



► **КУЗНЕЦОВ Борис Леонидович**
 Доктор технических наук, профессор
 кафедры производственного
 менеджмента

**Казанский федеральный университет
 Набережночелнинский институт
 (филиал)**
**423812, РФ, Республика Татарстан,
 г. Набережные Челны, пр. Мира, 68/19**
Тел.: (8552) 58-90-15
E-mail: borcus@mail.ru



► **КУЗНЕЦОВА Светлана Борисовна**
 Кандидат экономических наук,
 доцент кафедры экономики предприятий

**Казанский федеральный университет
 Набережночелнинский институт
 (филиал)**
**423812, РФ, Республика Татарстан,
 г. Набережные Челны, пр. Мира, 68/19**
Тел.: (8552) 39-58-52
E-mail: svetla_na66@inbox.ru

Ключевые слова

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ
 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ
 ТРЕТЬЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ РЕВОЛЮЦИЯ
 ЧЕТВЕРТАЯ ИНДУСТРИАЛЬНАЯ РЕВОЛЮЦИЯ
 КЛАСТЕРНАЯ ГИБРИДИЗАЦИЯ
 ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ СИСТЕМА
 СИНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ
 ИННОВАЦИОННЫЙ ПРОРЫВ

JEL classification

O32

Технологический менеджмент в условиях научно-технических революций XXI века

Аннотация

Статья посвящена проблемам управления технологическим развитием в условиях каскада промышленных революций XXI века. Рассматриваются особенности современного этапа технологического развития, вносятся предложения по формированию подходов, концепции и научной парадигмы технологического менеджмента, основанного на кластерной гибридации и других управленческих инновациях. В числе важнейших рекомендаций – осуществление реинжиниринга производственных систем; переход к междисциплинарности в науке и образовании; интеграция естественнонаучного и гуманитарного знания; создание эффективной инфраструктуры научных исследований. Указывается на отставание экономической теории от изменений в сфере материального производства и общественного сознания индивидуумов, социумов и человеческого общества в целом.

Ситуацию в глобальной научно-технологической сфере Давосский экономический форум 2016 г. определил как начало Четвертой промышленной революции (ЧПР), последствия которой коренным образом изменят мир. О неизбежности грядущей глобальной промышленной революции предупреждали Э. Тоффлер («Шок будущего», «Экспазм»), П. Друкер («Анатомия индустриального общества»), И. Валлерстайн, Д. Стиглиц, Д. Арриго. Особую популярность проблеме придали работы Д. Рифкина [8].

В основе Четвертой промышленной революции лежит немецкая концепция «Индустрия 4.0», которую бизнесмены, политики и ученые в 2011 г. определили как средство повышения конкурентоспособности обрабатывающей промышленности Германии через усиленную интеграцию «киберфизических систем», или CPS, в заводские процессы. Четвертая промышленная революция планирует научить автоматизированное оборудование говорить друг с другом без вмешательства человека. На заводе Siemens, к примеру, работает более тысячи человек, основная задача которых – мониторить машины и компьютеры [9]. По сути, речь идет о создании глобальных самоорганизующихся производственных систем, обладающих сверхгибкостью и реализующих синергетический потенциал технологического развития.

Однако создание таких «умных производств», развитие технологии 3D-принтинга неизбежно потребует и новых материалов, и новых средств труда, новых технологий, определения

общих платформ и языков, на которых будут свободно общаться машины разных корпораций, разработки новых мер кибербезопасности, новых организационных форм и методов управления производством и т.д. Последствия таких технологических инноваций затронут практически все отрасли науки и промышленности. Основатель и Президент Всемирного экономического форума в Давосе швейцарский экономист Клаус Мартин Шваб охарактеризовал Четвертую промышленную революцию как «слияние технологий и стирание граней между физическими, цифровыми и биологическими сферами».

