

Ежемесячное обозрение

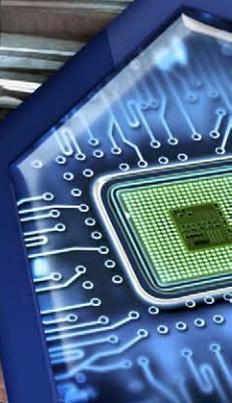


ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ РАЗВИТИЯ НАУКИ РАН

НАУКА ЗА РУБЕЖОМ

Июль – август, 2018 (№ 71)

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ РЕВОЛЮЦИЯ:
ИНСТИТУТЫ И ВОЗМОЖНОСТИ
УПРАВЛЕНИЯ



ISSN 2222-517X

www.issras.ru/global_science_review

Наука за рубежом

№ 71, июль – август 2018

Ежемесячное аналитическое обозрение

Издается с 2011 г., индексируется в РИНЦ

Электронное издание:

www.issras.ru/global_science_review

Редакционная коллегия:

Л. К. Пипия (руководитель проекта), В. С. Дорогокупец,

О. Е. Осипова, Н. В. Шашкова, В. А. Хохлова

Рубрики: **«Информационные и телекоммуникационные технологии и вычислительная техника», «Социальные и экономические науки и статистика»**

Авторы выпуска: **Л. К. Пипия, В. С. Дорогокупец**

Перевод: **В. С. Дорогокупец**

Выпускающее подразделение: **Сектор анализа зарубежной науки**

Редактор О. Е. Осипова

Компьютерная верстка: Н. В. Шашкова

Художник А. Н. Горностаева

Размещение в сети Интернет: К. В. Никитин, Н. В. Шашкова

СОДЕРЖАНИЕ

1. Производственная революция и институты распространения технологий	4
2. Общественное признание и передовые производственные технологии	9
3. Форсайт и новая производственная революция	13
4. Научно-технические приоритеты в меняющейся производственной базе	22
5. Увеличение числа перспективных производственных институтов в США	35
ПРИЛОЖЕНИЕ	38
Рис. Многослойный характер масштабирования	38
Табл. 1. Типология институтов распространения технологий	39
Табл. 2. Технологические, экономические и политические изменения, связанные с производственной революцией, и задачи институтов распространения технологий	40
Табл. 3. Типология механизмов политики вовлечения общественности	41
Табл. 4. Четыре архетипа анализа перспектив с отдельными примерами	42

Предлагаемый вниманию читателей обзор продолжает обсуждение темы производственной революции, которая меняет технологическую базу современной промышленности. Переживаемые изменения влекут за собой возникновение институтов, призванных управлять новыми процессами в экономике и обществе. В немалой степени новой роли институтов и совершенствованию методов управления на уровне федеральных и региональных правительств способствует перспективное прогнозирование, в том числе форсайт.

1. Производственная революция и институты распространения технологий

Прежде чем задаться вопросом, что такое институты распространения технологий и чем они занимаются, необходимо прояснить термин «технология». Несмотря на то что технология часто ассоциируется с машинами и устройствами, этот термин понимается шире, поскольку также включает в себя организацию как процесс управления ресурсами для выполнения поставленных задач и применение знаний для практических целей. Технология воплощается в виде технических приспособлений или в бестелесной форме, форме ноу-хау, в методах или процессах. Распространение технологий можно рассматривать как процесс, посредством которого инновации и новые технологии распространяются в обществе и принимаются им [1]. Следовательно, институты распространения технологий являются посредниками, структурами, а также процедурами, которые облегчают принятие, распространение и использование знаний, методов и технических средств, начиная с повышения эффективности существующих производственных мощностей и до внедрения новых технологических процессов для разработки продукта, стратегического планирования и обучения. Институт распространения технологий может сочетать в себе физическое присутствие (например, объектов, людей, опыта, коммуникации) и партнерские отношения (с разработчиками технологий и пользователями) в сочетании с «неинвазивными» аспектами, когда неявные знания распространяются через неофициальные контакты благодаря специалистам или компаниям.

Инновационная система неизменно включает в себя множество источников технологий, таких как университеты, профессиональные общества и средства массовой информации. Этим учреждениям и институтам отведена важная роль, которая не всегда оценивается по достоинству. Они занимаются комплексными исследованиями и разработками, технологиями, бизнес-поддержкой, развитием человеческого капитала, нормативной политикой в отношении стран и регионов, способствующей экономическому развитию и инновациям. Распространение технологии отличается от понятия «передача технологии», хотя два этих процесса связаны между собой и даже могут дополнять друг друга. Передача технологии подразумевает, что разработчик транслирует пользователю всю техническую документацию по применению конкретной технологии. Распространение технологии означает более широкий охват и интенсивность процесса. Хотя распространение технологии также может заключаться в передаче, оно прежде всего подразумевает активное взаимодействие с компаниями, чтобы помочь им использовать существующие технологии и процессы, обеспечить руководство ими, обучить персонал, увеличить производительность, а также диагностировать проблемы и решить их, в том числе путем внедрения прикладных проектов.

Инновационные системы имеют особые характеристики и функциональные потребности в зависимости от страны или региона, к которому они относятся. Следовательно, в создании и работе институтов по распространению технологий могут возникать существенные отличия в рамках разных инновационных систем. В то же время учреждения по распространению технологий в зависимости от таких аспектов, как руководство, стратегия, масштаб и отношения, могут соответственно влиять на функции самой инновационной системы. Это может происходить посредством предоставления консультаций относительно новых технологий, обеспечения связи компании с источниками финансирования прорывного производства или путем создания новых рыночных возможностей для инновационной разработки продукта. Отношения между институтами распространения технологий и представителями инновационной системы должны быть непрерывными, стремиться к применению проверенных подходов к технологической модернизации. Не стоит недооценивать значение такой непрерывной связи: малые и средние предприятия (МСП) зачастую медленно воспринимают новые технологии, поэтому уместен поэтапный под-

ход к внедрению ресурсов и управлению рисками, а также применению возможностей на практике. Тем не менее учреждения по распространению технологий иногда прибегают к так называемым временным стратегиям, в частности при разработке инновационных механизмов и подходов, которые необходимы для развертывания крупных технологий, особенно в тех случаях, когда эти технологии одновременно требуют соответствующих изменений в социально-технической системе. Например, внедряя автоматизированные заводские системы, новые пользователи, поставщики и посреднические учреждения могут испытывать необходимость в облегченной форме нового цифрового дизайна или системе обмена данными, в решении проблемы реструктуризации, переподготовки рабочих кадров, внедрении комплексного управления и инвентаризации.

Основные преимущества (а также последствия) технологического прогресса становятся очевидными при распространении и применении этих технологий. И тут приходится столкнуться с подводным камнем. Стратегия новых технологических преобразований часто фокусируется на будущих моделях и захватывающих инновационных проектах, созданных в научно-исследовательских лабораториях, или на нескольких перспективных прототипах. Однако реальные и масштабные последствия, будь то экономические, экологические или социальные, выходят на первый план только с массовым распространением этих технологий. Кроме того, технико-экономические показатели технологий и связанные с ними бизнес-модели возможно увеличить и улучшить в случае, если разработчики через интерактивный интерфейс налаживают обратную связь с пользователями и клиентами.

Однако на практике распространение технологий выглядит не так радужно: возникает множество проблем и возможность сбоев, которые ограничивают или блокируют принятие и эффективное использование не только прорывных, но и современных технологий и методов производства. Это, в свою очередь, может привести к неоптимальной производительности с точки зрения производственного процесса, в который вовлечены такие переменные, как производительность, качество, урожайность, уровень отходов, использование энергии, время реагирования, возможный размер партии продукции и затраты, а также с позиций разработчиков инновационных продуктов, что повлияет на цену для пользователей и клиентов. Неоптимальная производительность не только воздействует на деятельность

отдельных компаний (включая в конечном счете их выживание на рынке), но также может иметь неблагоприятные последствия для промышленных цепочек поставок и секторов, региональных кластеров и национальной экономической конкурентоспособности, а также стать препятствием для предоставления, поглощения и распространения новых технологий и методов. Проблемы и последствия задержек в модернизации промышленности особенно очевидны среди существующих производителей, особенно в МСП. Например, перепись производителей товаров, которая проводится каждые пять лет в США, за период 1992–2012 гг. выявила, что добавленная стоимость на одного сотрудника МСП¹, как правило, на 60% выше, чем у их более крупных партнеров.

