

## ЭКСПЕРТИЗА И АНАЛИТИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

### НОВЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ: ВЗГЛЯД ЭКСПЕРТОВ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ СФЕРЫ

**Г.И. Бахтурин**, ген. дир. ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ, канд. техн. наук, [bgi@extech.ru](mailto:bgi@extech.ru)

**А.Б. Логунов**, рук. напр. Комплекса R&D ОАО «РТИ», канд. воен. наук, [ivlev.69@mail.ru](mailto:ivlev.69@mail.ru)

**Н.А. Миронов**, дир. центра ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ, канд. техн. наук, [namir@extech.ru](mailto:namir@extech.ru)

*В статье приводятся результаты экспертно-аналитических исследований состояния и перспектив использования новых производственных технологий в отечественной экономике и за рубежом. Основное внимание уделено вопросам структуризации новых технологий для повышения эффективности их разработки и использования в сфере производства. Новые производственные технологии могут рассматриваться как специфическая область научно-технологического развития, транслирующая достижения по приоритетным направлениям исследований и разработок, а также результаты разработки критических технологий в процесс производства товаров и услуг.*

**Ключевые слова:** новые производственные технологии, структуризация проблематики, экспертно-аналитические исследования, приоритеты развития, государственная поддержка, Федеральный реестр экспертов Минобрнауки России

### NEW MANUFACTURING TECHNOLOGIES: VIEW EXPERT OF SCIENTIFIC-TECHNICAL SPHERE

**G.I. Bakhturin**, General Director, SRI FRCEC, Doctor of Engineering, [bgi@extech.ru](mailto:bgi@extech.ru)

**A.B. Logunov**, Head of Section, Complex R&D management JSC «RTI», Doctor of Military Science, [ivlev.69@mail.ru](mailto:ivlev.69@mail.ru)

**N.A. Mironov**, Director of Centre, SRI FRCEC, Doctor of Engineering, [namir@extech.ru](mailto:namir@extech.ru)

*Specification of the new technologies (NMTs) domain and its structuring are essential for the prioritization of national manufacturing production development. The problem is to be solved differently in different countries. Generally NMTs can be considered as a specific way of science and technology development that corresponds to the priority directions of national R&D and results of critical technologies implementation in production.*

**Keywords:** new manufacturing technologies, structuring a domain, expert-analytical research, development priorities, government support, the Federal Register of Experts of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation.

#### Введение

Важным условием развития инновационной экономики является создание современной производственной базы и повышение на этой основе глобальной конкурентоспособности отечественной промышленности, что в последние годы ясно осознается в России. Повышенное внимание государственных органов и корпоративного сектора уделяется интенсификации внедрения в производственные процессы принципиально новых, инновационных технологий [1]. Приняты разные определения совокупности таких технологий: «пер-

спективные производственные», «прорывные производственные», «новые производственные» [2]. В качестве ключевого фактора, объединяющего такие, в целом очень разные, технологии, выступает их ориентация на улучшение структуры производства, создание новых рынков и отраслей, рост производительности труда и качества трудовых ресурсов. То есть, эти технологии разрабатываются и внедряются именно для нужд производства и потенциально сильно востребованы отраслями экономики.

В настоящее время в ряде промышленно развитых и развивающихся стран принимаются широкомасштабные программы поддержки развития таких технологий в различных секторах промышленности. Особенно отчетливо эти тренды просматриваются в США, Китае, отдельных европейских государствах, ЕС в целом. В научно-технологической сфере России также накоплен опыт, который может быть использован для выстраивания новых производственных технологий [2].

В статье приводятся результаты экспертно-аналитического исследования состояния и перспектив внедрения новых производственных технологий. Акцент сделан на обобщении мнений отечественных экспертов. Основное внимание уделено вопросу структуризации таких технологий для повышения эффективности их разработки и использования. Методологической основой проведения исследования выбраны классические, детально проработанные в НИУ ВШЭ подходы к подготовке Долгосрочного прогноза важнейших направлений научно-технологического развития Российской Федерации [3]. При этом термины «передовые производственные технологии» и «новые производственные технологии» употребляются как синонимы.

#### **Определение новых производственных технологий – отечественные подходы и статистические наблюдения**

Термин «новые производственные технологии» (НПТ) или «передовые производственные технологии» введен в России постановлением Федеральной службы государственной статистики от 7 ноября 2006 г. № 63 «Об утверждении Порядка заполнения и представления форм федерального государственного статистического наблюдения № 1 – технологии «Сведения о создании и использовании передовых производных технологий». В эту категорию включены «технологии и технологические процессы, включающие машины, аппараты, оборудование и приборы, основанные на микроэлектронике или управляемые с помощью компьютера и используемые при проектировании, производстве или обработке продукции» [4]. Основные группы наблюдаемых передовых производственных технологий и их состав приведены в табл. 1.

При этом новыми технологиями в России (код 01) или за рубежом (код 02) считаются технологии, не имеющие, соответственно, отечественных или зарубежных аналогов [4]. Принципиально новыми считаются технологии (код 03), созданные впервые, не имеющие отечественных или зарубежных аналогов, обладающие качественно новыми характеристиками, отвечающими требованиям современного уровня или превосходящими его [4]. Они базируются на крупных пионерных или (и) высокорезультативных изобретениях.

О состоянии разработок и внедрении передовых производственных технологий свидетельствуют данные статистических наблюдений. Так, в период с середины 2000-х годов отечественная экономика демонстрировала растущую динамику по созданию передовых производственных технологий (табл. 2) [5, 6]. Можно предположить, что наметилась тенденция постепенного перехода экономики на новый технологический уровень производства (при сохранении невысоких по сравнению с другими развитыми странами масштабов внедрения передовых технологий). При этом лишь около 60% передовых производственных технологий могут использоваться у нас в стране без нарушения прав на промышленную собственность (табл. 3) [5, 6]. Преобладают такие направления, как производство, обработка и сборка (основное); проектирование и инжиниринг; аппаратура автоматизированного наблюдения (контроля); связь и управление.