Четвертая промышленная революция в меньшей мере зависит от интересов геополитических игроков, а в значительной степени определяется потенциалами центров технологического превосходства, которые объективно образовались в последнюю четверть века. Можно привести многочисленные факты из любой сферы технологического развития, свидетельствующие о структурных сдвигах и прорывах. Особенность технологического развития в XXI веке состоит в том, что бурный прогресс идет не в какой-то одной локальной области науки и техники, как, например, «революция в физике» в первой четверти прошлого века, революция в ядерной энергетике в середине XX века, «полупроводниковая революция» третьей четверти XX века, «процессорная революция» 1970–1980-х годов, информационная революция конца XX – начала XXI века. Происходит конвергенция и гибридно-технологическая кластериза-

Technological Management in the Conditions of Scientific-Technological Revolutions of the XXIst Century

ция практически по всем направлениям научно-технического прогресса. Вот прорывы первых 15 лет XXI века:

2000 г. – расшифровка американскими биоинженерами генома человека; на мировой рынок вышел новый инновационный продукт – «карманные» персональные компьютеры на сумму 3,5 млрд дол.;

2004 г. – выпускники российских вузов А. Гейм и К. Новоселов создали новый сверхпрочный материал «графен» (плоский кристалл толщиной 1 атом) со свойствами, превосходящими известные материалы;

2010 г. – в Массачусетском технологическом институте (США) создан первый в мире биокомпьютер, в котором в качестве процессора использована ДНК человека;

2012 г. – обнаружен предсказанный П. Хиггсом бозон (названный впоследствии «бозон Хиггса»), элементарная частица, «свидетель» Большого взрыва;

2012 г. – на планету Марс совершил посадку американский аппарат «Кьюриосити» (стоимостью 2,5 млрд дол. США), который передал на Землю ценнейшую информацию о загадочной планете;

2012 г. – создан квантовый компьютер;

2012 г. – создан гелиевый двигатель для авиационных аппаратов;

2013 г. – лаборатория шотландского Рослинского института заявляет о научном прорыве – появлении на свет поросенка, созданного по новейшей технологии под названием «генное редактирование, или геновая коррекция»;

2013 г. – американский аппарат «Вояджер» достиг границы Солнечной системы;

2013 г. – в Европейском центре ядерных исследований запущен Большой ядерный коллайдер – самая крупная в мире экспериментальная установка стоимостью 20 млрд дол.;

2013 г. – клонированы эмбриональные клетки человека;

2014 г. – осуществлена передача мысли на расстояние в США, реализован

способ передачи информации из одного мозга в другой на большое расстояние, ученый из Индии передал сообщение своему коллеге во Франции посредством «силы мысли»;

2014 г. – модуль «Фила» отстыковался от аппарата «Розетта», запущенного Европейским космическим агентством в 2004 г., и совершил посадку на комету Чурюмова-Герасименко, движущуюся к Солнцу;

2014 г. – «сланцевая революция»;

2015 г. – в Гарвардском университете США получено жидкое топливо из солнечного света;

2015 г. – в России на Белоярской атомной электростанции запущен в пробном режиме реактор на быстрых нейтронах, позволяющий использовать в качестве топлива не редкий уран-235, а «отвалы» урана-238, составляющий 99% добываемого урана и 94% отходов традиционных атомных электростанций;

2016 г. – Научный центр в США сообщил об обнаружении гравитационных волн, существование которых в 1916 г. было предсказано А. Эйнштейном в общей теории относительности.

Большой интерес вызывают работы американских экономистов, которые можно объединить общим названием «Третья промышленная революция» по мотивам популярного бестселлера Д. Рифкина «Третья промышленная революция: Как горизонтальные взаимодействия меняют энергетику, экономику и мир в целом» [8].

Оба направления исследования объединяет то, что в их основе лежат проблемы технологического развития, причем не в «похоронном» контексте, а наоборот, в перспективе сложности, масштабности и оптимизма, который связан с бурным каскадом промышленных революций в XXI веке.

Третью промышленную революцию (научно-техническую революцию) связывают со сдвигом факторов, определяющих эффективность производственных систем [4]. Вместо труда и капитала главными факторами становятся Интеллект,

► Boris L. KUZNETSOV

Dr. Sc. (Engineering), Professor of Production Management Dept.