Распространение технологий и методов, в том числе способность компаний и связанных с ними поставщиков перестраивать свои системы, может способствовать росту уровня производительности. Институт McKinsey сообщает, что 55% потенциального прироста производительности в развитых странах объясняется переходом к лучшему техническому обеспечению. Потенциальная производительность, обусловленная желанием «идти в ногу со временем и технологическим ростом», еще более выражена в странах с развивающейся экономикой.

В широком смысле, как отмечалось выше, институты распространения технологий являются посредниками, использующими структуры и процедуры, которые облегчают принятие, распространение и использование знаний, методов и технических средств. Хотя институты распространения технологий имеют общие черты с другими участниками рынка и общественными системами, к которым они относятся, существуют и различия в создании этих учреждений и организации их работы. Эти различия отражают не только сочетание конкретных проблем и задач, решением которых каждому институту поручено заниматься, но также национальные, региональные и отраслевые изменения в инновационных системах, политике и практических методах. Публично ориентированные институты распространения технологий управляются университетами, государственными учреждениями, коммерческими или некоммерческими организациями,

¹ К малым и средним предприятиям в данном случае относят компании с численностью занятых менее 500 человек.

а также они могут быть аффилированными с ними. Их миссия заключается в трансфере передовых технологий, распространении известных методов среди новых пользователей, при возможном сочетании этих направлений. В зависимости от их миссии и ориентации институты могут сотрудничать с научно-исследовательскими лабораториями, демонстрационными залами в учебных заведениях или организациями, проводящими конференции и встречи. Тем не менее, несмотря на множество форм и функций, создана классификация этих учреждений и подходов к распространению технологий, а также режимов, лежащих в основе их работы. Определено шесть основных типов, которые представлены в табл. 1. Указанные шесть категорий не являются взаимоисключающими: например, некоторые прикладные технологические центры предлагают услуги на местах, в то время как центры передовых технологий играют важную роль в цепи передачи знаний. Кроме того, эта классификация не является исчерпывающей – могут быть включены и другие категории. Однако охватываемый диапазон институциональных типов позволяет продемонстрировать разнообразие используемых в настоящее время подходов в распространении технологий, их эффективность, а также оценить, как эти учреждения решают проблемы, связанные с производственной революцией.

Главные особенности производственной революции заключаются в трансформационной роли информационных и коммуникационных технологий (ИКТ), росте цифрового производства, изменениях в материалах и экономических фондах, а также в появлении новых бизнес-моделей, призванных привлечь новых пользователей, обеспечивать устойчивость и инновации. Безусловно, попытки предвидеть будущие события в технологии, бизнесе и политике должны получить свою квалифицированную оценку, поскольку производственная революция может протекать в разных вариантах. Анализ научной литературы позволил выявить восемь ключевых аспектов технологических, экономических и политических преобразований, которые стали неотъемлемой частью производственной революции. Именно на них следует ориентироваться институтам, распространяющим технологии, и ответственным за стратегические решения лицам (табл. 2).

2. Общественное признание и передовые производственные технологии

Нынешняя трансформация производственной системы повлечет за собой серию исследований и технологических решений, которые окажут прямое влияние на цепочки создания стоимости в различных секторах. Национальные инвестиции и стратегии могут и будут оказывать сильнейшее влияние на вектор развития технологий и связанных с ним преобразований. Известны прецеденты, когда промышленность рассматривалась через призму общественного признания. Их нельзя сбрасывать со счетов. В качестве красноречивого примера можно привести биотехнологии, разработка которых предполагает, что усилия правительства, связанные с общественными опасениями относительно революционной технологии, фокусируются на непосредственных, ныне существующих, физических рисках, а не на гипотетических социальных проблемах, которые могут возникнуть в будущем. В случае нанотехнологий средства, выделяемые на науку, инвестируются и в социальную составляющую. Работа созданных центров нанотехнологий широко освещалась в различных СМИ, тем самым было сломлено первоначальное недоверие к данной сфере деятельности. Большие данные и искусственный интеллект (ИИ) являются областями, которые вступили в диалог с широкой общественностью не так давно. Определенное непонимание со стороны обывателей обусловлено недостатком институционализированных форумов для общения и обучения.

В научной литературе, освещающей вопросы общественного признания тех или иных явлений, рассматривается ряд основных факторов, влияющих на определение стратегии.

Общественное понимание науки

Хотя образование и информация важны для формирования условий и среды общественного обсуждения передовых технологий, отношение к ним общества в значительной степени зависит от социально-политического контекста и степени доверия граждан к регулирующим органам и компаниям-производителям.

Доверие

Существует тесная связь между общественным сопротивлением новым технологиям и отсутствием доверия к государственным регулирующим органам, а также органам, осуществляющим формирование и реализацию политики. Логика, выбор ценностей, а также неопределенности, лежащие в основе анализа рисков и выгод, должны быть максимально прозрачными. Обман относительно краткосрочных и долгосрочных выгод может в конечном итоге подорвать доверие к правительству, частному сектору и научным учреждениям.

Консультативные органы в области науки

Доверие в целом начинается с доверия к законодательным и экспертным органам, и они должны характеризоваться как открытые, целостные, прозрачные и подотчетные. Не существует единого, заслуживающего доверия общего подхода к системе технических консультаций и нормативного надзора. В конечном счете общество должно опираться на свои лучшие, выверенные временем институциональные традиции для формирования общественного мнения по вопросам, связанным с развитием и применением новых технологий.

Существует ряд механизмов и оптимальных практик, которые помогают обществу принять и успешно применять те или иные технологические решения.

Прогнозирование. Первым надежным шагом являются упреждающие мероприятия, такие как форсайт, которые выявляют тенденции в инновационных областях, прогнозируют возможные варианты будущего и координируют социальные субъекты, насколько это возможно, подготавливая их к оптимальным для общества результатам. Форсайт не сможет предсказать будущее, однако может помочь в систематическом и надежном определении и оценке ряда условий, формирующих будущее.

Коллективная оценка научно-технологических достижений. Различные формы коллективной оценки научно-технологических достижений в настоящее время используются рядом участников, включая национальные комитеты по этике и другие государственные органы, в обязанности которых входит анализ более широких социальных последствий и оценка риска для здоровья и безопасности. Среди наиболее важных для рассмо-

тения такие вопросы, как:

- распределение возможных выгод и затрат, связанных с конкретной технологией;
- последствия возникновения права на интеллектуальную собственность на местах;
- поиск конкретных путей, которые помогут добиться наибольшей социальной выгоды;
- источники неопределенности в оценке технологии.

Помимо этого необходимо учитывать потенциальные преимущества инноваций.

Общественное участие. Участие общественности может помочь науке и инновациям в достижении социально желаемых целей, обеспечить распространение научной грамотности среди населения и расширить круг перспектив, выявленных на стадии разработки и проведения научных исследований. Роль общественности существенно возрастает в те периоды, когда технологии переходят на новый виток развития.

Этические, юридические и социальные аспекты НИР. Прежде чем принять решение о финансировании научных исследований и приступить к научным испытаниям, связанным с развитием технологий и их коммерциализацией, необходимо удостовериться, что осуществляемая деятельность удовлетворяет этическим, юридическим и социальным требованиям. Такой подход, как «упреждающее управление», способствует соблюдению принятых стандартов, однако механизмы воздействия требуют дальнейшего развития и дополнительных экспериментов.

Активное участие общественности в вопросах науки и технологий следует рассматривать в трех плоскостях: нормативной, инструментальной и так называемой аргументации по существу. С нормативной точки зрения проблема заключается в том, что управление наукой и инновациями без значимого участия заинтересованных сторон противоречит демократическим установкам, на которых строится современное общество. В обществе должно обсуждаться влияние науки и технологий на повседневную жизнь. Если рассматривать данную проблему с точки зрения инструментального подхода, то речь идет об общественном признании науки и технологий.

Привлечение внимания общества на превентивной стадии разработки той или иной продукции, особенно в той части, которая кажется наиболее спорной, может предотвратить возмущение общественности, а также повысить доверие к науке в целом и ученым в частности. Кроме того, вовлекая общественность и учитывая точку зрения неспециалистов, можно повлиять как на качество и актуальность предоставляемых знаний, так и на полезность самих технологий.