Таблица 1

**Основные группы передовых производственных технологий**

Коды	Наименование	Состав
1	Проектирование и инжиниринг, включая компьютерное проектирование	Использование компьютеров с целью изображения и проектирования составных частей или продукции, анализа и тестирования спроектированной продукции или составных частей
2	Производство, обработка и сборка	Управляемое компьютерами или микропроцессорами оборудование с автоматизированной обработкой материалов одним или большим числом способов и сборкой конечной продукции в один или большее число приемов
3	Автоматизированная транспортировка материалов и деталей	Оборудование и транспортные средства с компьютерным или микропроцессорным управлением, предназначенное для выполнения автоматизированных погрузочно-разгрузочных операций, хранения и складирования материалов, деталей или готовой продукции
4	Аппаратура автоматизированного наблюдения и/или контроля поступающих материалов, технологического процесса, готовых изделий (конечного продукта)	Аппаратура, состоящая из автоматизированного измерительного преобразователя (датчика) и информационных видеосистем (систем технического зрения)
5	Связь и управление	Технические средства информационно-телекоммуникационных сетей для обмена технической, проектно-конструкторской, технологической информацией между различными структурными подразделениями предприятия, с субподрядчиками, поставщиками и/или потребителями (клиентами)
6	Производственная информационная система	Автоматизированная система, применяемая для планирования и управления производственными ресурсами
7	Интегрированное управление и контроль с использованием искусственного интеллекта и/или экспертных систем	Полностью автоматизированное производство, в котором все производственные технологические процессы интегрированы в единую систему, и которое управляется централизованно с помощью главного компьютера цеха или предприятия

Таблица 2

**Создание передовых производственных технологий по видам**

Наименование передовых производственных технологий	Годы					
	2000	2005	2007	2010	2011	2012
	Количество технологий					
Проектирование и инжиниринг	165	138	177	216	316	305
Производство, обработка и сборка	281	291	365	383	405	548
Автоматизированная транспортировка материалов и деталей	20	9	8	18	24	23
Аппаратура автоматизированного наблюдения и/или контроля	76	91	110	116	128	121
Связь и управление	90	57	67	70	154	204
Производственная информационная система	18	21	14	20	51	60
Интегрированное управление и контроль	38	30	39	41	60	62
Всего	688	637	780	864	1138	1323

Таблица 3

**Динамика создания принципиально новых производственных технологий**

Показатель	Годы							
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
	Количество							
Число созданных передовых производственных технологий	673	735	780	787	789	864	1138	1323
Из них обладают патентной чистотой, %	46,3	55,2	51,4	60,9	55,8	60,9	58,8	59,4
Число созданных принципиально новых производственных технологий	60	52	75	45	105	102	110	135
Доля принципиально новых технологий, %	9,4	7,1	9,6	5,7	13,3	11,8	9,6	10,2

Как показывают приведенные данные, тенденция к росту количества созданных принципиально новых технологий не устойчива (табл. 3). Интенсивность их создания в 2010–2012 гг. оставалась примерно на уровне 2009 г. Рост произошел за счет технологий, новых для России. Они составили 86% общего числа передовых производственных технологий. Это привело к снижению доли принципиально новых технологий в общем числе передовых производственных технологий [6, 7].

Фактическая доля передовых производственных технологий, созданных в России, в общем числе используемых технологий с разными сроками внедрения не превышает 5–10%; соответственно зарубежные передовые производственные технологии в этом массиве составляют 90–95%. Такое соотношение отражает высокую технологическую зависимость России от других стран [7].

**Определение новых производственных технологий – зарубежные подходы**

Перспективное промышленное производство, например, в США (по данным Совета при Президенте США по науке и технологиям, President’s Council of Advisors on Science and Technology – PCAST) определяется как совокупность усилий, каждое из которых: а) основывается на глубоком внедрении информационных технологий и передового программного обеспечения, автоматизации производственных процессов, высокоточных датчиков и сетей и/или; б) использует передовые материалы и новые возможности, связанные с научными достижениями в области физики, биологии, химии (например, нанотехнологиями). Такое производство включает в себя как новые способы производства существующих продуктов, так и производство новых продуктов, выпускаемых на основе перспективных, передовых технологий (advanced manufacturing technologies) [8].

Исходя из этого определения, НРТ подразумевают:

- внедрение новых способов производства существующих продуктов и/или производство новых продуктов, выпускаемых на основе перспективных, передовых технологий (информатизация, автоматизация, высокоточные измерения и обработка материалов);
- использование передовых материалов и новых возможностей производства, связанных с научными достижениями в области физики, биологии, химии.

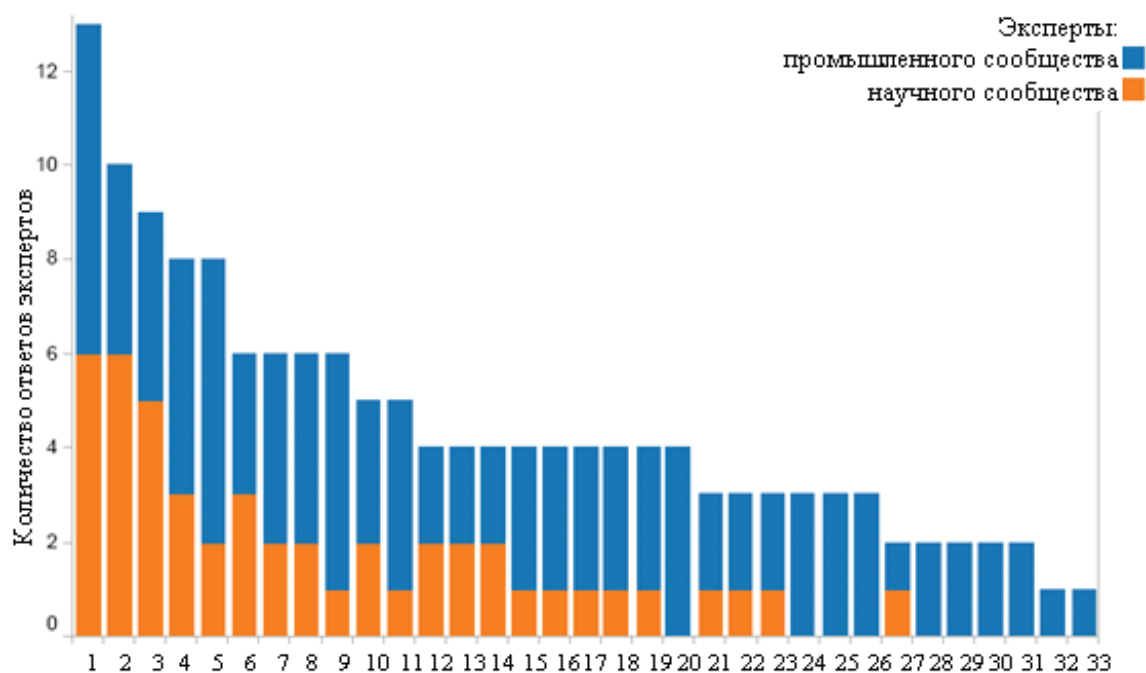
Следует отметить, что специально занимавшийся вопросом определения новых промышленных технологий Институт анализа военных проблем США (Institute for Defense Analyses) в докладе «Новые глобальные тенденции в передовом производстве» (Emerging Global Trends in Advanced Manufacturing) намерено использовать расширенное (универсальное) понятие «передовое производство», охватывающее большинство аспектов данной тематики – это производство, основанное на улучшенных существующих и/или специально создаваемых новых материалах, изделиях и процессах, посредством внедрения достижений науки, техники, высокоточных и информационных технологий, интегрированных с рабочей силой высокой

производительности, инновационным бизнесом или организационными моделями [9]. Американские эксперты уверены, что данное определение едино как для традиционных, так и для высокотехнологичных секторов экономики.