**Kazan Federal University
Naberezhnye Chelny Institute (branch)
423812, RF, the Republic of Tatarstan,
Naberezhnye Chelny, Mira Ave, 68/19
Phone: (8552) 58-90-15
E-mail: borcus@mail.ru**

► Svetlana B. KUZNETSOVA

Cand. Sc. (Econ.), Associate Prof. of Enterprises Economics Dept.

**Kazan Federal University
Naberezhnye Chelny Institute (branch)
423812, RF, the Republic of Tatarstan,
Naberezhnye Chelny, Mira Ave, 68/19
Phone: (8552) 39-58-52
E-mail: svetla_na66@inbox.ru**

Keywords

TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT
TECHNOLOGICAL MANAGEMENT
THE THIRD INDUSTRIAL REVOLUTION
THE FOURTH INDUSTRIAL REVOLUTION
CLUSTER HYBRIDIZATION
PRODUCTION SYSTEM
SYNERGY EFFECT
INNOVATION BREAKTHROUGH

Abstract

The article is devoted to the issues of technological development management under the conditions of a series of industrial revolutions of the XXIst century. The special features of the modern stage of technological development are considered; the authors put forward their propositions on forming approaches, a concept and a scientific paradigm of technological management based on cluster hybridization and other managerial innovations. The most important recommendations encompass the following: reengineering of production systems; transition to interdisciplinarity in science and education; integration of natural science and the humanities, and creation of an effective infrastructure of scientific research. The authors specify that the economic theory lags behind the changes in the sphere of material production and social consciousness of individuals, communities and human society as a whole.

JEL classification

O32

Знания и Компетенции, которые создают новое качество производственных систем – высокотехнологичные производства.

Меняются движущие силы технологического развития. Если Первая промышленная революция строилась на появлении пара в качестве движителя машин, Вторая – на освоении электричества, то Третья промышленная революция – это каскад революций в физике, химии, биологии, технологиях машиностроения:

- 1930–1945 гг. – квантово-ядерные процессы, в том числе цепная ядерная реакция;
- 1940–1950 гг. – полупроводниковая революция;
- 1950–1960 гг. – прорыв в космос на комплексе множества инноваций в различных отраслях;
- 1960–1970 гг. – лазерный прорыв;
- 1970–1980 гг. – процессорная революция;
- 1980–1990 гг. – телекоммуникационный прорыв;
- 1990–2000-е гг. – информационная революция;
- 2000–2010-е гг. – прорыв в генной инженерии (промышленное производство генно-модифицированных продуктов);
- 2008–2010 гг. – технотронная революция;
- 2010–2015 гг. – сланцевая революция.

То, что называли в 2015 и 2016 гг. Третьей промышленной революцией и Четвертой индустриальной революцией, не имеет четко очерченного формата, а может рассматриваться как новое состояние техносферы, новый фундаментальный закон ее развития.

Патриарх американского менеджмента П. Друкер в книге «Задачи менеджмента в XXI веке» отмечал: «Мы живем в эпоху глубоких перемен, которые по своему масштабу и возможным последствиям превосходят те, что произошли в результате Второй индустриальной революции... и те, что были вызваны... Второй мировой войной... Проблемы, с которыми мы столкнемся завтра, будут совершенно не похожи на сегодняшние... Большинство проблем... обусловлено стремительным изменением всей современной жизни... Необходимо кардинальное изменение политических и экономических стратегий, выработанных на протяжении последнего столетия» [2. С. 11–12].

Третья промышленная и Четвертая индустриальная революции относятся к единому процессу и отличаются нюан-

сами и тезаурусом. Они дополняют друг друга и методологически могут рассматриваться как описание одного процесса с разных берегов одной реки.

