологий, означающее переход технологий на атомарный уровень, составляет важнейшую предпосылку резкого сокращения материалоемкости и энергоемкости производства, о чем мы говорили еще 15–20 лет назад! Вместе с этим именно нанотехнологии обеспечивают сближение, конвергенцию технологий, основанных на закономерностях неорганического и органического мира. Они по-

¹ Бодрунов С.Д. Ко дню экономиста // «Вольная экономика», № 04 октябрь-декабрь 2017. С. 2–3.

зволяют перейти от имитации живой природы на основе сравнительно простых неорганических устройств к воспроизведению систем живой природы на основе биотехнологий. Причем речь идет не только о внешней природе, но и о природе самого человека, подтверждением и инструментом чего служит расшифровка генома человека.

Другим дополнением к этой закономерности является переход к аддитивным технологиям (3D-принтированию), позволяющим уйти от прежних, «вычитающих» или дистрактивных технологических процессов, сопряженных с переработкой значительной части исходных материальных ресурсов в отходы (и влекущих за собой, попутно заметим, гигантский рост и экологических проблем, и хомонагрузки на природу, я об этом говорил вот в этой Кембриджской своей лекции¹, можно ознакомиться). Далее, вместе с широким использованием биотехнологий, это позволяет существенно сократить не только *материалоемкость*, но и *энергоемкость* производства.

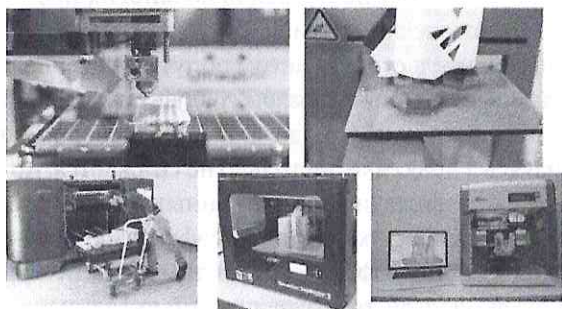


рис. 7

И все это становится возможным только на основе компьютерно-цифрового контроля, встроенного в прочие технологические процессы, что предполагает широчайшее использование информационно-коммуникационных сетей. А это уже отличается от «цифровиза-

¹ Bodrunov S.D. New Industrial Society of the Second Generation: Globalisation Discontents and the Future of Noospheric Civilisation / Public Lecture, Cambridge, May 11, 2017 / Scientific Papers of the Institute of New Industrial Development (INID) n.a. S.Y. Vitte / Saint Petersburg, 2017. P. 96.

ции», накладываемой на традиционные технологические процессы в рамках пятого или четвертого технологического уклада. Отделите, например, блок программного управления от станка с ЧПУ – и вы получите традиционный металлообрабатывающий станок. Но попробуйте проделать то же самое с 3D-принтером – и вы получите недействующий агрегат. Попробуйте отключить «индустрию 4.0» от Сети – и вы остановите целые отрасли.

«Цифровые» технологии вносят и самостоятельный вклад в решение задачи создания современной «умной индустрии», в которой резко возрастающая роль человеческого разума сопрягается с вытеснением человека из непосредственного участия в технологических процессах. «Индустрия 4.0», основанная на взаимодействии с «Интернетом вещей», становится прообразом такого качественно иного, безлюдного производства, опирающегося, в тоже время, именно на мощь человеческого интеллекта.

И – еще раз необходимо подчеркнуть одну важную деталь.

Любая технология с более высоким потенциалом проникновения и интегрирующим потенциалом даст более высокий эффект тогда, когда реципиентом такого «проникновения» является более знан-еемая технология.

Если мы будем «цифровизировать» технологии пятого, а тем более – третьего или четвертого укладов, то определенный позитивный эффект это, конечно даст. Однако сейчас выйти на передний край технологической гонки можно только в том случае, если мы будем использовать инфоцифровые технологии и как «проникающую» технологию, и как интегрирующий инструмент для NBICS-конвергенции. Это вовсе не значит, что не следует заниматься приложением «цифры» к технологиям пятого уклада. Напротив! Отставание в этой области надо наверстывать, хотя бы для того, чтобы включить все поле существующих технологий в единое «цифровое пространство», дающее возможность поднять на новый уровень синергетическое взаимодействие технологических процессов. Но только целенаправленное повышение удельного веса технологий шестого уклада с использованием NBICS-конвергенции дает для «цифровизации» адекватную технологическую платформу, обеспечивающую наибольшие успехи в снижении ресурсоемкости производства на основе повышения его знаниеемкости.

