

Сколковский институт
науки и технологий

Новые производственные технологии

Публичный аналитический доклад



| Издательский дом ДЕЛО |

Москва | 2015

УДК 004
ББК 32.81
Н72

Коллектив авторов

Дежина Ирина Геннадиевна, руководитель авторского коллектива, д-р экон. наук, руководитель группы по научной и промышленной политике, Сколтех (разделы 1, 3, 4, 5); **Пономарев Алексей Константинович**, вице-президент по государственным программам и кооперации с промышленностью, Сколтех, канд. техн. наук (разделы 2, 5); **Фролов Александр Сергеевич**, аналитик по промышленной политике, Сколтех (разделы 1, 3, 5); **Зорин Денис Николаевич**, профессор Сколтеха, PhD (компьютерные науки) (раздел 2); **Псахье Сергей Григорьевич**, профессор, Сколтех, член-корреспондент РАН, д-р физ.-мат. наук (раздел 2); **Гурдал Зафер**, профессор Сколтеха, PhD (технические науки) (раздел 2); **Азаров Андрей Валерьевич**, старший научный сотрудник Сколтеха, канд. техн. наук (раздел 2); **Абаимов Сергей Германович**, старший научный сотрудник Сколтеха, канд. физ.-мат. наук (раздел 2); **Белов Михаил Валентинович**, зам. генерального директора ИБС, канд. техн. наук (раздел 2); **Данилин Иван Владимирович**, зав. сектором ИМЭМО РАН, канд. полит. наук (раздел 3); **Ефимов Альберт Рувимович**, директор Центра робототехники «Сколково» (раздел 2); **Куракова Наталья Глебовна**, директор Центра научно-технологической экспертизы РАНХиГС, д-р биол. наук (раздел 4); **Зинов Владимир Глебович**, главный научный сотрудник РАНХиГС, д-р экон. наук (раздел 4); **Цветкова Лилия Анатольевна**, ведущий научный сотрудник РАНХиГС, канд. биол. наук (раздел 4); **Еремченко Ольга Андреевна**, старший научный сотрудник РАНХиГС (раздел 4).

Н72 Новые производственные технологии: публичный аналитический доклад. — М. : Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2015. — 272 с.

ISBN 978-5-7749-1064-9

Исследование подготовлено на основе научно-исследовательской работы, выполненной при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ (уникальный идентификатор научно-исследовательской работы RFMEFI57114X0001).

УДК 004
ББК 32.81

ISBN 978-5-7749-1064-9

© ФГБОУ ВПО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации», 2015

Оглавление

1. Введение	7
1.1. Цели и задачи доклада	7
1.2. Целевая аудитория доклада	8
1.3. Определение и структура новых производственных технологий	8
1.4. Мировые и российские рынки новых производственных технологий	11
1.5. Изменения в обрабатывающей промышленности	19
2. Ключевые технологии, формирующие облик перспективного производства	23
2.1. Перспективные технологии организации производства и управления им	23
2.1.1. Определения	23
2.1.2. Мотивация	24
2.1.3. Современные направления и результаты развития технологий организации и управления производством	25
2.1.4. Новые тренды развития технологий организации производства и управления им	31
2.1.5. Обобщение и анализ	43
2.1.6. Оценки перспектив для России	48
2.2. Компьютерные технологии для моделирования и производства изделий	52
2.2.1. Определения и сокращения	52
2.2.2. Мотивация	53
2.2.3. Основные технологии CAD и CAE	55
2.2.4. Ведущие международные производители CAD- и CAE-систем: тенденции развития	59
2.2.5. Российские производители CAD- и CAE-систем: тенденции развития	74
2.2.6. Обобщение и анализ	78
2.2.7. Оценки перспектив для России	85
2.3. Промышленная и сервисная робототехника	87
2.3.1. Определения и типология робототехники	87
2.3.2. Экономические и социальные факторы развития робототехники	88

Новые производственные технологии

2.3.3. Структура отрасли промышленной и сервисной робототехники	91
2.3.4. Текущее развитие технологий промышленной и сервисной робототехники за рубежом	97
2.3.5. Перспективные направления и мировые центры разработок в области промышленной и сервисной робототехники	104
2.3.6. Состояние российской промышленной и сервисной робототехники	106
2.4. Аддитивное производство	109
2.4.1. Основные определения и рынки аддитивного производства.	109
2.4.2. Технологии и оборудование аддитивного производства.	112
2.4.3. Текущее и перспективное применение аддитивного производства.	124
2.4.4. Препятствия на пути распространения технологий аддитивного производства.	131
2.4.5. Направления исследований	136
2.4.6. Аддитивное производство в России: текущее состояние и перспективы	146
2.5. Новые материалы	147
2.5.1. Спроектированные материалы	147
2.5.2. Металлопорошковые материалы для аддитивных производственных технологий	156
2.5.3. Технологии инъекционного литья из порошковых композиций	166
3. Зарубежный опыт государственной поддержки развития новых производственных технологий.	189
3.1. Современная политика США по развитию НПТ	190
3.2. Государственная инновационная политика в области поддержки развития НПТ в Великобритании	196
3.3. Основы формирования инновационной политики ФРГ в сфере НПТ	204
3.4. Выводы для России из зарубежного опыта государственной инновационной политики по поддержке НПТ	212
3.5. Российский опыт использования инструментов, релевантных для развития новых производственных технологий	213
4. Библиометрический и патентный анализ развития новых производственных технологий.	217
4.1. Информационные технологии для управления производственным циклом	217
4.2. Компьютерные технологии для моделирования и производства изделий	221