Д. Рифкин в книге «Третья промышленная революция» видит ее так: «Третья промышленная революция является последней в череде промышленных революций, и она должна заложить фундамент эры сотрудничества... С ее появлением завершится двухсотлетняя история, характеризующаяся индустриальным мышлением, предпринимательскими рынками и массой неквалифицированных работников, и начнется эра сотрудничества, социальных сетей, высокоспециализированных профессионалов. В следующие полвека традиционные модели бизнеса, наследие первой и второй промышленных революций будут всё больше замещаться распределенной структурой третьей промышленной революции...» [8. С. 16–17].

Просматриваются некоторые специфические черты Третьей промышленной революции.

Во-первых, резко увеличивается высота, глубина и широта технологического мышления. И не потому, что это сказочное озарение, а потому что проблемы, вставшие перед человечеством, этого требуют. Главная из этих проблем – сложность технологий, которые лежат в основе современных производственных систем. Первым это, очевидно, осознал Э.В. Сименс, когда в 1869 г. пригласил на работу человека с университетским образованием и создал для него первую в мире научно-исследовательскую лабораторию. В настоящее время фирма Siemens является глобальным лидером на рынке электротехнической продукции и тратит на НИОКР до 20% от объема продаж (более 10 млрд дол. в год). В настоящее время доля НИОКР в себестоимости продукта – один из ключевых критериев его наукоемкости, и некоторые корпорации тратят на НИОКР уже более 20% от объема продаж.

Во-вторых, сложность, масштабность, важность решаемых проблем требуют новой парадигмы научного мышления, относящегося к естественнонаучному, экономическому и общекультурному знанию. Востребована междисциплинарность такого уровня, какой обладали В.И. Вернадский, А. Тойнби, П. Флоренский, И.Р. Пригожин, Д. Бернал, Э. Тоффлер и подобные им по масштабности мышления. Плектис (переплетение) естественнонаучного и гуманитарного знания уже не прихоть, а категорический

императив в решении многих судьбоносных угроз и вызовов человечеству (космические астероидные атаки, климат, загрязнение окружающей среды).

Д. Белл (1919–2011), апологет постиндустриализма, в книге «Будущее постиндустриального общества» писал: «Если доминирующими фигурами последних ста лет были предприниматель и промышленный администратор, то „новыми людьми“ станут ученые, математики, экономисты, социологи, практики новой «интеллектуальной технологии», которая нарождается благодаря появлению вычислительных машин. Основными учреждениями нового общества будут высокотехнологичные производства и человеческий фактор...» [10. С. 112]. Он отмечал, что ведущая роль в новом обществе будет принадлежать не бизнесменам и корпорациям, какими мы видим их сегодня, но корпорациям исследования и развития, индустриальным лабораториям, экспериментальным станциям и университетам. «В условиях XXI века, – писал Белл, – жизнь любого продукта распадается на две части – сначала его изобретают, затем пускают в серию и знакомят с ним потребителей, затем добиваются оптимизации производства и наращивают выпуск. На этой второй фазе принципиальной задачей является ... делать нечто такое, что не может быть симитировано и внутренняя сложность которого не поддается копированию...» [10. С. 116]. Именно этот подход положен в основу немецкой версии Четвертой индустриальной революции «Индустрия 4.0».

Совокупность факторов и когнитивных наработок позволяет указать на некоторые особенности протекания разворачивающихся технологических революций начала XXI века. Современная ситуация в техносфере может быть идентифицирована как «режим с обострением», теория которого на достаточном формализованном уровне разработана С.П. Курдюмовым, А.А. Самарским с сотрудниками для синергетических процессов в физических, физико-химических и плазменных системах [7]. Создание универсальной версии режима с обострением для техносферной революции XXI века – актуальнейшая задача.

По масштабу инновационных проявлений техносферная революция XXI века может быть отнесена к метаэкономическим трансформациям и имеет несколько уровней реализации – от наноэкономического до внепланетного разворачивания сил и средств.