Общественное участие как область инновационной политики часто подразумевает использование широкого спектра инструментов. Типология механизмов участия общественности представлена в табл. 3. Одной из форм участия является коммуникация; она опирается на инструменты, при помощи которых информация от органов, ответственных за формирование и реализацию политики (или подобных им), становится общедоступной. При таком подходе информация имеет однонаправленный вектор. Хорошо продуманное оповещение может служить надежным подспорьем для прорывных технологий, поскольку оно способствует укреплению общественного доверия к научным консультативным органам. Примерами таких форм коммуникации могут послужить, например, разработка стратегических планов исследований, доступных для общественности либо в печатном виде, либо в Интернете, или открытая наука, которая определяется как подход, основанный на более широком доступе к данным государственных исследований при помощи ИКТ на специальных платформах, на более масштабном сотрудничестве в области науки, включая участие и профессионалов, и непрофессионалов. К тому же открытая наука использует альтернативные инструменты авторского права для распространения результатов исследований.

Другим механизмом публичного участия является общественная консультация, в которой уполномоченные организации инициируют сбор мнений общественности. Как правило, под этим не подразумевается ведение формального диалога между общественностью и органами, ответственными за формирование и реализацию политики в научной сфере. Тем не менее получаемая информация полезна для инновационной деятельности. Примеры общественных консультаций включают официальные соцопросы, проведение исследований, касающихся общественных взглядов на науку и технологии.

Что касается механизма участия общественности, то он предполагает формальный диалог между специализированными структурами и общественностью. Основной акцент делается при этом на обсуждении. Между экспертами и общественностью осуществляется обмен информацией, который способствует взаимному обучению и даже изменениям мнений обеих сторон. Одним из примеров участия общественности является метод коллективной оценки научно-технологических достижений.

3. Форсайт и новая производственная революция

Анализ перспективного развития может принимать различные формы и преследовать разные цели. Наиболее известные формы включают в себя прогнозирование, ключевые технологические решения, форсайт, стратегическое планирование в частном секторе и национальное планирование.

Форсайт предполагает, что будущее может быть целенаправленно сформировано текущими действиями. По крайней мере некоторые неблагоприятные тенденции возможно изменить (перенаправить, замедлить или даже остановить) и привести в движение новые – желаемые – посредством частных и общественных мероприятий. Поэтому форсайт занимается исследованием различных возможных вариантов развития будущих событий. В ситуации неопределенности умение предвидеть сразу несколько путей развития в будущем является предварительным и необходимым условием для разработки стратегий, нацеленных на решение непредвиденных проблем.

Необходимо видеть четкую разницу между форсайтом и стратегией. Грядущая революция в немецкой «Промышленности 4.0» может послужить примером стратегии, основанной, по крайней мере частично, на системе методов экспертной оценки приоритетных направлений социального, экономического и инновационного развития, которые способны повлиять на общественно-экономическую ситуацию в долгосрочной перспективе.

Как само прогнозирование, так и процессы, связанные с ним, основаны на богатом арсенале количественных и качественных методов, включающих моделирование, экстраполяцию, Дельфи (опросы, проводимые в два этапа), технологические дорожные карты, SWOT-анализ (оценка сильных и слабых сторон, возможности и угрозы), построение сценариев, анализ

взаимного влияния, мозговой штурм и т. д. Некоторые комбинации этих методов, таких как моделирование, горизонтальное сканирование, SWOT-анализ, широко используются в повседневных процессах принятия решений. Данный процесс предвидения опирается на набор инструментов и методов для систематического и прозрачного выявления и оценки тех социальных, технологических, экономических, экологических и политических факторов и тенденций, которые положительно скажутся на конкурентоспособности и качестве жизни.

Перспективный анализ может принимать разные формы в зависимости от конкретных целей, тематического и географического охвата, фокуса, методов и временных горизонтов. Различные архетипы перспективного анализа представлены в табл. 4.

Изменение степени участия. Форсайт предполагает совместные процессы по различным направлениям перспективного анализа. Однако некоторые его виды могут проводиться небольшими экспертными группами. Анализ может затрагивать либо один вариант развития будущего, либо сразу несколько. В отличие от форсайта, такой вид деятельности, вероятно, требует меньше времени, а следовательно, это более дешевые проекты, которые могут иметь прямое и очевидное воздействие на определенные решения. Комплекс ключевых технических решений, подпадающий под эту категорию, применялся в Чехии, Франции и Соединенных Штатах. Тем не менее такое применение перспективного анализа вряд ли обеспечит общее видение ситуации, снизит неопределенность и предскажет системные последствия. Также маловероятно, что он может изменить общие принципы принятия решений.

Изменение широты тематического охвата. Эта форма перспективного анализа нацелена на построение стратегических планов, которыми будут руководствоваться в технологическом развитии. Например, проект британского форсайта «Применение электромагнитного спектра», заверченный в 2004 г., идентифицировал четыре быстроразвивающихся области в этом конкретном научно-технологическом секторе. Именно эти области станут полем наибольшей экономической активности на ближайшие 10–20 лет: оптическая обработка данных, электромагнетизм в ближнем поле и неинтрузивное изображение, а также так называемое легкое производство, не требующее больших инвестиций и ориентированное на конечного по-

требителя. План действий был разработан для каждой области отдельной группой, в которую входили представители деловых и академических кругов, правительственных и других учреждений, а также пользователи. Пятилетний обзор показал, что данный проект был в значительной степени успешным, и он не потерял своей актуальности даже в настоящее время.

Другие проекты форсайта имеют более системный характер и направлены на создание концепции развития производства или национальных, региональных, отраслевых инноваций и производственных систем. Например, в форсайт-проекте «Будущее производства: новая эра возможностей и вызовов для Великобритании», завершено в 2013 г., рассматривался широкий круг вопросов, касающихся перспектив производства вплоть до 2050 г. Этот двухлетний проект можно причислить к разряду масштабных: в ходе его выполнения было подготовлено 37 справочных отчетов, в нем приняли участие около 300 отраслевых и научных экспертов, бизнес-руководителей и других заинтересованных участников из 25 стран, были организованы семинары на трех континентах.

Как свидетельствуют многочисленные исследования, форсайт может помочь лицам, принимающим решения, справиться с фактором неопределенности будущего. Форсайт способствует формированию стратегии путем создания отчетов, которые анализируют динамику изменений, вероятные будущие проблемы и соответствующие варианты действий. Такой анализ используется в стратегическом планировании в качестве базы для определения проблемы, на которой в дальнейшем будет выстраиваться стратегия. Подобный алгоритм действий закладывает основы для более надежных стратегий, мышления в рамках системного подхода, а также предлагает перевести долгосрочные проблемы в категорию неотложных стратегических приоритетов. Эффективность самой стратегии усиливается благодаря согласованной работе ключевых заинтересованных сторон, на которые возложена задача координации стратегических процессов. Форсайт опирается на ряд стратегических инструментов, формируя установочное восприятие у участников процесса и тем самым подготавливая почву для дополнительных действий и стратегий.

Для достижения положительной оценки форсайт должен добиться значительных результатов по следующим позициям:

- в рамках когнитивного восприятия помочь подготовить общественность к возможным изменениям (новым контекстам, новым социально-экономическим процессам), что потребует перестройки типа мышления;
- с процедурной точки зрения воздействовать на процессы принятия решений, например путем включения более широкого круга заинтересованных сторон;
- по существу фактически изменить содержание стратегий;
- в рамках структурных и (или) организационных изменений.

Конечно, это желаемое воздействие форсайта, но далеко не очевидно, что удастся фактически достигнуть поставленной цели.

Предполагаемые последствия также должны рассматриваться в контексте стратегической системы управления, в которую внедрен процесс прогнозирования. Последний может либо укрепить существующую систему управления, либо внести свой вклад в ее преобразование.

Как уже упоминалось, форсайт играет важную роль в формировании и реализации стратегии. Во-первых, он является необходимым элементом для создания основ эффективной стратегии. Прекрасным примером тому может послужить опыт компании Shell в начале 1970-х гг. Рассмотрев нефтяной кризис как один из возможных вариантов будущего, компания гораздо лучше, чем ее конкуренты, подготовилась к нему. Компании удалось справиться с ситуацией быстрее и с наименьшими потерями, когда кризис действительно наступил.