В Европейском Союзе передовые промышленные технологии рассматривают в рамках ключевых перспективных технологий (key enabling technologies) как подмножество последних. Оно включает все технологии, которые значительно увеличивают темпы производства, снижают стоимость или расходование материалов, улучшают операционную точность, а также способствуют уменьшению загрязнения окружающей среды. НПТ идентифицируются через комбинацию различных технологий и методик, нацеленных на улучшение процессов промышленного производства. Такие технологии включают, наряду с другими, технологии материаловедения; электронные и компьютерные технологии; метрологические технологии; логистические технологии [10]. Таким образом формируется шестая комплексная группа ключевых перспективных технологий (Key Enabling Technologies, KET), помимо фотоники, нанотехнологий, новых материалов, микро-, наноэлектроники, биотехнологий [11].

Главным трендом развития НПТ в последние 40 лет специалисты Евросоюза считают внедрение в производство информационных технологий и автоматизацию.

Оценки экспертов США в области наиболее значимых новых производственных технологий представлены на рис. 1 [9], а европейских экспертов – на рис. 2 [10].



**Рис. 1. Значимость новых производственных технологий, мнения американских экспертов**

1 – технологии измерения и точного зондирования; 2 – нанопроизводство; 3 – информационные технологии; 4 – наноматериалы; 5 – энергоэффективное производство; 6 – системы технического зрения; 7 – непрерывный контроль производственных процессов; 8 – гибкая электроника; 9 – управление технологическими процессами; 10 – адаптивное управление; 11 – нанесение покрытий; 12 – керамическое производство; 13 – технологии переработки отходов; 14 – моделирующая и испытательная инфраструктура; 15 – биопроизводство; 16 – биотопливо; 17 – геномика материалов; 18 – оптоэлектроника; 19 – прецизионная обработка; 20 – легкие материалы; 21 – аддитивное производство; 22 – промышленная робототехника; 23 – медицинские приборы и клиническая медицина на базе нанотехнологий; 24 – конструкционная керамика; 25 – композиционная сборка; 26 – высокотемпературная обработка; 27 – мобильная робототехника; 28 – проводящие струйные технологии; 29 – высокоскоростное смешивание; 30 – техническое реагирование; 31 – технологии сепарации; 32 – технологии струйной обработки металлов; 33 – высокоэффективная производственная рекуперация теплоты

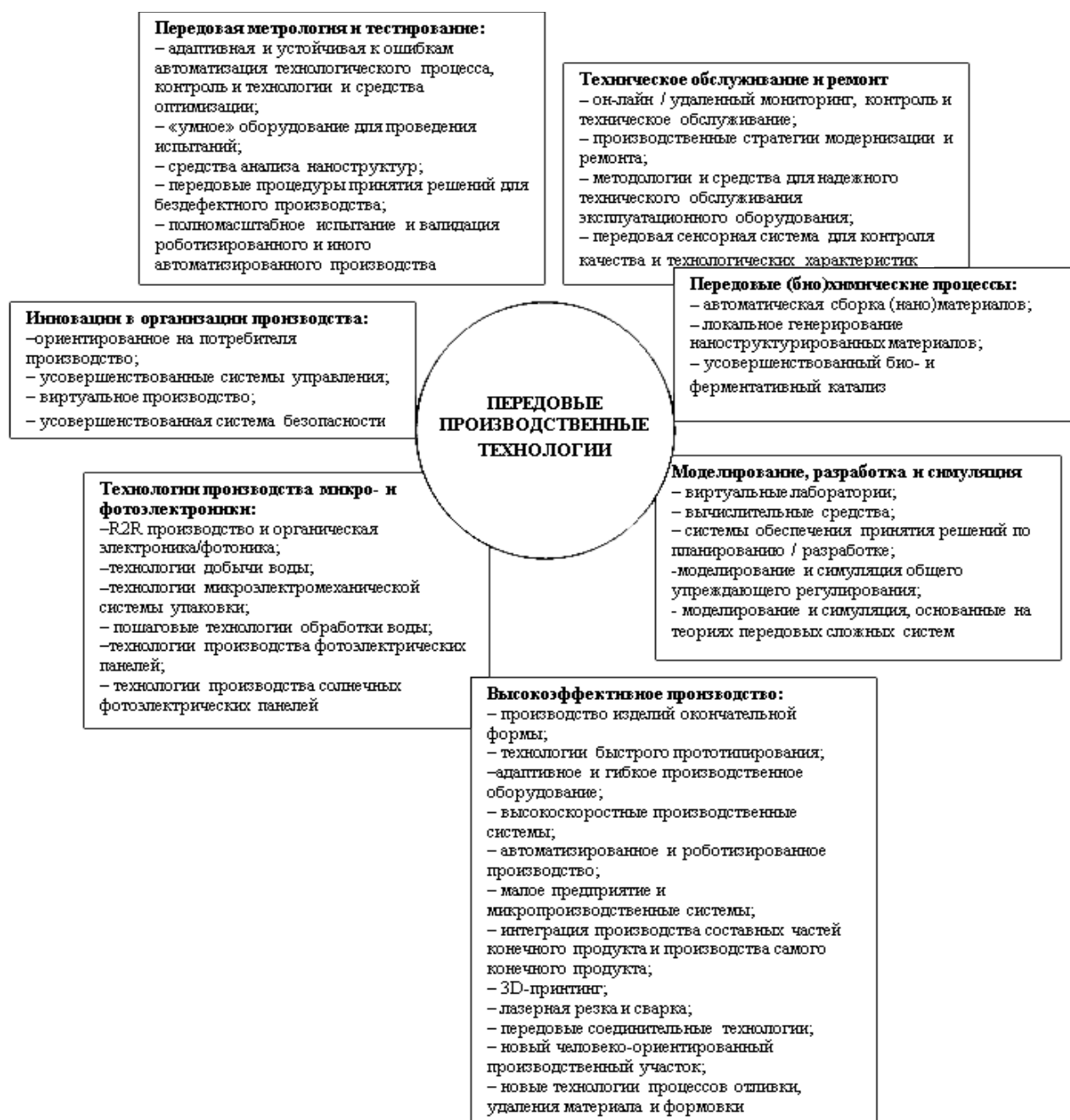


Рис. 2. Передовые производственные технологии в Евросоюзе

Сравнение и обобщение изложенных подходов к структуризации новых производственных технологий, используемых Россией, США и Евросоюзом было подробно проведено И. Дежиной и А. Пономаревым в работе «Перспективные производственные технологии: новые акценты в развитии промышленности» [12]. Предложенные подходы к определению и классификации таких технологий взяты за основу в настоящей статье. Так, «перспективные производственные технологии определяются как комплекс процессов проектирования и изготовления на современном технологическом уровне кастомизированных (индивиду-

лизированных) материальных объектов (товаров) различной сложности, стоимость которых сопоставима со стоимостью товаров массового производства, в том числе в странах с дешевой рабочей силой» [12].