Ключевым условием получения максимального синергетического результата в режимах с обострением является обеспечение когерентности (синхронности), коэволюции действующих факторов-сил. Разнородные по природе, разнонаправленные, с различной частотой и амплитудой автоколебаний и генерацией импульсов активности, они требуют глубокого понимания физических, химических, биологических, социальных, психологических, организационных, управленческих основ технологического развития [5].

Управление процессами в сложнейших производственных системах требует выявления триггерных (наиболее чувствительных) точек и воздействия на них через систему положительной обратной связи и включенных в нее институтов научно-технического развития.

Организационной основой промышленных революций являются горизонтальные взаимодействия научно-технических кластеров различного типа с образованием кластерно-гибридных цепных структур.

Ключевыми критериями соответствия технологического менеджмента требованиям наукоемких прорывных технологий «хай-тек» (hi-tech) являются:

- наличие лидирующей научной школы, способной генерировать научные прорывы в новое технологическое пространство;
- глубокое проникновение в фундаментальную научную основу технологических процессов;
- переплетение (плектис) многих научных направлений, дисциплин, глубокое освоение междисциплинарности как основы кластерной гибридации;
- наличие многофакторного содержания, сцепления разных научных дисциплин в мультифрактальные и нейросетевые комплексы, способные к самоорганизации, саморазвитию, проявлению синергетических эффектов при фазовых и структурных трансформациях;
- обладание потенциалом творческого саморазрушения, способностью отказываться от устаревших, рутинных, неэффективных технологий и создавать инновации прорывного характера;
- способность к освоению новой научной парадигмы, каким бы парадоксальным вызовом она ни обладала;
- нелинейное мышление и способность принимать решения в условиях высочайшего уровня неопределенности;
- владение современными теориями сложности, синергетики, самоорганиза-

ции, проектирования, проектного финансирования;

- владение принципами миронауки.

Особенностью современных технологий является повышение уровня кластерной гибридации. «Чистых технологий» остается все меньше. Некоторые отрасли (машиностроение, металлургия, строительство, фармакология и др.) по определению являются гибридными. Современные продукты также гибридные (моторы, конструкции машин, материалы и т.д.), и это доминирующий тренд современных высоких технологий.

Примером кластерной гибридации может служить так называемый «туннельный эффект», описанный и объясненный советским физиком Г.А. Гамовым. Квантово-механический по природе эффект состоит в том, что отдельные микрочастицы способны преодолевать потенциальные энергетические барьеры в условиях, когда их полная энергия меньше высоты энергетического барьера, что противоречит законам классической механики (эффект носит вероятностный характер). Кластерная гибридация с использованием туннельного эффекта уже привела к таким направлениям в технологиях XXI века, как лазерные полупроводниковые технологии, применение туннельного диода. Электронная микроскопия, альфа-распад, холодная эмиссия электронов из металлов, гетеросистемы и другие квантово-механические процессы в контактном слое двух полупроводников, оптоволоконные, светодиодные технологии, ядерно-магнитный резонанс, электрослабые взаимодействия и т.д. – всё это берет начало в туннельном эффекте, но обрастает усложнениями, создавая технологические гибриды. Это ряд технологий, который уже реализован на принципах кластерной гибридации, но еще много технологий будут освоены в ближайшем будущем.

Образцом успешной кластерной гибридации в авиастроении является создание турбовентиляторного двигателя ПД-14, разработанного для перспективного самолета МС-21. Двигатель ПД-14 – это турбореактивный двухконтурный двухвальный двигатель (ТРДД) с прямым (безредукторным) приводом вентилятора с разделением потоков из наружного и внутреннего контуров. В ходе освоения двигателя ПД-14 предложены кластерно-гибридные решения, которые можно расценивать как инновационно-синергетический прорыв в новое технологическое про-

странство шестого технологического уклада. При этом решены вопросы:

- управления на основе глубокого бенчмаркинг-исследования;
- шестикоординатных прецизионных станков;
- переноса монокристаллической технологии в крупносерийное гражданское производство;
- стендовых испытаний современных авиационных двигателей;
- материаловедческого проектирования и локализации по всей ресурсно-технологической цепочке кооперации, а кроме этого:
- воссоздана научная школа, разрушенная в 1990-е годы;
- воссоздана система патентования в условиях действия зонтичных технологий лидеров рынка авиационной продукции.