Форсайт оказывает стратегии надежную поддержку, привлекая участников из различных сфер деятельности, чтобы использовать широчайший спектр накопленных ими знаний, взаимодополняющий опыт, устремления и идеи. Например, правительственный форсайт-отчет Финляндии «Долгосрочная стратегия по вопросам климата и энергетики: на пути к низкоуглеродной Финляндии» (2009 г.) был составлен благодаря участию заинтересованных сторон, каждая из которых имела различный опыт и интересы в данной области. Они исследовали четыре сценария, предлагающие различные пути достижения поставленной цели – создать «низкоуглеродную Финляндию». В каждом из этих сценариев отдельно рассматривались последствия для промышленности, потребителей и правительства. В конечном счете проект способствовал возникновению диалога между

правительством и парламентом о будущем страны и заложил основу для стратегий, выходящих за рамки парламентских циклов.

Во-вторых, форсайт способствует развитию системного мышления. Мир достаточно сложен и многослоен, чтобы имеющие в нем место явления происходили сами по себе, без взаимной связи с другими явлениями. Следовательно, их необходимо изучать не только с учетом конкретных обстоятельств, но и давать оценку, отталкиваясь от различных точек зрения. Форсайт по своей сути является прекрасным инструментом, который позволяет рассмотреть проблему под различными углами зрения и вывести на передний план ряд факторов, оказывающих на эту проблему значительное влияние. В качестве примера приведем упомянутый выше британский форсайт-проект «Будущее производства: новая эра возможностей и вызовов для Великобритании», анализирующий факторы, определяющие будущее промышленности до 2050 г. В докладе изучаются последствия каждого из этих факторов и тенденций, подчеркивается необходимость комплексного рассмотрения процесса создания цепочек стоимости в промышленности, предлагается осуществлять более целенаправленный подход к отдельно взятым этапам производства на основе системного понимания науки и стратегий в области технологий и инноваций. Там же оценивается потенциал правительства в области координации стратегических мер в долгосрочной перспективе. Методы, используемые в форсайте, могут изменить общий алгоритм формирования стратегии, особенно в сфере образования, промышленности и инновационной политики.

В-третьих, возникает необходимость в новой стратегической структуре. Государственные органы, как правило, организованы в соответствии с устоявшимися принципами, жестко разграниченными в области стратегии. В таких условиях часто бывает трудно найти подходящее место для междисциплинарных исследований или новых способов их разграничения. Благодаря форсайту возможно изменить не только структуру стратегического развития, но и начать стимулировать реформы организационных процессов. Например, участники форсайта могут сделать вывод о том, что узость взглядов в правительственных кругах препятствует осуществлению тех мер, которые необходимо предпринять для эффективного решения основных проблем. Уместно привести опыт Федерального министерства образования, исследований и форсайта Германии по выявлению новых

областей исследования, общих вопросов и междисциплинарных тем, требующих особого внимания. Два новых проекта «Сотрудничество человека с технологиями» и «Производство и потребление 2.0» получили громкий резонанс в политических кругах и вызвали интенсивную дискуссию о будущем производства в Германии, что в конечном итоге стимулировало формирование концепции, которая сегодня известна как «Промышленность 4.0». Первый проект получил дальнейшее развитие в 2010 г., способствуя созданию нового направления «Демографические изменения и сотрудничество человека с технологиями».

В-четвертых, форсайт положительно влияет на перевод долгосрочных проблем в категорию неотложных стратегических приоритетов. На повестке дня стоит вопрос о тех стратегических направлениях, которые заслуживают наибольшего внимания. Приоритеты необходимо уметь определить, выбрать и обозначить. Форсайт может привлечь внимание к долгосрочным проблемам, которые, однако, нуждаются в неотложном внимании. В этом случае форсайт находит обоснованные аргументы для вмешательства государства и пересмотра стратегических направлений. В качестве примера можно привести финский правительственный форсайт, благодаря которому был выстроен диалог между парламентом и правительством при подготовке докладов. Вопросы долгосрочной перспективы, например касающиеся охраны природы и не только, – изменение климата, конкурентоспособность и благосостояние в обществе – занимают видное место в стратегической программе благодаря соответствующим форсайт-отчетам правительства.

В-пятых, форсайт содействует мобилизации и согласованности действий основных заинтересованных сторон. Помимо изучения возможного будущего большинство форсайт-мероприятий направлены на достижение общего представления о желаемом будущем. Такое видение является мощным инструментом для объединения ключевых игроков в той или иной области для решения острых задач, стоящих на повестке дня. Основные преимущества такой концепции заключаются в том, что она помогает уменьшить неопределенность в планах партнеров и конкурентов и, таким образом, способствует принятию долгосрочных инвестиционных решений. Кроме того, сразу после согласования участниками общего видения решения проблемы растет вероятность того, что и другие игроки включатся в процесс в надежде на благоприятные перспективы. Первая попыт-

ка выработать такое общее видение производства на уровне ЕС – проект FutMan «Будущее производство в Европе 2015–2020: задачи устойчивого развития», осуществленный в 2001–2003 гг. Были изучены возможные варианты развития производства в будущем. Любопытно отметить, что проект действительно предвосхитил некоторые технологические разработки, например такие, как аддитивное производство (3D-печать). Результатом проекта FutMan стало создание благоприятных условий для формирования европейской технологической платформы MANUFUTURE.

В-шестых, форсайт координирует развитие стратегических направлений. Обычно он направлен на выявление будущих проблем, которые часто возникают в сферах стратегического интереса. Путем привлечения участников из различных областей стратегического развития, которые, вероятно, будут первыми, кого затронут возможные проблемы в будущем, необходимо создать междисциплинарный круглый стол. Диалог будет способствовать созданию общего видения возникающих проблем и выработке совместных основных и комплементарных путей их решения. Координация стратегических направлений может быть усилена как по горизонтали (между парламентом и правительством), так и по вертикали (между министерствами и исполнительной властью). Проект FinnSight 2015, осуществленный в 2006 г., служит тому отличной иллюстрацией. Основное внимание в проекте уделялось факторам, оказавшим значительное воздействие на финский бизнес и общество, а также выявление областей экспертных знаний, которые бы способствовали повышению благосостояния и конкурентоспособности.

FinnSight 2015 проинформировал о выстраивании диалога между правительством и парламентом по этим вопросам. В результате к обсуждению и разработке соответствующей стратегии подключились еще две организации: Академия Финляндии и Национальное технологическое агентство Финляндии. Впоследствии были созданы стратегические центры науки, технологии и инновации (например, CLEEN Oy, занимающийся вопросами энергетики и окружающей среды).

Важно сказать и о факторах и условиях, которые являются решающими для обеспечения положительных результатов форсайта. К ним относятся преимущественно стратегические и политические факторы, а также различные методологические разработки.

Во-первых, *это заинтересованность клиентов и четкие цели*. Основопологающим условием достижения положительного эффекта является наличие «преданного» клиента. Необходимо опираться на организацию или несколько организаций, обладающих нужными компетенциями для принятия решений, которые будут носить императивный характер для тех, кто воплощает эти решения в жизнь. Без такого рода обязательств большая часть времени и усилий участников, вовлеченных в процесс форсайта, будут потрачены впустую, равно как и общественные деньги, израсходованные на покрытие организационных и других расходов. В качестве примера приведем второй цикл программы «Форсайт» в Великобритании (1999–2001 гг.), которая имела слабые результаты по двум основным причинам: многие проекты воплощались без четкой направленности, и им не хватало клиентов, или «владельцев» проекта, тех, кто чувствовал острую необходимость в решении предполагаемой стратегической проблемы посредством форсайта. Пожиная неудачные плоды первого цикла этого проекта, третий цикл, начатый в 2002 г. (и продолжающийся на момент подготовки реферируемого доклада), состоит только из трех-четырёх параллельных проектов, и все они имеют «руководящего» министра, который, как правило, возглавляет группу заинтересованных сторон, курирующую проект.