Опираясь на этот подход, были выделены структурные элементы новых производственных технологий (рис. 3):

1. Системы автоматизированного проектирования и моделирования изделий.
2. Новые материалы и композиции (конструкции) из материалов.
3. Гибкие автоматизированные системы управления производством.
4. Исполнительные устройства нового поколения, обеспечивающие формирование изделий с заданными параметрами.
5. Системы контроля производственных процессов.

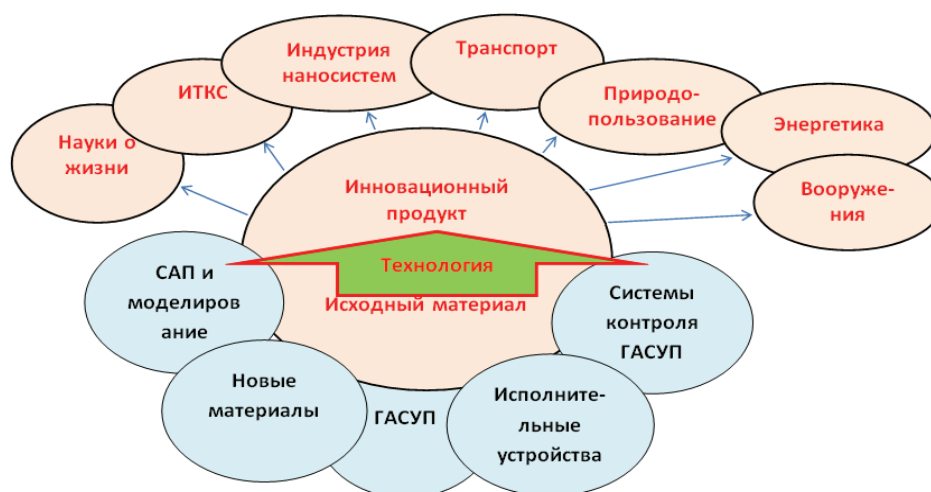


Рис. 3. Структурные элементы новых производственных технологий

Элементы структуры НПП при этом оказываются инварианты к производству продукции в конкретной отрасли и могут быть проанализированы.

#### Опрос экспертов научно-технической сферы: организация и методология

Для подтверждения предложенной структуризации направления технологического развития «Новые производственные технологии» и с целью создания аналитической основы для формирования приоритетов поддержки отечественных НПП в феврале–марте 2014 г. был проведен экспресс-опрос экспертов научно-технической сферы, аккредитованных в Федеральном реестре экспертов Минобрнауки России (ФРЭ). Основной задачей опроса стало обобщение экспертных предложений о структуризации проблематики новых производственных технологий, а также об уровне и тенденциях их развития.

Экспресс-опрос был проведен через анкетирование ученых и специалистов, аккредитованных в ФРЭ. Для получения суждений экспертов ФРЭ был специально разработан шаблон аналитического документа, представляющий собой расширенный вариант опросного листа по изучаемой теме.

Шаблон экспресс-опроса был размещен на персональной странице экспертов Федерального реестра на сайте [reestr.extech.ru](http://reestr.extech.ru) для заполнения в режиме удаленного доступа. Этот метод был ранее неоднократно апробирован и применяется в работе с экспертами Федерального реестра при определении перспективных направлений исследований в рамках тематических направлений. Он в целом не отличается от методов Форсайт-исследований при работе с сетевым сообществом экспертов [13].

В шаблоне было предложено сформулировать экспертное мнение по:

- структуре проблематики новых производственных технологий;
- актуальным для развития российской промышленности направлениям применения новых производственных технологий;
- состоянию работ по развитию важных элементов новых производственных технологий в России и за рубежом;
- мерам и механизмам государственной поддержки развития нового поколения производственных технологий.

Ответы экспертов оформлялись в виде специально разработанного единого аналитического документа.

В экспресс-опросе, проведенном РИНКЦЭ, приняли участие 79 высококвалифицированных ученых и специалистов из 62 научно-исследовательских, производственных организаций и ВУЗов (в том числе научных учреждений – 24, из них 14 академические институты; 37 ВУЗов; 1 промышленная компания). В состав экспертного пула вошли: 1 академик РАН, 56 докторов наук, 35 профессоров, и 23 кандидата наук.

Состав экспертного пула по организациям (лишь 1 эксперт от промышленности) объясняется особенностями формирования Федерального Реестра, в который привлекаются преимущественно представители исследовательских организаций и вузов.

Состав экспертного пула по приоритетным областям развития науки, технологий и техники распределился следующим образом:

- информационно-телекоммуникационные системы – 14 %;
- биотехнологии, медицина и здравоохранение – 13 %;
- новые материалы и нанотехнологии – 20 %;
- транспортные и космические системы – 9 %;
- рациональное природопользование – 14 %;
- энергоэффективность и энергосбережение – 30 %.

Эксперты отмечают, что выбор классификации технологических направлений связан с вопросами анализа и прогнозирования возможностей и направлений интеграции российских компаний в глобальные рынки, кооперации науки и бизнеса, востребованности научных разработок. При этом в отечественной практике существуют устоявшиеся подходы к группировке (классификации) производственных технологий: традиционная для техники по производительности; отраслевая (ГРНТИ); по вкладу в конечный продукт, по положению в производственном цикле и т. п.

В результате обработки и обобщения предложений, изложенных в аналитических документах, полученных от экспертов ФРЭ, был сделан вывод о том, что детальную классификацию технологий целесообразно осуществлять по следующим восьми признакам:

- отрасль применения;
- степень новизны;
- динамика развития;
- сфера применения технологии;
- назначение;
- отношение к ресурсам;
- уровень автоматизации;
- конкурентоспособность.

Для структуризации и обеспечения конкурентоспособности разрабатываемых новых производственных технологий необходимо, по мнению экспертов, соотнести их с требованиями мировых стандартов качества и безопасности – ISO 9001:2008 «Системы менеджмента качества» и ISO 9004:2009 «Менеджмент с целью достижения устойчивого успеха организации. Подход с позиции менеджмента качества» действующего подкомитета – SC2 «Системы качества» технического комитета ISO/TC176 «Менеджмент и контроль качества».



При разработке инструментария экспресс-опроса был учтен опыт проведения аналогичных мероприятий Еврокомиссией, в частности, при проведении тематических опросов PCAST в 2012 г. Анкеты были разосланы в университеты, крупные промышленные предприятия, а также в организации малого и среднего бизнеса. Число американских экспертов, принявших участие в анкетировании, не превышало 30 человек по конкретному задаваемому вопросу.