Необходимо констатировать отставание современных экономистов и управленцев от освоения масштабности, сложности и инновационности, имеющих место в технологическом развитии. Мышление современных экономистов остается локальным и операционным, в то время как главные решаемые проблемы стали гиперглобальными (климат, загрязнение воздушного и водного бассейнов Земли, дефицит воды и т.д.) и сложными кластерно-гибридными [3].

До настоящего времени в экономической теории нет ни одного фундаментального общепризнанного понятия, тем более полезного для решения проблем технологического развития. Даже такие ключевые понятия, как экономика, труд, стоимость, ценность, эффективность, рынок и т.п., не имеют общепризнанных смысловых определений.

Технологический каскад революций XXI века не может строиться на фундаменте экономических теорий XX века. Требуется смена научной парадигмы в базисе экономических теорий. Востребована не локальная, а метаэкономическая парадигма. Востребованы как никогда ранее не узкие теоретики-экономисты (они нужны для локальных и операционных задач), а проблемники, способные мыслить эпохально, глобально, даже космически и в то же время действовать локально, принимать ответственные решения.

Кластерная гибридация – это вид деятельности, несущий не только положительные синергетические эффекты, но и вызовы и угрозы с потенциалом катастроф такого масштаба, с которыми человечество еще не сталкивалось. Не-

которые направления технологического развития требуют создания особого типа риск-менеджмента, как особой формы допуска к исследованиям и проектированию в отдельных сферах деятельности. Научный уровень знаний, накопленных учеными, позволяет создать новый живой мир (химеры, гибрид человека и животного), новый технотронный мир, соединяющий мозг человека с управляющими системами на основе нано-интегральных схем («киборговая цивилизация?!»), беспилотные системы, способные превращать компьютерные виртуальные игры в реальность...

Требуется подготовка специалистов, обладающих высочайшим уровнем междисциплинарности (поликластеризации), который бы позволял расширить горизонт прогнозирования в десятки раз и запускать механизмы гуманитарной ответственности на самых ранних стадиях кластерно-гибридной нуклеации.

Технологическое развитие в XXI веке требует разработки технологического менеджмента, отвечающего по глубине и ширине междисциплинарных знаний такому уровню, какого не дает ни одна узкоспециализированная дисциплина – монокластер. Несоответствие уровня знаний в области технологического развития открывающемуся миру новых технологических возможностей, несущих как синергетические эффекты, так и угрозы и вызовы «чернобыльского» типа, требует срочной перестройки общего и профессионального (особенного высшего) образования, качественного усиления внимания к направлению, которое получило название «Миронаука».

Степень готовности российской науки, техники, промышленности, экономики, государственного и политического руководства к встрече с каскадом технологических революций XXI века не вызывает уверенности в понимании глубины и судьбоносности происходящего.

Аппарат реализации модернизации, реинжиниринга и реконструкции российской промышленности, доля которой в ВВП в последнюю четверть века сократилась с 52 до 28%, неэффективен. Не оправдались надежды на переход к постиндустриальному обществу. Доля промышленности в ведущих странах мира (США, Германия, Япония, Франция, Южная Корея и др.) не опускается ниже 60%. Международное разделение труда трансформировалось в монополизм сетевых транснациональных корпораций. Аутсорсинг, который предлагался как драйвер развития сложных производственных

систем (например, автомобилестроения), породил «промсборку», убивающую развитие российских научных школ конструкторов и технологов. Морально и физически устарел базис машиностроения – литейное, кузнечное производство. Срок службы заготовительных и инфраструктурных основных фондов превышает критически допустимый (30–40 лет), что не позволяет отечественным предприятиям осуществлять производство конкурентоспособной и наукоемкой продукции (доля России на мировом рынке «hi-tech» не превышает 0,3%). Разрушены станкостроение, электронное приборостроение. В результате импортозамещение наталкивается на отсутствие российских производителей современного машиностроительного оборудования.