Во-вторых, *это постоянная поддержка, растянутая во времени*. Чтобы воспользоваться преимуществами форсайта, необходима непрерывающаяся поддержка, которая требует времени (иногда определенной этапности), чтобы оказать влияние на стратегию, способ мышления, систему выработки стратегий. Например, проект «Будущее производства: новая эра возможностей и вызовов для Великобритании» длился два года и потребовал значительных ресурсов. В других случаях необходимо придерживаться очень четкой последовательности в реализации проектов. Так, европейская технологическая платформа MANUFUTURE воспользовалась результатами проектов FutMan и ManVis при определении своей концепции и стратегических исследовательских программ.

В-третьих, *непрерывное обучение, даже методом проб и ошибок*. Форсайт во многих странах все еще является новым, нетрадиционным способом мышления, общения и подготовки стратегических решений, и, следовательно, более глубокое изучение самих механизмов форсайта имеет решающее значение. Легкодоступные отчеты по проделанной работе, а также методо-

логическая поддержка оказали бы политикам, специалистам по прогнозированию, заинтересованным сторонам (в качестве потенциальных участников) и лидерам общественного мнения лучше понять и оценить возможности форсайта. Но глубокое понимание может прийти только через практику. Показательным примером является японская национальная программа прогнозирования, которая перешла от исключительной технологической направленности в 1970–1980-х гг. к более широкому социально-техническому подходу в последние годы. Этот сдвиг отражает изменение восприятия в Японии взаимосвязи между технологией и обществом.

В-четвертых, необходимость поддержки со стороны организационных и политических структур. Конечным условием для качественного и полезного предвидения является глубоко укоренившаяся культура форсайта. Создать подобную культуру – это длительный и трудоемкий процесс, который невозможно заранее спланировать, установив сроки и контрольные точки. Например, правительство Финляндии с 1992 г. под руководством премьер-министра и при поддержке внешних партнеров подготовило форсайт-отчет для финского парламента. Эти отчеты создали в стране надежную базу для долгосрочного планирования и обеспечили стабильную стратегическую основу, которая выходит за рамки избирательных циклов. Обратная ситуация произошла в Греции, Венгрии и Турции, где изменения в правительстве воспрепятствовали продолжению национальных форсайт-программ, а следовательно, и созданию культуры форсайта.

В-пятых, соответствие выбранного вида форсайта и его основных задач поставленной цели. Для того чтобы предвидение было эффективным, важно рассмотреть взаимосвязь между его замыслами (с точки зрения основных акцентов, методов и степени участия) и характеристиками системы стратегического управления, в которую они должны внедряться, уделяя особое внимание существующей культуре принятия решений и методов, ответственности лиц, принимающих решения, наличию методологических навыков и опыта, а также уровню возможностей для стратегического мышления. Во многих случаях процесс предвидения должен резонировать с преобладающей системой управления политикой, которая является наиболее эффективной в данном контексте. Форсайт предполагает соблюдение институциональных и организационных границ. Обычно это относится к деятельности по прогнозированию, целью которой является определение

тематических приоритетов, при этом структурные и институциональные условия, существующие в данной области, не подвергаются сомнению.

4. Научно-технические приоритеты в меняющейся производственной базе

Спектр технологий, способных существенно преобразовать производство, бесконечно широк, но конкретные последствия их применения остаются весьма неопределенными. Однако на международном уровне была достигнута значительная степень понимания значения ключевых потенциальных направлений развития, которые способны радикально изменить существующее производство. Особое внимание в правительственных программах и стратегиях уделяется био- и нанотехнологиям, информационным и коммуникационным технологиям, передовым материалам и новым технологиям производства (например, 3D-печати). Тем не менее выявление конкретных приоритетов и разработка механизмов финансирования правительством исследовательских программ сталкиваются с многочисленными сложностями, связанными с совмещением сразу нескольких видов технологий и проблемами, которые возникают в современном производстве. Кроме того, новые направления науки и прорывы в области технологий могут привести к сбоям во всех цепочках создания стоимости.

Промышленные системы, в которых разрабатываются и используются новые технологии, становятся все более сложными. Они связаны и на уровне вида деятельности, и на уровне компаний, технологий, компонентов и подсистем, которые взаимодействуют между собой при производстве продукции и услуг. Влияние новых технологий (и технологической конвергенции) на динамику стоимости и широту охвата различных задействованных отраслей промышленности трудно предсказать.

В этом все более сложном и меняющемся промышленном контексте политика развития уделяет особое внимание темам конвергенции, масштабирования и размещения производства в секторе экономики с высокой заработной платой. Данные приоритеты, в свою очередь, влияют на финансируемые правительством НИР, партнерские программы между государственным и частным секторами, а также на создание новых научно-исследовательских институтов.

Кроме того, научно-исследовательские разработки, в частности в области новых технологий, имеют широкий диапазон воздействия на промышленную и инновационную деятельность. Например, темы исследования на основе ИКТ актуальны на всех уровнях производственных систем:

- моделирование продукции и новых материалов, а также их «интеллектуальных» компонентов;
- заводы, фабрики и аддитивное производство;
- промышленный Интернет и предварительное планирование ресурсов предприятия;
- цифровое производство и дизайн, аналитика больших данных.

Аналогичным образом НИР в аддитивном производстве могут подсказать инженерные решения для других новых технологий (от тканевой инженерии до новых печатных электронных устройств), а также выявить широкий спектр их промышленного применения – от медицинской до аэрокосмической и автомобильной отраслей.

Особая сложность заключается в том, что многие из перечисленных выше технологий имеют различные подразделения и основываются на разных академических дисциплинах. Новейшие материалы, например, являются междисциплинарным доменом, базирующимся на знаниях в области физики конденсированных сред, химии, биологии и технологии машиностроения. Возможные исследования в области материалов зависят от типа сочетания материалов (например, сплавов, полупроводников, керамики), их свойств (например, оптический, магнитный, электрический, прочный на растяжение), масштабы (например, нано- или микроматериалы), использования, а также от отраслей, для которых эти материалы предназначены (например, аэрокосмические материалы).

Неудивительно, что исследовательские приоритеты и подходы в странах различны, что отражает неизбежные различия и в самом научном потенциале. В качестве иллюстрации встречающихся отличий в характеристиках, подходах и акцентах приведем примеры последних национальных программ и инициатив некоторых стран в области приоритетных НИР.

В Соединенных Штатах в основном доминирует «продвинутое производство», часто подчеркивается важность производственных информаци-

онных технологий или новых наукоемких технологий. Упор делается на производственные материалы следующего поколения (и разработку новых материалов). Стратегия США особо выделяет нанопроизводство и многомасштабное моделирование «генома материалов». В целях обеспечения скоординированной работы федеральных агентств и сотрудничества между государственным и частным секторами сделана попытка создать общую исследовательскую базу на основе правительственных учреждений. В их задачу входит анализ технических проблем и изучение возможностей каждой отдельно взятой технологии, а также выборка текущих и планируемых федеральных программ и инициатив с расстановкой акцентов на наиболее перспективные технологии.

Согласно стратегии развития США, в приоритетные технологические направления включены приведенные ниже области передовых технологий производства.

Новые области в технологии производства:

- производство передовых материалов;
- инженерная биология для продвинутых биотехнологий;
- биотехнологии для регенеративной медицины;
- производство новейшей биопродукции;
- непрерывное производство лекарственных средств.

Технологии производства в уже созданных и укрепившихся областях на основе национальных производственных инновационных институтов США:

- аддитивное производство;
- инновационные композиты;
- цифровое производство и дизайн;
- гибкая гибридная электроника;
- интегрированная фотоника;
- легкие металлы;
- умное производство;
- прорывные технологии в производстве волокон и текстиля;
- широкополосная электроника.

Дополнительные технические области, в которых заинтересовано Министерство обороны США:

- современные станки и системы управления;
- вспомогательные программы-агенты;
- биоинженерия для регенеративной медицины;
- биотрансляция в технологических секторах;
- сертификация, оценка и квалификация;
- защита цифрового производства – кибербезопасность для производства.

Технические области, представляющие особый интерес для Министерства энергетики США:

- интенсификация химических и термических процессов;
- устойчивость в производстве;
- высококачественное производство «с рулона на рулон»²;
- материалы, пригодные для эксплуатации в жестких условиях.