3. Технологические сдвиги, конвергенция технологий и социально-экономические механизмы их реализации: образование и наука.

Качественные сдвиги в технологиях, как мы отметили, закономерно ведут к изменениям во всех сферах социально-экономической жизни. Так, когнитивные технологии в рамках шестого уклада, через использование самообучающихся систем искусственного интеллекта (ИИ) вторгаются и в те области, в которых ранее не было альтернативы применению человеческого труда. Поиск, накопление, сортировка и сопоставление информации, позволяющие на этой основе принимать решения – это уже под силу системам ИИ. Именно интеллектуально-когнитивные технологии, через использование достижений биотехнологий и информационно-коммуникационных технологий, создают возможность непосредственного взаимодействия человека с протекающими безлюдными технологическими процессами (человеко-машинные интерфейсы, человеко-машинные системы, человеко-машинные сети¹). На этой основе получает новый толчок производство робототехники, которая становится более гибкой, более приспособляемой, более производительной.

Пока искусственный интеллект еще далек от того, чтобы стать способным открывать новые знания. Пока он их может *получать*, накапливая и анализируя информацию, может *передавать*, но сам *не может* быть их «первооткрывателем». Но – что будет дальше? Здесь прогнозы расходятся. И, не исключено, что это – новый вызов нашей цивилизации. Именно поэтому новый технологический уклад предъявляет новые, возрастающие требования к исследовательской,

¹ Обзор на эту тему см.: Milena Tsvetkova, Oxford Internet Institute, University of Oxford; Taha Yasseri, Oxford Internet Institute, University of Oxford; Eric T. Meyer, Oxford Internet Institute, University of Oxford; J. Brian Pickering, IT Innovation Center, University of Southampton; Vegard Engen, IT Innovation Center, University of Southampton; Paul Walland, IT Innovation Center, University of Southampton; Marika Luders, SINTEF; Ashbjørn Følstad, SINTEF; George Bravos, Athens Technology Center. Understanding Human-Machine Networks: A Cross-Disciplinary Survey. E-Print // Cornell University Library <https://arxiv.org/pdf/1511.05324v1.pdf>

познавательной деятельности человека. Так, подходы, основанные на *конвергенции* технологий, требуют обеспечения *междисциплинарности* в организации научных исследований. Ориентации на конвергентные технологии должна соответствовать и *конвергентность* в образовании. Этому пока в значительной мере мешает ведомственно-отраслевая организация как науки, так и сферы образования.

Можно заметить, что возможность конвергенции технологий обеспечивается значительными прорывами в области фундаментальных естественнонаучных исследований и соответствующей перестройкой системы образования. Человек будет нацелен на то, чтобы развивать приближение к абсолютному знанию, и будет все более универсален. Будут развиваться новые способы доступа к знаниям и информации – нейросети и различные человеко-машинные системы.

Разумеется, универсальность человека будет заключаться не в том, что каждый человек будет знать все, а в открывающейся возможности и усвоенной способности овладеть практически любым необходимым знанием. Главный сдвиг будет заключаться в создании информационно-коммуникационных систем, позволяющих каждому человеку пользоваться всем тем океаном знаний, который накоплен человечеством. Может быть, это не слишком точный пример, но с совершенствованием технологий картина, которую человек воспринимает через монитор компьютера (или через телевизионный экран) – это пиксели (светящиеся порции люминофора), а не мазки краски. Однако восприятие становится все более и более приближенным к непосредственному зрительному восприятию оригинала. И эта тенденция будет касаться доступа ко всем видам знаний, к примеру – ко всему богатству культуры.

Разумеется, это потребует совершенствования способностей самого человека, овладения умением входить в любую область знания и ориентироваться в ней.