#### **Обобщение мнений экспертов по структуризации проблематики новых производственных технологий**

Экспертами был высказан целый ряд конкретных предложений по структуризации проблематики новых производственных технологий. Так, в связи с тем, что в каждом изделии, как правило, интегрируется множество различных технологий, представляется рациональным руководствоваться подходом, основанным на функциональном назначении разрабатываемой продукции. По своему содержанию он аналогичен так называемому «компонентному» методу исследования и мониторинга появления НТП, применяемому Еврокомиссией.

Элемент «Системы контроля производственных процессов» было предложено переименовать в «Системы объективного контроля производственных процессов»; «Системы автоматизированного проектирования и моделирования изделий» — в «Многомерные компьютерные системы проектирования и моделирования процессов и изделий, позволяющие оптимизировать процессы и конструкции по различным критериям (устойчивость, прочность, стойкость к агрессивным средам и т.п.)». Такое уточнение позволит существенно расширить круг решаемых технических проблем, включая задачи автоматического управления процессами.

Некоторые эксперты отметили, что направление «Многомерные компьютерные системы проектирования и моделирования изделий, позволяющие оптимизировать конструкции по различным критериям (прочность, стойкость к агрессивным средам и т.п.)» сформулировано слишком узко. Тенденция развития современных многомерных компьютерных систем — это создание проблемно-ориентированной среды, подразумевающее организацию модульной архитектуры программного комплекса с единым интерфейсом взаимодействия модулей. По сути, такая система позволяет, по аналогии с интернетом, создать Всемирную вычислительную сеть (World Wide Grid – WWG).

В предложенной классификации производственных технологий, по мнению экспертов, отсутствует понятие «Технологическое оборудование». Оно заменено более узким — «Исполнительные устройства нового поколения, обеспечивающие обработку («выращивание», формирование) материальных изделий (3D-принтеры, инфузионные технологии, методы обработки поверхностей, «ростовые» технологии)». Направление «исполнительные механизмы» предлагается заменить на «технологическое оборудование»; расширить раздел классификации, посвященный методам получения материальных изделий.

Респонденты ФРЭ предложили включить в перечень новых производственных технологий отдельный элемент «Робототехника» (вариант — «Манипуляционные и мобильные робототехнические системы двойного назначения»). Это межотраслевое научно-техническое направление, которое охватывает не только создание и производство робототехнических систем, но и самое широкое ее внедрение на производстве. При этом следует отметить, что робототехника входит отдельным компонентом в содержательную часть перечней новых производственных технологий в США и в странах ЕС.

Предложено также сформировать отдельное направление «Дисплеи и оптические устройства (проекторы, электронная бумага, перенастраиваемые оптические фильтры, линзы с переменным фокусным расстоянием, модуляторы оптического излучения)».

Целесообразно, по мнению экспертов, дополнить элемент «Гибкие автоматизированные системы управления производством» подразделом «Технологии обеспечения безопасности», а элемент «Системы контроля производственных процессов» — подразделом «Новые высокоскоростные комбинированные системы неразрушающего контроля, ранней диагностики, не-

прерывного мониторинга и подавления повреждений, вызывающих внезапное разрушение конструкционных материалов авиакосмической техники и транспортных средств». Они важны как в системах обеспечения безопасности полетов и увеличения технического ресурса высокоскоростных транспортных средств и летательных аппаратов нового поколения, так и в промышленных автоматизированных технологиях обработки материалов для увеличения производительности труда, сокращения неквалифицированного технического персонала и т.д.

В целом предложения экспертов по структуризации проблематики новых производственных технологий не затронули основной состав элементов разработанной структуры по существу, а лишь уточняли отдельные терминологические вопросы (табл. 4).

Таблица 4

**Уточненный вариант структуризации новых производственных технологий**

Базовая структуризация [12]	Структуризация на основании экспертных данных
Системы контроля производственных процессов	Системы объективного контроля производственных процессов (в т.ч. новые высокоскоростные комбинированные системы неразрушающего контроля, ранней диагностики, непрерывного мониторинга и подавления повреждений, вызывающих внезапное разрушение конструкционных материалов авиакосмической техники и транспортных средств)
Системы автоматизированного проектирования и моделирования изделий	Многомерные компьютерные системы проектирования и моделирования процессов и изделий, позволяющие оптимизировать процессы и конструкции по различным критериям (устойчивость, прочность, стойкость к агрессивным средам и т.п.)
Гибкие автоматизированные системы управления производством	Технологическое оборудование (в т.ч. технологии обеспечения безопасности)
Исполнительные устройства нового поколения, обеспечивающие формирование изделий с заданными параметрами	Без изменения
Новые материалы и композиции (конструкции) из материалов	Без изменения
—	Робототехника (Манипуляционные и мобильные робототехнические системы двойного назначения)
—	Дисплеи и оптические устройства (проекторы, электронная бумага, перенастраиваемые оптические фильтры, линзы с переменным фокусным расстоянием, модуляторы оптического излучения)

Таким образом, рассмотренную структуру направления технологического развития «Новые производственные технологии» можно принять за основу при решении задач, связанных, как с оценкой состояния отдельных структурных элементов, так и с формированием предложений по дальнейшему развитию направления в целом.

Четкое определение предметной области новых производственных технологий позволяет, в частности:

– формировать технологические цепочки производства продуктов в приоритетных направлениях развития науки, технологий и техники, различных отраслях промышленности;

- подбирать специалистов для разработки новых производственных технологий;
- предъявлять требования к составу и содержанию обучения специалистов в приоритетных направлениях развития науки, технологий и техники.

### **Обобщение мнений экспертов об уровне и тенденциях развития новых производственных технологий**

Представленные экспертами сведения об уровне и тенденциях развития новых производственных технологий включали:

1. Предложения по направлениям применения новых производственных технологий.
2. Оценки состояния работ по развитию важных, с точки зрения экспертов, элементов новых производственных технологий в России и за рубежом.
3. Рекомендации по мерам и механизмам государственной поддержки развития нового поколения производственных технологий.

Предложения по направлениям применения новых производственных технологий. Большинство экспертов указали на необходимость развития всех основных элементов новых производственных технологий. При этом их рекомендации распределились следующим образом (табл. 5):

- системы контроля производственных процессов (датчики и соответствующие системы обработки данных, обеспечивающие контроль и регулировку параметров обрабатываемых изделий и технологических процессов) – 26 % всех предложений;
- многомерные компьютерные системы проектирования и моделирования изделий – 6 %;
- системы управления производством, обеспечивающие эффективную логистику, взаимодействие между исполнительными устройствами (включая «Интернет вещей», гибкую перенастройку производственных линий под индивидуализированные заказы) – 8 %;
- исполнительные устройства нового поколения, обеспечивающие обработку («выращивание», формирование) материальных изделий (3D-принтеры, инфузионные технологии, методы обработки поверхностей, «ростовые» технологии) – 11 %;
- новые материалы и композиции (конструкции) из материалов (включая композиционные материалы различных типов, материалы с заранее заданными свойствами) – 48 %.