В Великобритании анализ, проведенный по заказу британского правительства, выявил ключевые области производственных технологий, вокруг которых сосредоточены основные исследовательские программы в стране. Аналитическая деятельность опиралась на многочисленные консультации с заинтересованными сторонами из академических кругов, правительства (включая финансируемые правительством центры НИР) и представителей промышленного сектора. Произошло очевидное смещение приоритетов в области исследований и производства, которые в настоящее время можно классифицировать следующим образом:

- 1) технология продукции;
- 2) технология материалов;
- 3) управление / оперативная цепочка поставок;
- 4) инновационные технологии;
- 5) производственные технологии;
- 6) системная инженерия и интеграция.

Таким образом, попытки создать основу для согласования исследовательской деятельности в Великобритании приняли конкретную форму, и по заказу правительства был подготовлен доклад, в котором определены приоритетные межсекторальные производственные технологические отрасли.

² Способ непрерывной подачи рулонного материала для осаждения на него материалов толщиной, сравнимой с размерами атома (нанотехнологии).

Технология продукта:

- электроника;
- фотоника и силовая электроника;
- энергетические технологии;
- сенсорные технологии;
- передовые и автономные робототехнические технологии.

Материалы:

- наноматериалы и нанотехнологии;
- новые композиты;
- легкие материалы;
- биоматериалы;
- другие новые материалы и материаловедение.

Цепочка управления / оперативные поставки:

- инновации в цепочке поставок и бизнес-модели.

Инновационные технологии:

- разработка программного обеспечения и управление им;
- управление большими данными и аналитика;
- интернет вещей;
- автономный режим работы;
- измерения, метрология, гарантия и стандарты.

Технология производства:

- технология послойного синтеза / 3D-печать;
- расширенная сборка;
- инструменты и оборудование;
- поверхностная инженерия (отделка и покрытие);
- переработка;
- объемное композитное производство;
- биологическая и синтетическая обработка;
- разработка технологических процессов, развитие потенциала и эффективности;
- системы контроля.

Разработка и интеграция систем:

- комплексное проектирование и производство;
- моделирование и программа имитационного моделирования систем;
- человеко-машинный интерфейс.

Центральное правительство Японии в недавних документах подчеркнуло необходимость интеграции передовой робототехники и искусственного интеллекта. Определив стратегическую возможность быть впереди всех благодаря «роботам в эпоху интернета вещей», правительство сфокусировало основные направления политики на области инновационных технологий в промышленности. На первый план выступила необходимость решения следующих вопросов: глобальные стандарты для общей инфраструктуры (например, операционные системы), для роботов на производственных площадках, использование роботов и накопление данных в различных областях, например таких, как инфраструктура, соответствующие ИИ-технологии для робототехники, которые могут создавать поле полезных возможностей из накопленных данных. Был сделан особый акцент на важности инновационного проектирования и методов производства, который удовлетворит потенциальных потребителей. Особо подчеркивается необходимость производства новых продуктов для стареющего населения. В этом секторе японские фирмы видят для себя особые потенциальные возможности.

Одним из направлений в рамках межправительственной программы Японии является проект «Инновационные технологии проектирования/производства», в котором определяются приоритеты, связанные с НИР и производством.

Оптимизированное проектирование / производство:

- поддержка идей, нацеленных на общее видение и проектирование продукта;
- проектирование высшего уровня, основанное на оптимизации топологии;
- биоинновационное проектирование;
- индивидуальное производство анизотропных материалов, полученных путем 3D-печати;
- резиновая 3D-печать и совместное создание стоимости.

Проектирование высшего уровня / производство:

- передовая платформа 3D-моделирования;
- совершенствование дизайнерской платформы;
- интерактивное управление проектами;
- новое производство по технологии послойного синтеза.

Инновационные материалы и 3D-литье:

- молекулярное связующее вещество;
- проектируемая гелевая 3D-печать;
- жидкостный материал для 3D-печати.

Инновационное комплексное моделирование:

- наносборочный метод передовых материалов;
- многосекционное производство из нескольких материалов;
- технология моделирования высококачественной керамики;
- высококачественное лазерное покрытие;
- передовые технологии в обработке стекла.

Комбинированная и интеллектуальная технология обработки:

- контурный станок с ЧПУ для пространственных деталей;
- электрохимическая обработка следующего поколения;
- оборудование со встроенным револьверным суппортом.

Полевые исследования и разработки:

- создание интеллектуального анализа данных, общего алгоритма и быстрого прототипирования;
- спортивный инвентарь для зимних видов спорта с использованием вычислительной химии;
- обработка поверхности металла.

Основная инициатива Госсовета Китая была обнародована совсем недавно. Национальный план развития Китая до 2025 г. включает в себя меры по интеграции информационных технологий и промышленности, которые будут сосредоточены на десяти ключевых секторах. Стратегия Made in China 2025 включает в себя меры по устранению устаревших технологий, применяемых в производстве, по повышению энергоэффективности, по охране окружающей среды и целенаправленному использованию ре-

сурсов. Указанная стратегия была создана под сильным влиянием инициативы «Немецкая промышленность 4.0», и, следовательно, китайское правительство изучает возможности сотрудничества с немецкими компаниями для достижения заявленных в стратегии целей. Китай намерен создать национальные производственные инновационные центры на основе модели национальной сети производственной деятельности США.

В стратегии Made in China 2025 установлено десять ключевых приоритетных направлений.

Новое поколение информационных технологий:

- интегральные схемы;
- оборудование ИКТ;
- операционные системы и промышленное программное обеспечение;
- интеллектуальное производство основного информационного оборудования.

Высокотехнологичные компьютеризированные машины и роботы:

- современные станки с числовым программным управлением;
- робототехника.

Космос и авиация:

- самолеты;
- двигатели;
- бортовое оборудование и системы;
- аэрокосмическое оборудование / инфраструктура.

Морское оборудование и высокотехнологичные суда:

- гидрографическое оборудование и высокотехнологичные корабли;
- критические системы и компоненты.

Современное железнодорожное транспортное оборудование:

- железнодорожное транспортное оборудование.

Новые источники энергии и энергосберегающие техники:

- энергосберегающие транспортные средства;

- новые источники энергии для транспортных средств, включая батареи и двигатели;
- интеллектуальные транспортные средства.

Энергетическое оборудование:

- энергетическое оборудование;
- оборудование для передачи и преобразования электричества.

Сельскохозяйственная техника:

- сельскохозяйственная техника.

Новые материалы:

- передовые базовые материалы, например текстиль и сталь;
- основные стратегические материалы, например специальные сплавы и высокоэффективные волокна и композиты;
- новейшие материалы, например материалы для 3D-печати и метаматериалы.

Биофармацевтика и высокотехнологичные медицинские приборы:

- средне- и высокотехнологичное медицинское оборудование.

Основные технологии, такие как передовые ИКТ (киберфизические системы, большие данные, интернет вещей), промышленная биотехнология и нанотехнологии могут радикально изменить глобальные производственные системы в ближайшие десятилетия. Конвергенция, которая лежит в основе различных технологий и созданных на их базе систем, способна произвести настоящую производственную революцию. В национальной политике и стратегиях в области исследований и инноваций в промышленности многих государств ей отводится одна из главных ролей. Необходимо сразу оговориться, что термин «конвергенция» используется для обозначения совокупности элементов, собранных в единую систему. Конвергенция может быть самой разнообразной, в том числе конвергенция областей исследования, новых технологий, элементов целых промышленных систем и даже конвергенция между кибер- и физическим мирами. Одной из наиболее значимых тем конвергенции, по мнению специалистов, является та, которая связана с технологиями и системами в сфере ИКТ. Особое внимание уделяется интеграции киберфизических систем (встроенное программное обеспечение и

датчики, а также передовые системы измерения и управления) и интернету вещей. Новые системы умного производства можно координировать через Интернет благодаря созданию цепочек, которые позволяют быстро развивать новую продукцию, более эффективную логистику и специализированные услуги.

Оцифровка производства – это не только введение новых, связанных с производством, ИКТ-технологий. Скорее, это межотраслевая инновационная система, объединяющая промышленные подсистемы на всех уровнях. Интенсивное использование цифровых технологий в производственных системах открывает доступ к большему количеству данных и к новым возможностям бизнеса. Немалую пользу от новых инструментов с доступными ИКТ-приложениями получают и сами исследователи.