Такая универсальность вполне достижима, если соответствующим образом будет перестроена система образования. Ее главной задачей будет не «накачивание» обучающегося знаниями и навыками по определенной узкой специальности. Обучающийся должен перестать быть пассивным приобретателем готовых знаний, он должен научиться эти знания добывать и применять самостоятельно. Разумеется, это умение невозможно будет приобрести без широкого

фундаментального образования, позволяющего быстро ориентироваться в любой потребовавшейся области знаний.

Переходной ступенью к такому «универсально самообучающемуся» человеку является реализация концепций «образования для всех» и «образования через всю жизнь», необходимых для выхода на этап НИО.2¹, о котором мы говорим в ИНИРе как о следующем этапе нашей цивилизации. А затем критически важной становится разработка и получение новых, все более совершенных и универсальных способов доступа к знаниям.

Такой подход предполагает исчезновение финансовых барьеров и других факторов, определяющих сейчас неравенство в доступе к образованию. В перспективе новые информационно-когнитивные технологии должны будут обеспечить снятие и языкового барьера.

Для развития всех этих процессов необходимы, однако, глубокие реформы в системе социально-экономических отношений и институтов (слайд 8).

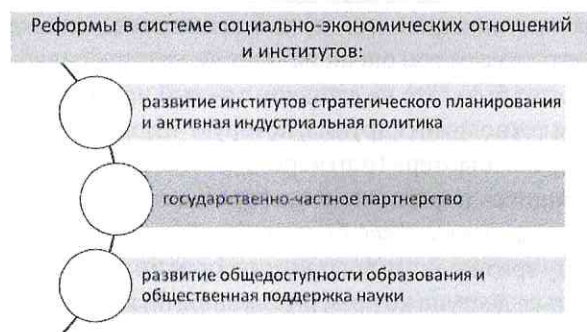


рис. 8

К числу наиболее значимых здесь я бы отнес, **во-первых**, развитие в рамках рыночной экономики институтов *стратегического планирования и активную индустриальную политику*, обеспечивающие, наряду с рыночными стимулами, механизмы долгосрочной

¹ Бодрунов С.Д. Грядущее. Новое индустриальное общество: перезагрузка / Монография / Изд. 2-е, исправленное и дополненное. СПб.: ИНИР им. С.Ю. Витте.

программируемой реализации *стратегических проектов* в области развития *новых технологий, интеграции производства, науки и образования*.

Этим же целям может и должно, **во-вторых**, служить *государственно-частное партнерство*.

В-третьих, развитие *общедоступности образования и общественной поддержки науки*, использование в этих сферах отношений, обеспечивающих все более активное создание общественных, а не только частных благ – все это может послужить делу стимулирования интегрированного развития производственно-научно-образовательных комплексов, обеспечивающих реализацию императивов перехода к 6 технологическому укладу.

Насколько сложной для нас является задача выхода на рубежи шестого технологического уклада, более того – захвата технологического лидерства? Для решения этой задачи мы обладаем далеко не лучшими позициями по сравнению со странами – нынешними технологическими лидерами. В США, например, доля производительных сил пятого технологического уклада (данные 2015 г.) составляет 60%, четвертого – 20%, третьего – менее 15%, второго – 1%. Около 5% приходится на шестой технологический уклад.

Экономика России в технологическом отношении весьма многоукладна; при этом более 50 % технологий относятся к четвертому укладу, а 33 % – к третьему. Доля технологий пятого уклада составляет около 10 %, технологии шестого уклада находятся пока в зачаточном состоянии. Чтобы войти в течение ближайших 10 лет в число *технологических лидеров*, необходимо создать *развитые производства шестого технологического уклада*, удельный вес которых в выпуске продукции должен быть значимым. Нужен не только «технологический скачок», но и *совершенствование всех упомянутых мною* в начале доклада *компонент современного* материального производства (материалов, труда, производства и применения знаний, организации производства). Нам *нужны новые технологии «переднего края»*, даже не завтрашнего, а послезавтрашнего дня. Нам *нужна наука*, дающая знания, кладущиеся в основу *таких технологий*. Нам *нужно образование*, воспитывающее, **во-первых**, человека-твор-

ца, способного усваивать, находить и применять новые знания, и, во-вторых, человека культурного, осознающего свою ответственность за применение современной технологической мощи, и способного ее ориентировать на благо человека. Только тогда можно будет говорить о выходе в новое индустриальное общество второго поколения НИО.2.