Почти половину предложений по дальнейшему развитию НРТ получило направление, связанное с новыми материалами и композициями (36 %). Повышенный интерес был проявлен экспертами в таких конкретных тематических областях как новые материалы и нанотехнологии (14 предложений, 29 %) и энергоэффективность и энергосбережение (12 предложений, 32 %).

Второе по значимости направление – системы контроля производственных процессов (26 %). Наибольший интерес к их развитию проявили эксперты таких тематических областей, как энергоэффективность и энергосбережение (45 %), информационно-телекоммуникационные системы (25 %) и рациональное природопользование (20 %).

К развитию систем управления производством высказали интерес эксперты, занимающиеся информационно-телекоммуникационными системами (43 %), биотехнологией, медициной и здравоохранением (29 %).

Заинтересованность в развитии исполнительных устройств нового поколения была проявлена специалистами в области транспортных и космических систем (33 %), биотехнологий, медицины и здравоохранения (22 %), новых материалов и нанотехнологий (22 %).

Небольшое количество предложений от экспертов по совершенствованию многомерных компьютерных систем проектирования и моделирования изделий (6 %) может быть объяснено наличием и широким использованием в промышленности достаточно совершенных систем моделирования изделий (САД) и контроля процессов производства (САМ).

Оценки состояния работ по развитию компонентов новых производственных технологий в России и за рубежом. Состояние работ в этой области оценивалось по наличию (количеству и наличию) ученых и центров компетенции, занимающихся проблемами разработки и

реализации различных элементов новых производственных технологий, количеству публикаций в российских и зарубежных источниках. Экспертами отмечена высокая активность деятельности в данной области, о чем свидетельствуют собранные сведения о 238 российских и 193 зарубежных ученых; 227 российских и 311 зарубежных центрах компетенции, занимающихся исследованиями и разработками различных компонентов, обеспечивающих реализацию новых производственных технологий. Сведения о проводимых работах представлены в более чем 250 зарубежных и 258 российских актуальных публикациях.

Таблица 5

**Распределение предложений экспертов по направлениям применения новых производственных технологий (количество и %)**

Тематическая область	Направление применения новых производственных технологий				
	Системы контроля	Многомерные системы проектирования и моделирования	Системы управления производством	Исполнительные устройства нового поколения	Новые материалы и композиты
Биотехнологии, медицина и здравоохранение	1	—	2	2	5
Новые материалы и нанотехнологии	—	—	—	2	14
ИКТ	5	2	3	1	—
Транспортно-космические системы	1	1	1	3	1
Рациональное природопользование	4	1	—	—	6
Энергоэффективность и энергосбережение	9	1	1	1	12
Всего предложений	20	5	7	9	38
% от общего количества предложений	26	6	8	11	49

Эти данные касаются в большинстве своем точечных исследовательских проектов и инициатив. При этом выделить какое-либо приоритетное направление развития новых производственных технологий в нашей стране не представляется возможным. Само «предметное поле» этих технологий остается фрагментарным. В то же время собранные эмпирические данные позволяют сделать вывод о том, что Россия сохраняет за собой отдельные компетенции по некоторым элементам таких технологий. И эти компетенции должны быть оценены и поддержаны как государством, так и корпоративным сектором. Описанные ситуация в целом подтверждает выводы, сделанные на основании статистических наблюдений за передовыми производственными технологиями, а также тот факт, что в России пока не сформированы предпосылки для реализации активной политики в сфере промышленного производства [14].

Рекомендации экспертов научно-технической сферы по развитию новых производственных технологий. Прежде всего рекомендации касались долгосрочного планового развития отечественной робототехники. Предложения включали программы по разработке и организации производства унифицированных компонентов (модулей) роботов, как основы развития отечественного роботостроения и гибкой автоматизации отраслей промышленности страны. Эксперты высказались за необходимость разработки и согласования со всеми заинтересованными организациями единой научно-технической концепции роботостроения.

В качестве мер поддержки развития нового поколения производственных технологий в целом респондентами было предложено предусмотреть:

- финансирование активных исследовательских центров по их приоритетным направлениям исследований (в рамках экспертного опроса таких центров было названо 227);
- создание нескольких отраслевых кластеров, разрабатывающих новое технологическое оборудование для реализации производственных процессов в тесном сотрудничестве с представителями промышленности;
- создание федерального центра координации исследований, финансирования и внедрения инновационных научных разработок (например, на базе федерального университета или института РАН).

Экспертами было отмечено, что НПП должны базироваться на результатах, содержащихся в базе данных рассматриваемой области. Создание такой базы должно стать задачей государственного значения, решение которой существенно поможет в разработке технологий, опережающих мировой уровень.

По мнению опрошенных специалистов, дальнейшее развитие новых производственных технологий должно быть основано на государственной поддержке направлений и тематики исследований и разработок в виде выделения грантов (как для отдельных групп исследователей и разработчиков, так и для проведения совместных НИР и ОКР университетов, научных организаций, предприятий).

В качестве направлений и тем для государственной поддержки были, в частности рекомендованы:

- новые высокоскоростные комбинированные системы неразрушающего контроля, ранней диагностики, непрерывного мониторинга и подавления повреждений, вызывающих внезапное разрушение конструкционных материалов;
- создание центра по проектированию и изготовлению систем на базе 3D принтеров, позволяющих на качественно новом уровне решать проблемы моделирования композиционных материалов и изделий из них;
- создание интеллектуальных многомерных вычислительных сетей для комплексных исследований и разработок, позволяющих объединять гетерогенные вычислительные кластеры в интеллектуальную грид-систему, которая способна обеспечить самонастройку на решаемые задачи.

Следует отметить, что основные инструменты государственной научно-технической политики, в частности налоговые льготы, технологические платформы и т. д. не были как-то специально выделены экспертами. Этот результат в целом согласуется с выводами, полученными на основе проведенного в России специализированного обследования потребности организаций и вузов, выполняющих исследования и разработки, в налоговых льготах для научной и инновационной деятельности. Исследование продемонстрировало общий низкий спрос на эти регуляторы со стороны всех категорий опрошенных организаций, что в целом обусловлено как несовершенством налогового законодательства, делающего рассматриваемые стимулы неэффективными, так и реальной ситуацией в инновационной сфере [15].

Респондентами было отмечено, что сами по себе новые технологии не могут существовать без их носителей, и поэтому государственная поддержка, прежде всего, требуется вузам, готовящим квалифицированных специалистов.