Немаловажное место в национальных стратегиях занимает расширение сфер применения и индустриализация новых технологий. Целый ряд различных видов инновационной деятельности, связанной с масштабированием, включая техническое расширение новой технологии, расширение производства технологического продукта, оперативный и организационный масштаб производственного бизнеса или даже расширение цепочки добавленной стоимости или рынков, могут иметь последствия, которые в настоящее время даже трудно спрогнозировать. Термин «масштабирование» означает выведение инновационных технологий на рынок. Безусловно, нельзя сбрасывать со счетов значительные технические и рыночные риски, с которыми сталкиваются новые производственные технологии во время процесса масштабирования. Путь к успешной коммерциализации требует, чтобы технологии применялись в больших масштабах и чтобы рынки были готовы принять продукцию, произведенную в огромном количестве. Именно в этот момент должны развиваться цепочки поставок, создаваться спрос и привлекаться капитал.

Обзор недавних международных программ и программ НИР в области производства подчеркивает необходимость «наращивания масштабов» и синхронизации усилий, направленных на различные аспекты масштабирования. Многослойная природа феномена масштабирования представлена на рисунке. В частности, рассматриваются соответствующие процессы.

Расширение технического прогресса. Для многих наиболее перспективных технологий, занимающих особое положение в национальных стратегиях исследований в сфере производства (например, синтетическая биология, квантовые технологии и графен), развитие инновационной продукции сталкивается с существенными техническими проблемами и рисками на стадии преобразования лабораторного прототипа в демоверсию интегрированного и упакованного продукта, потенциально готового к полномасштабному производству. Особенно сложно создать устройства, работа которых происходит благодаря интеграции сразу нескольких видов технологий, поскольку производственные процессы, обеспечивающие функциональность одной технологии, могут интерферировать с работой другой.

Расширение процесса/производства. Под масштабированием НИР подразумеваются не только инновации в технологии изготовления продукта, но и применение существенных усилий, необходимых для создания нового производства/процесса (например, производство добавок или лазерная обработка), а также адаптация уже известных процессов и технологий для производства новых ключевых технологий. Необходимо доказать функциональность, применимость и экономичность передовых технологий и процессов при больших объемах производства, продемонстрировав высокую пропускную способность и реалистичные технологические процессы производственной линии. В данном контексте важная роль отводится пилотным линиям, инфраструктуре для тестирования и промежуточным научно-исследовательским институтам.

Расширение бизнеса. Поскольку инновационные технологии развиваются из прототипов приложений для нишевых/специализированных приложений для крупных рынков, компаниям необходимо уделять особое внимание своим техническим и оперативным возможностям и организационным структурам. Конкретные задачи для успешного масштабирования, которые стоят перед растущими производственными предприятиями, заключаются в поиске сотрудников, у которых есть необходимые навыки и знания, в усилении лидерских качеств, обеспечении доступа к клиентам на других рынках, правильном ведении финансовой политики и в навигационной инфраструктуре.

Расширение цепочки создания стоимости. Эффективная индустриализация новой технологии требует, помимо прочего, разработки новых це-

почек создания стоимости – разработки и перераспределения производственных возможностей для поддержки новых продуктов, бизнес-моделей и рынков. В ходе грядущей производственной революции инновационное производство будет испытывать необходимость в сотрудничестве по всей производственной цепочке – с поставщиками материалов (компонентов/подсистем) и оборудования/инструментов. В данном контексте главенствующее значение приобретают программы по связям и институты (например, промежуточные научно-исследовательские институты, организации по распространению технологий и технологические дорожные карты).

Яркой особенностью национальных политик и стратегий в области НИР является создание программ и учреждений, на которые возложен более широкий круг обязанностей, чем ведение основных исследований. Некоторые из этих функций включают: развитие передовых навыков, доступ к специализированному оборудованию и экспертные консультации (особенно для малых и средних предприятий), предоставление экспериментальных платформ для новых производственных процессов и продуктов, а также взаимодействие с заинтересованными сторонами и обеспечение образовательными ресурсами. Кроме того, некоторые из этих учреждений в сотрудничестве с экономическими агентствами по развитию используют свои технические возможности в качестве средств по привлечению прямых иностранных инвестиций и поддержке регионального развития. Выбор и сочетание новых функций и мероприятий, принятых национальными производственными научно-исследовательскими учреждениями, определяются их миссиями. Налицо тенденция к усложнению этих миссий, а следовательно, деятельность институтов все чаще выходит за рамки стандартных исследовательских задач. Теперь институты принимают активное участие в решении социально-экономических проблем, таких как старение, экоустойчивость, энергия и мобильность.

Все больше внимания уделяется решению отраслевых проблем, которые связаны не только с исследовательской деятельностью. Примером тому может служить недавно созданный в Великобритании Институт аэрокосмической техники. Работа этого института выходит далеко за рамки финансирования НИР.

Выбор функций, которые возложены на национальные институты, зависит, конечно, от конкретного контекста национальной инновационной системы и конкретных системных проблем, связанных с технологиями и производством. Например, в странах, где отсутствуют крупные метрологические лаборатории, новым учреждениям, возможно, придется разрабатывать собственные параметры измерения и тестирования. Примером новых функций национальных исследовательских центров, финансируемых правительствами, является усиление акцента на развитие профессиональных навыков. Под этим подразумевается обучение молодых ученых и персонала компаний.

Интересен пример Германии. Одна из ведущих инициатив исследовательского центра немецкого исследовательского фонда Aachen Cluster фокусируется на интеграции сразу нескольких производственных технологий (часто с передовыми ИКТ) в гибридные системы производства, которые производят продукцию с ценами, близкими к тем, что имеют товары серийного производства. При этом особое внимание уделяется сохранению высокого уровня зарплат, характерного для рынка труда в Германии. Данная инициатива объединила 19 профессоров из Департамента материалов и производственных технологий, а также сотрудников из научно-исследовательских институтов. Программа исследований направлена на разработку фундаментальных идей, лежащих в основе теории производственной науки. Осуществляется попытка свести физические аспекты технологии производства и концептуальные процессы управления в целостную структуру, чтобы помочь немецким компаниям воплотить конкурентоспособные производственные стратегии.

Еще одним интересным примером является SIMTech – ключевая фигура в исследованиях и рационализаторстве, проводимых в Сингапуре. Заявленная миссия SIMTech заключается в разработке высокоэффективных технологий производства и развития человеческого капитала для повышения конкурентоспособности промышленности Сингапура. SIMTech специализируется на производственных технологиях, в том числе формовании, мехатронике, сборке, точных измерениях, обработке поверхностей, планировании и управлении операциями. Институт сотрудничает с компаниями, работающими в следующих сферах: космические технологии, автомобильная промышленность, судостроение, электроника, полупрово-

дники и медицинское оборудование. Одной из наиболее ярких особенностей SIMTech является то, что в дополнение к основным исследовательским функциям она предоставляет разнообразные дополнительные инновационные услуги сингапурским компаниям, например поддержку МСП в развитии потенциала НИР, программы по развитию поставок, обеспечение учебными курсами для непрерывного образования. В институте размещен комплекс диагностического и измерительного оборудования.

5. Увеличение числа перспективных производственных институтов в США

После резкого спада в производственном секторе в 2000-х гг. США в настоящее время пытаются наверстать упущенное. В период кризиса были сокращены 5,8 млн производственных рабочих мест, снижены вложения капитала, уменьшился объем производства и снизилась производительность. Как поясняют экономист Дэвид Аукор и его коллеги, снижение производства сопровождалось значительными социальными нарушениями, которые усугублялись торговым дисбалансом, возникшим из-за выхода Китая на производственный рынок. Если Соединенные Штаты будут конкурировать с низкооплачиваемыми, недорогими компаниями за рубежом, то им придется повысить эффективность производства, чтобы компенсировать более высокие затраты на него, а это означает, что США должны во что бы то ни стало разработать инновационную стратегию. Налоговая, торговая и макроэкономическая политики могут улучшить конкурентные позиции американского производства, но они не способны значительно повысить производительность и эффективность. Ключом к решению проблемы являются технологические инновации в производстве и в процессах, которые лежат в основе бизнес-моделей.