Необходимы организационные и структурные преобразования, и прежде всего замена доминирования иерархических вертикальных связей на горизонтальные гетерархические и кластеризацию на основе «Промышленного интернета».

Клаус Шваб в своей книге «Четвертая промышленная революция» приводит статистику, в которой напоминает, что в настоящее время средний срок существования компании-участницы индекса S&P сократился с 60 до 18 лет и если корпорации хотят оставаться на плаву, они должны постоянно вводить инновации. На смену вертикально выстроенным структурам должны прийти компании, практикующие горизонтальные способы управления [1].

«Инновационная премия» в ЧПР будет решающим фактором социально-экономического и технико-технологического развития, выживания в условиях гиперконкуренции, экспансии глобальных сетевых структур. Для ЧПР характерны конвергенция и междисциплинарность наук и их авангардная роль в технологическом развитии.

Немецкая промышленность инвестирует 40 млрд евро в промышленную интернет-инфраструктуру ежегодно до 2020 г. Это значительный кусок от европейских инвестиций в Четвертую промышленную революцию, которые, как ожидается, составят 140 млрд евро в год. Средняя стоимость одного рабочего места в научно-исследовательских учреждениях передовых стран превышает 2 млн дол. Стоимость отдельных лабораторий достигает 10 млрд дол. Бюджеты высших учебных заведений в США и Китае зачастую превышают 5 млрд дол. Общие затраты США на исследования

и разработки свыше 450 млрд дол., Китая – 200 млрд дол. По оценке экспертов, в Китае численность занятых в научно-технической сфере приближается к 40 млн чел. Россия пока остается в числе лидеров в атомном энергостроении, ракетном двигателестроении, биотехнологиях, производстве ряда конструкционных материалов.

Необходимо продолжать наращивать усилия со стороны Правительства для активизации инновационной деятельности, для повышения результативности и эффективности принимаемых мер в наукоемких и высокотехнологичных отраслях.

Высшая миссия ЧПР – не обогащение богатых стран на основе тех научных заделов и потенциалов, которые они накопили, а освобождение человечества от неизбежной гибели на Земле [11]. Клаус Шваб надеется, что Четвертая промышленная революция позволит человечеству подняться на новый уровень общественного и морального сознания, в основе которого будет лежать общая судьба всех людей, живущих на нашей планете.

В арсенале человечества накопленный научный опыт, гуманизм как высшая ценность, знания, компетенции, позволяющие решать сложные технические проблемы, прорываться в новые технологические пространства. Технологическое развитие в форме ЧПР – это не просто каскад научно-технических революций, это синергетический взрыв накопленного человечеством знаний во всех сферах науки. Главная проблема заключается во встрече со сложностью, масштабностью. Это требует от руководителей науки, промышленности и экономики нового мышления и новых компетенций в области технологического менеджмента. Обучение знаниям и компетенциям в области технологического менеджмента, основанного на парадигме XXI века, – неотложная задача профессионального образования в вузах России [6].

Анализ проблемы ЧПР неизбежно приводит к необходимости разработки стратегии технологического развития России, основанной на объединении науки, производства, предпринимательства и государства для получения синергетического эффекта на базе овладения междисциплинарностью и конвергенцией наук, кластерной гибридной технологий, устранения технологических разрывов в цепях создания инноваций и непрерывного реинжиниринга производственных систем [5]. ■