Предложения по государственной поддержке подготовки специалистов для разработки, внедрения и использования новых производственных технологий, в частности предусматривали:

- подготовку и реализацию государственной программы по разработке и внедрению в практику новых образовательных технологий, направленных на развитие и создание технологий нового поколения, включая предметно-ориентированную подготовку высокопрофессиональных инженеров-разработчиков новой техники, владеющих современными приемами

и технологиями синтеза новых технических решений, удовлетворяющих требованиям конкурентоспособности; финансирование поисковых научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в тех направлениях, в которых работают подразделения вузов;

– согласование работы научных и учебных заведений с предприятиями-производителями начиная с разработки макетных образцов новых технологических линий или их элементов и вплоть до запуска их в серийное производство;

– создание центров компетенции (Centers of Excellence) на базе университетов, имеющих весомый научно-технический задел и опыт международного сотрудничества по данному (или сопряженным) направлению, обеспечивающих, в том числе, целевую подготовку специалистов за рубежом; развитие технологий в рамках системы вузовских и промышленных технопарков; целевое финансирование проектов, ориентированных на развитие новейших технологий (через программы поддержки вузов, научных фондов, ФЦП).

### **Заключение**

В целом направление «новые производственные технологии» может рассматриваться как специфическая область научно-технологического развития, в рамках которой транслируются достижения по приоритетным направлениям исследований и разработок, а также результаты разработки критических («стратегических», «ключевых» и т. п.) технологий в процесс производства товаров и услуг.

Обобщая предложения экспертов в области государственной поддержки развития новых производственных технологий, можно утверждать, что большинство из них вполне обоснованы и практичны. Они могут быть учтены при формировании проекта и дальнейшей реализации национальной технологической инициативы «Новые производственные технологии», анонсированной на заседании президиума Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России 16 сентября 2014 г. [1].

При разработке проекта данной инициативы Минпромторгу России совместно с Минэкономразвития России, Минобрнауки России, Минтранс России, другими заинтересованными федеральными органами исполнительной власти и организациями, общественными объединениями предпринимателей поручено представить в правительство предложения по созданию проектных консорциумов с международным участием, ориентированных на внешние и внутренние рынки и состоящих, в том числе из ведущих высших учебных заведений и исследовательских центров, инжиниринговых компаний, производящих продукты и технологические решения в области новых производственных технологий [1].

Решение о разработке национальной инициативы свидетельствует о повышении внимания государства к вопросам реализации промышленной политики, модернизации процессов производства. Предлагается ввести передовые производственные технологии в перечень приоритетных направлений развития науки, технологий и техники Российской Федерации с соответствующей корректировкой перечня критических технологий Российской Федерации.

10 февраля 2015 г., выступая на научно-практической конференции: «Аддитивные технологии в российской промышленности» во Всероссийском научно-исследовательском институте авиационных материалов (ВИАМ), вице-премьер Правительства России Д. Рогозин заявил, что нужно думать о том, как преобразовать промышленную экономику Российской Федерации. В качестве одного из направлений работы он назвал выработку конкретного плана действий по созданию новой отрасли промышленности – аддитивного производства. Залогом успеха здесь рассматривается, в том числе, и подготовка кадров для новой промышленности и ее отраслей [16].

Таким образом, объективная оценка состояния исследований и разработок в области новых производственных технологий приобретает важное значение для реализации новой на-

циональной технологической инициативы. Опыт проведения таких оценок в РИНКЦЭ, обобщенный в статье, показал, что его результаты будут тем объективнее, чем большее количество экспертов примет участие в опросах. Кроме того, такие опросы должны проводиться на систематической основе в интересах выбора наиболее целесообразных направлений развития новых производственных технологий и оптимальных инструментов их государственной и корпоративной поддержки.

*Работа выполнена в ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках Государственного задания по проекту № 2.39.2016/НМ.*

### **Список литературы**

1. О развитии новых производственных технологий. Заседание президиума Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России. 16 сентября 2014. Available at: <http://government.ru/news/14787>. Дата обращения 25.10.2014.
2. Бахтурин Г.И. «Опыт зарубежных программ перехода к новому поколению производственных технологий», доклад на Втором заседании Рабочей Группы Экономического Совета при Президенте РФ по направлению «Отраслевая и инфраструктурная политика», 10 июня 2013 г.
3. Основные методологические подходы к актуализации долгосрочного прогноза важнейших направлений научно-технологического развития в Российской Федерации. ВШЭ. Available at: <http://www.hse.ru/data/2011/10/06/1270668149/001> – Исправленные Методология и план мероприятий ВШЭ\_13.511.12.1001.pdf. Дата обращения 11.11.14 г.
4. Постановление Федеральной службы государственной статистики от 7 ноября 2006 г. № 63 «Об утверждении Порядка заполнения и представления форм федерального государственного статистического наблюдения № 1-технология «Сведения о создании и использовании передовых производных технологий». Росстат. Available at: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/12051129>.
5. Наука. Инновации. Информационное общество: 2013: краткий статистический сборник. Под ред. Л.М. Гохберг, Я.И. Кузьминов, К.Э. Лайкам, С.В. Салихов. ВШЭ. Москва: Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2013.
6. Наука России в цифрах: 2013. Статистический сборник М.: РИНКЦЭ, 2013.
7. Аганбеков С. Создаются ли в России инновации? // Экономический журнал. Выпуск № 25 / 2012, С. 8–20.
8. PCAST Report to the President Capturing a Domestic Competitive Advantage in Advanced Manufacturing. Report of the Advanced Manufacturing Partnership Steering Committee. Annex 1: Technology Development Workstream Report, President's Council of Advisors on Science and Technology, July 2012. PCAST. Available at: [http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/amp\\_final\\_report\\_annex\\_1\\_technology\\_development\\_july\\_update.pdf](http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/amp_final_report_annex_1_technology_development_july_update.pdf). Дата обращения 16.07.2014.
9. Emerging Global Trends in Advanced Manufacturing Stephanie Institute for defense analyses (IDA), IDA Paper P-4603, March 2012.
10. European Competitiveness in Key Enabling Technologies. Final Report. Centre for Economic Research (ZEW)., May 28th, 2010. ZEW. Available at: [http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/gutachten/final\\_report\\_kets\\_observatory\\_2013.pdf](http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/gutachten/final_report_kets_observatory_2013.pdf). Дата обращения 20.07.2014.
11. Deploying AMS in the EU: scope for policy interventions. High Level Group on Key Enabling Technologies. Thematic Report by the Working Team on Advanced Manufacturing Systems. Date of release: 9 December 2010. Available at: [http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/ict/key\\_technologies/kets\\_high\\_level\\_group\\_en.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/ict/key_technologies/kets_high_level_group_en.htm). Дата обращения: 15.10.2014 г.
12. Дежина И., Пономарев А. Перспективные производственные технологии: новые акценты в развитии промышленности. Форсайт. Т.8, № 2, 2014 г. С. 16–29.
13. Боков М.Б. Специфика и процедуры получения прогнозного знания в Форсайте. Социологические исследования. 2013. № 3. С. 74–84.