4.3. Промышленная и сервисная робототехника	223
4.4. Аддитивное производство (трехмерная печать)	226
4.5. Компьютерный дизайн с использованием теоретических моделей и баз данных для направленной ускоренной разработки новых материалов с заданными свойствами	229
4.6. Композиты, «иерархические» материалы, сконструированные по подобию природных биоматериалов.	233
4.7. Легкие сплавы для авиационной и автомобильной промышленности.	236
4.8. Порошковая металлургия и новые сплавы	239
4.9. Обсуждение результатов	242
4.10. Ограничения наукометрического анализа	243
5. Заключение	247
Литература	253
Благодарности	271

1. Введение

1.1. Цели и задачи доклада

Целями публичного аналитического доклада по новым производственным технологиям (НПТ) являются анализ ситуации в России и мире, формирование комплексного видения перспектив развития данных технологий в России и разработка предложений по мерам их государственной поддержки.

Задачи доклада состоят в следующем:

- определение понятия, структуры и содержания НПТ;
- анализ состояния и основных направлений развития отдельных сегментов НПТ в мире и России;
- оценка мирового опыта использования различных мер стимулирования развития НПТ на государственном уровне;
- анализ эффективности и достаточности существующих мер государственной политики, релевантных для поддержки развития НПТ;

- разработка предложений по мерам адресной государственной поддержки развития НПТ в России.

1.2. ЦЕЛЕВАЯ АУДИТОРИЯ ДОКЛАДА

Целевая аудитория доклада может включать:

- федеральные и региональные ведомства, ответственные за формирование мер государственной политики в области развития науки, технологий, инноваций, промышленности, малого и среднего бизнеса и т. д.;
- институты развития, осуществляющие целевую поддержку инновационной деятельности и стимулирующие технологическое развитие;
- представителей компаний-потребителей и компаний-производителей продукции НПТ;
- исследовательские организации, работающие по тематике НПТ;
- высшие учебные заведения, занимающиеся подготовкой кадров по тематическим направлениям новых производственных технологий.

1.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ И СТРУКТУРА НОВЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Выдвижение НПТ (как единого комплекса технологий) в качестве одного из ключевых технологических приоритетов в ряде развитых стран произошло в 2010–2012 гг. и способствовало появлению новых исследований по изучению причин, содержания и перспектив развития новых технологий. Тем не менее до настоящего времени не выработано общепринятого определения НПТ [1].

Наиболее широко используется понятие «передовое производство» (*advanced manufacturing*), введенное Национальной ассоциацией перспективных производственных технологий США (*National Association of Advanced Manufacturing, NACFAM*): «Передовое производство — это производство, в котором широко используются компьютерные, высокоточные и информационные компоненты, интегрированные

с высокопроизводительной рабочей силой, которое создает систему, сочетающую преимущества массового производства, гибко настроенную на необходимый в данный момент объем выпуска и в то же время обладающую высокой степенью кастомизации с целью быстрого реагирования на потребности клиентов».

Помимо этого определения используются и другие. Можно привести следующие интерпретации понятия передового производства.

Передовое производство — это совокупность усилий, каждое из которых основывается на глубоком внедрении информационных технологий и передового программного обеспечения, автоматизации производственных процессов, высокоточных датчиков и сетей и/или использует новые материалы и те возможности, которые открываются благодаря научным достижениям в области физики, биологии, химии (Совет консультантов президента США по науке и технологиям — *PCAST*, 2011) [2].

Передовое производство — это производство, основанное на улучшенных существующих и/или специально создаваемых новых материалах, изделиях и процессах, полученных посредством внедрения достижений науки, техники, высокоточных и информационных технологий, интегрированных с рабочей силой высокой производительности, инновационным бизнесом или организационными моделями (Институт анализа военных проблем США — *Institute for Defense Analyses*) [3].

В рамках данного исследования предлагается использовать следующее определение:

Новые производственные технологии — это комплекс процессов проектирования и изготовления на современном технологическом уровне кастомизированных (индивидуализированных) материальных объектов (товаров) различной сложности, стоимость которых сопоставима со стоимостью товаров массового производства [1].

В настоящее время нет устоявшейся точки зрения и на то, какие виды технологий объединяет синтетическое понятие НПТ. В докладе мы используем следующую сегментацию НПТ (табл. 1).

Новые производственные технологии

Таблица 1. Основные сегменты и примеры технологий, входящих в НПП

Сегменты НПП		Традиционные техника и технологии (примеры)		Новые техника и технологии (примеры)
Технологии организации и управления		Системно-инженерные подходы, <i>LEAN</i>	→	Интеллектуальное производство, альянсы, облачное производство
ИТ-системы, обеспечивающие поддержку ЖЦ продукции	Многомерное моделирование сложных изделий	<i>CAD/CAE/CAM, PDM</i>	→	CAx для аддитивных технологий, облачные технологии, M2M
	Интеллектуальные системы управления производством			
Оборудование и технологии для формообразования изделий		Станкостроение, оборудование для обработки пластмасс и проч.	→	Аддитивное производство, лазерная обработка
Оборудование и технологии для автоматизации производственных процессов		Реле, переключатели, сенсоры, силовая электроника	→	Промышленная робототехника, сенсорные системы
Передовые материалы, используемые для новых производственных процессов		Металлы, пластик	→	Композиционные материалы, металлы, керамика и др.

Источник: Составлено авторами.