Источники

1. Артемьев А. Роботы вместо людей: в Давосе обсудят четвертую промышленную революцию. URL: www.rbc.ru/technology_and_media/20/01/2016/569fbd8d9a794785732cb9df.
2. Друкер П. Задачи менеджмента в XXI веке. М.: ИД «Вильямс», 2001.
3. Иноземцев В. К теории постэкономической общественной формации. М.: Таурис, Век, 1995.
4. Комиссаров А. Четвертая промышленная революция. URL: www.vedomosti.ru/opinion/articles/2015/10/14/612719-promishlennaya-revolutsiya.
5. Кузнецов Б.Л., Кузнецова С.Б., Загитов И.Л. Инновационно-синергетический реинжиниринг производственных систем как стратегическая магистраль реиндустриализации России // Известия Уральского государственного экономического университета. 2015. № 5(61). С. 89–100.
6. Кузнецов Б.Л., Кузнецова С.Б. Технологический менеджмент. Наб. Челны: Изд. ОЦИСиС, 2016.
7. Режим с обострением: эволюция идеи / под ред. Г.Г. Малинецкого. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006.
8. Рифкин Дж. Третья промышленная революция. М.: Альпина нонфикшн, 2015.
9. Хель И. Индустрия 4.0: Что такое Четвертая промышленная революция? URL: <http://hi-news.ru/business-analytics/industriya-4-0-cto-takoe-chetvertaya-promyshlennaya-revoluciya.html>.
10. Bell D. *The Coming of Post-Industrial Society: A Venture in Social Forecasting*. N.Y.: Harpers-Collins, 1996.
11. Thurow L. *Fortune Favors the Bold. What We Must Do to Build a New and Lasting Global Prosperity*. N.Y.: Harper Business, 2003.

References

1. Artem'ev A. *Roboty vmesto lyudey: v Davose obsudyat chetvertuyu promyshlennuyu revolyutsiyu* [Robots instead of people: the fourth industrial revolution is discussed in Davos]. Available at: www.rbc.ru/technology_and_media/20/01/2016/569fbd8d9a794785732cb9df.
2. Drucker P. *Management challenges for the XXIst century* (Russ. ed.: Druker P. Zadachi menedzhmenta v XXI veke. Moscow, Vil'yams Publ., 2001).
3. Inozemtsev V. *K teorii postekonomicheskoy obshchestvennoy formatsii* [On the theory of post-economic formation of society]. Moscow, Taurus, Vek Publ., 1995.
4. Komissarov A. *Chetvertaya promyshlennaya revolyutsiya* [The fourth industrial revolution]. Available at: www.vedomosti.ru/opinion/articles/2015/10/14/612719-promishlennaya-revolutsiya.
5. Kuznetsov B.L., Kuznetsova S.B., Zagitov I.L. *Innovatsionno-sinergeticheskiy reinzhiniring proizvodstvennykh sistem kak strategicheskaya magistral' reindustrializatsii Rossii* [The Innovative-Synergetic Reengineering of Production Systems as a Strategic Direction for Russia's Reindustrialization]. *Izvestiya Ural'skogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta – Journal of the Ural State University of Economics*, 2015, no. 5(61), pp. 89–100.
6. Kuznetsov B.L., Kuznetsova S.B. *Tekhnologicheskii menedzhment* [Technological management]. Naberezhnye Chelny, OTSiSiS Publ., 2016.
7. Malinetskiy G.G. (ed.) *Rezhim s obostreniem: evolyutsiya idei* [Strained regime: the evolution of the idea]. Moscow, FIZMATLIT Publ., 2006.
8. Rifkin J. *The Third Industrial Revolution* (Russ. ed.: Rifkin Dzh. Tret'ya promyshlennaya revolyutsiya. Moscow, Al'pina nonfikshn Publ., 2015).
9. Khel' I. *Industriya 4.0: Chto takoe Chetvertaya promyshlennaya revolyutsiya?* [Industry 4.0: What is the fourth industrial revolution?]. Available at: <http://hi-news.ru/business-analytics/industriya-4-0-cto-takoe-chetvertaya-promyshlennaya-revoluciya.html>.
10. Bell D. *The Coming of Post-Industrial Society: A Venture in Social Forecasting*. N.Y.: Harpers-Collins, 1996.
11. Thurow L. *Fortune Favors the Bold. What We Must Do to Build a New and Lasting Global Prosperity*. N.Y.: Harper Business, 2003.