14. Симачев Ю., Кузык М., Кузнецов Б., Погребняк Е. (2014) Россия на пути к новой технологической промышленной политике: среди манящих перспектив и фатальных ловушек, 2014. Т. 8. № 4. С. 6–23.

15. Гохберг Л., Китова Г., Рудь В. Налоговая поддержка науки и инноваций: спрос и эффекты. Форсайт. 2014. Т. 8 № 3. С. 18–41.

16. Рогозин Д. Цифровые фабрики в России, или на пути к новой промышленной революции. Росинформбюро, 12.02.2015. Available at: <http://rosinform.ru/2015/02/10/tsifrovye-fabriki-v-rossii-ili-na-puti-k-novoy-promyshlennoy-revolyuitsii>. Дата обращения 16.02.2015.

## References

1. *Sovet pri Presidente Rossiyskoy Federatsii po modernizatsii ekonomiki I innovatsionnomu razvitiyu Rossii* [Council for Economic Modernisation and Innovative Development of Russia to the President of Russia] (2014) *O razvitii novuh proizvodstvennykh technologiy* [About development of new manufacturing technologies] *Zasedaniye prezidiuma Soveta* [The Presidium of the Council meeting] 16.09.2014. Available at: <http://government.ru/news/14787> (accessed: 25.10.2014).

2. Bakhturin G.I. (2013) *Opyt zarubezhnykh program perehoda k novomu pokoleniyu proizvodstvennykh technologiy* [The experience of foreign programs of renovation to the new generation of manufacturing technologies] *Doclad na Vtorom Zasedanii Rabochey gruppy Ekonomicheskogo Soveta pri Presidente RF po napravleniyu «Otraslevaya I infrastrukturalnaya politika»* [Report at the Second meeting of Working Party of the Council for Economic Modernisation and Innovative Development to the President of Russia, branch «Industry and infrastructure policy»]. 10.06.2013.

3. *Osnovnye metodologicheskie podhody k aktualizatsii dolgosrochnogo prognoza vazhneishih napravlenii nauchno-technologicheskogo razvitiya v Rossiiskoi Gederatsii* [The main methodological approaches to long-time forecast actualization of the principal trends of scientific-technological development in the Russia Federation] HSE. Available at <http://www.hse.ru/data/2011/10/06/1270668149/001>. Исправленные Методология и план мероприятий ВШЭ\_13.511.12.1001.pdf (accessed: 11.11.14).

4. *Postanovlenie ROSSTAT ot 7 noyabrya 2006 No. 63* [Decision of Federal State Statistic Service Of the Russian Federation No. 63 of November 7, 2006] *ROSSTAT* [FSSS]. Available at: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/12051129> (accessed: 23.08.2014).

5. *Nauka. Innovatsii. Informatsionnoe obschestvo 2013: kratkiy statisticheskiy sbornik* [Science. Innovations. Informational Society: 2013: pocket data book] *Pod red.* [Editorial board] Gohberg L.M., Laikam K.E., Kuzminov Ya.I., Salikhov S.V. HSE. *Moskva: Natsionalny issledovatel'skiy universitet «Vysshaya Shkola Ekonomiki»* [Moscow: National Research University «Higher School of Economics» (HSE)], 2013.

6. (2013) *Nauka Rossii v tsifrah* [Russian Science in figures]: 2013. *Statisticheskii sbornik* [Statistics digest]. Moscow, SRI FRCEC.

7. Agabekov S. (2012) *Sozdayutsya li v Rossii innovatsii?* [Does Russia have innovations?] *Ekonomicheskii zhurnal* [Economic Journal], No 25, 2012, pp. 8–20.

8. PCAST (2012) Report to the President Capturing a Domestic Competitive Advantage in Advanced Manufacturing. Report of the Advanced Manufacturing Partnership Steering Committee. Annex 1: Technology Development Workstream Report, President's Council of Advisors on Science and Technology, July 2012. Available at: [http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/amp\\_final\\_report\\_annex\\_1\\_technology\\_development\\_july\\_update.pdf](http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/amp_final_report_annex_1_technology_development_july_update.pdf) (accessed 16.07.2014).

9. IDA (2012) Emerging Global Trends in Advanced Manufacturing Stephanie Institute for defense analyses (IDA), IDA Paper P-4603, March 2012.

10. (ZEW) (2010) European Competitiveness in Key Enabling Technologies. Final Report. Centre for Economic Research (ZEW), May 28th, 2010. Available at: [http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/gutachten/final\\_report\\_kets\\_observatory\\_2013.pdf](http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/gutachten/final_report_kets_observatory_2013.pdf) (accessed 20.07.2014).

11. Deploying AMS in the EU: scope for policy interventions. High Level Group on Key Enabling Technologies. Thematic Report by the Working Team on Advanced Manufacturing Systems. Date of release: 9 December 2010. Available at: [http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/ict/key\\_technologies/kets\\_high\\_level\\_group\\_en.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/ict/key_technologies/kets_high_level_group_en.htm) (accessed: 15.10.2014 г.).



12. Dezhina I., Ponomarev A. (2014) *Perspektivnye proizvodstvennye tekhnologii: novye aktsenty v razvitii promyshlennosti* [Advanced Manufacturing: New Emphasis in Industrial Development] *Forsayt* [Foresight-Russia, vol. 8, No. 2, pp. 16–29.13. Bokov M.B.] *Spetsifika I protsedury polucheniya prognoznogo znaniya v Forsaite* [Specification and procedures of forecasting in Foresight] *Sotsiologicheskie issledovaniya* [Sociological Research], No. 3. 2013, pp. 74–84.

14. Simachev Yu., Kuzyk M., Kuznetsov B., Pogrebnyak E. (2014) *Rossiya na puti k novoy technologicheskoy promyshlennoy politike: sredi manyaschih perspective i fatalnyh lovshek* [Russia on the way to new technology manufacturing policy: between inviting perspectives and fatal traps] *Forsayt* [Foresight-Russia], vol. 8, No. 4, pp. 6–23.

15. Gohberg L., Kitova G., Rud' V. (2014) *Nalogovaya podderzhka nauki I innovatsiy: spros i effecty* [Taxation support of science and innovations: demand and effects] *Forsayt* [Foresight], vol. 8, No. 3, pp. 18–41.

16. Rogozin D. (2015) *Tsifrovie fabriki v Rossii, ili na puti k novoi promyshlennoi revoliutsii* [Digital factories in Russia or on the way to new manufacturing revolution] *Rosinform biuro* [Rosinform] 12.02.20. Available at: <http://rosinform.ru/2015/02/10/tsifrovye-fabriki-v-rossii-ili-na-puti-k-novoy-promys-hlennoy-revolyuutsii> (accessed: 16.02.2015).