Правительство сфокусировалось на инновационной политике в производстве начиная с 2011 г., что зафиксировано в отчете президентского совета по науке и технологиям «Обеспечение американского лидерства в передовом производстве». Стратегия была обозначена и в двух других отчетах в 2012 г. (о преимуществах в передовом производстве) и в 2014 г. (об ускоренном развитии североамериканского передового производства), подготовленных тем же президентским советом в сотрудничестве с ведущими корпорациями и университетами. В то время как Партнерство передовых промышленников

разрабатывало многочисленные подходы, концепция института передового производства приняла реальные очертания и зарекомендовала себя в действии еще до того, как в 2012 г. вышел первый отчет партнерства.

Усилия по созданию сети передовых производственных институтов сулили многообещающие преимущества, были предприняты попытки устранить критические недочеты в американской системе производства инновационных технологий. Это была сложная с точки зрения организации и поставленных задач модель, требующая усилий компаний как малых, так и крупных, а также университетских исследователей, осуществлявших свою деятельность под руководством федеральных агентств по НИР, которые до этого не имели опыта управления такими крупными командами.

Для новых институтов данная модель была очень сложной. Роль государства здесь заключалась не в том, чтобы присудить гранты основному исследователю для реализации исследовательского проекта в соответствии с тщательно очерченным в заявке на грант научным планом, а в том, чтобы взаимодействовать как с огромным числом промышленных компаний, отличающихся сферой деятельности и размером, так и с академическими институтами, включая крупные исследовательские университеты и небольшие колледжи. Правительства штатов должны были стать соинвесторами, а промышленность и федеральное правительство поддерживали конкретные проекты. Федеральное правительство впервые участвовало в подобном масштабном проекте. Количество участвующих институтов было огромным, и список поставленных перед ними задач заключался в следующем:

- «создавать» новые технологии производства, процессы и изыскивать «возможности»;
- выступать в качестве «испытательных площадок» для тестирования новых технологий и связанных с ними процессов;
- поддерживать усилия по «развертыванию» новых производственных инноваций;
- улучшать «навыки создания рабочей силы» для расширения производства и процессов, связанных с новыми технологиями.

Общая цель заключалась в том, чтобы направить внутреннее производство в русло прорывных технологий, на которых специализировался тот или иной институт.

America Makes – Национальный институт инноваций и аддитивных технологий – был первым производственным институтом, созданным в 2012 г., со штаб-квартирой в Янгстауне, штате Огайо, с региональной базой в Кливленде. Институт занимался вопросами трехмерной печати, известной как аддитивные технологии. При данном производстве происходит процесс послойного соединения различных материалов для создания устройств и предметов с использованием данных трехмерной компьютерной модели. Этот процесс сравним с субтрактивным производством, которое опирается на традиционные станки. При трехмерной печати, как правило, используются порошковые формы металлов или полимеров и даже биоматериалы.

В настоящее время основная структура институтов выстроена должным образом, и основное внимание уделяется разработкам прорывных технологий. Однако существует возможность перейти к следующему этапу с усовершенствованной моделью. Несмотря на имеющиеся проблемы, институты продолжают расширяться и развиваться. В частности, они ставят перед собой следующие цели:

- усовершенствовать существующую модель управления исследовательскими агентствами;
- получить поддержку федерального правительства после первоначального пятилетнего обязательства;
- создать сильную сеть институтов, добиваясь высоких результатов в области исследований и в кадровой политике;
- сделать акцент на внедрение в институтах более поздних технологий, а также на развитие последних;
- обеспечить сотрудникам постоянное повышение квалификации и доступ к образовательным программам;
- обеспечить связь между институтами и региональными экономика-ми, а также развитие технологий производства на национальном уровне.

Приложение

Рисунок. **Многослойный характер масштабирования**

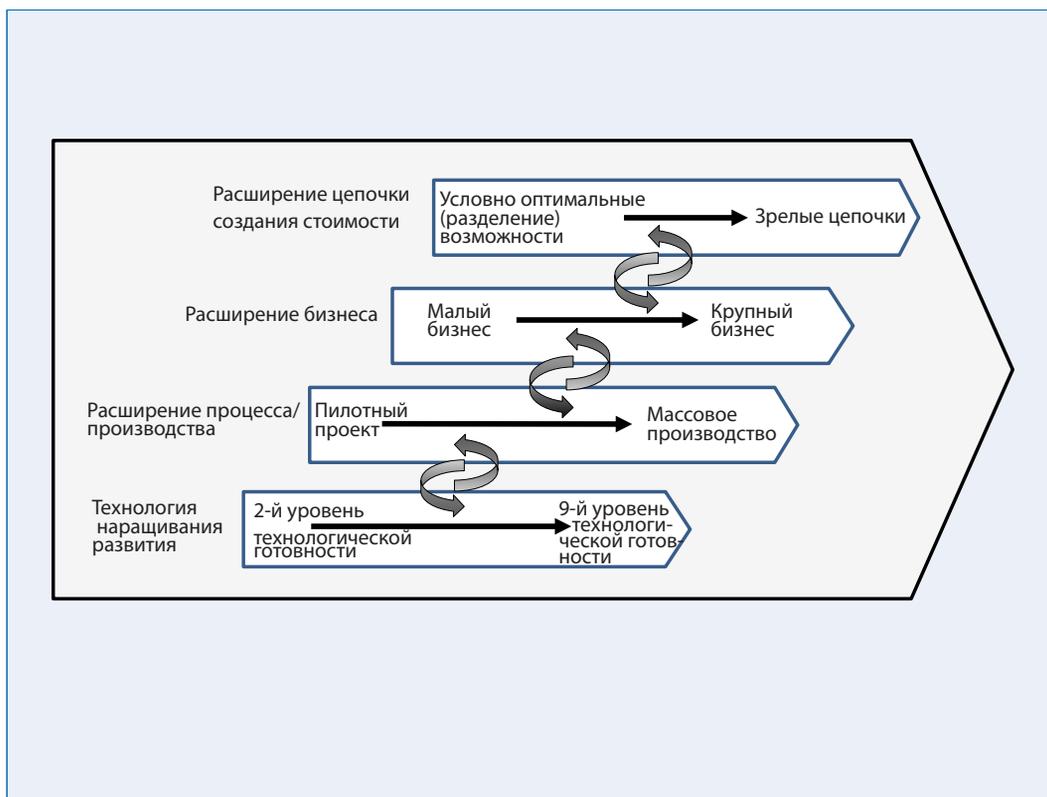


Таблица 1. **Типология институтов распространения технологий**

Механизмы распространения	Рабочий режим (первичный)	Примеры
Специальные услуги на местах	Диагностика, руководство и курирование	Партнерство по расширению производства (США)
Технологии, ориентированные на бизнес-услуги	Консультации, связанные с финансами Развитие потенциала	Программа содействия промышленным исследованиям (Канада) I-Corp (США)
Центры прикладных технологий	Исследования по контракту, совместные прикладные исследования, прототипирование и стандарты	Институт Фраунгофера (Германия) Производство США Общественные технологические центры Кохсетсуси (Япония)
Целевые центры НИР	Передовые исследования в области новых технологий переплетаются с задачами коммерциализации	Кампус для исследования передового опыта и технологических предприятий (Сингапур)
Обмен знаниями и инструментами, основанными на спросе	Сеть технологического сообщества Стимулы для передачи знаний	Сети передачи знаний (Великобритания) Инновационные ваучеры (несколько стран)
Механизмы открытых технологий	Общая технологическая библиотека Виртуальная сеть	BioBricks / Регистрация элементов синтетической биологии (США)

Таблица 2. Технологические, экономические и политические изменения, связанные с производственной революцией, и задачи институтов распространения технологий

Аспект изменений	Задачи институтов
Цифровизация	Интеграционное распространение цифровых технологий (включая дизайн, материалы, производство, продукты, связь, услуги)
Итеративное и быстрое появление новых технологий и бизнес-моделей	Мобилизация возможности для быстрого и индивидуального реагирования Адаптация и модернизация бизнес-моделей, отражающих новые потребности и возможности Переход от проектных моделей и формальных подходов к планированию и гибким методам, помощь большему числу групп, расширение обмена
Новые требования к возможностям	Наращивание потенциала компаний и местных инновационных экосистем для освоения технологий Укрепление потенциала учреждений в области новых технологий и их интеграции
Усиление роли партнерств в развитии технологий	Объединение многочисленных участников, включая университеты, исследовательские центры и организации из частного сектора, которые могут коллективно заниматься научными исследованиями, масштабированием и внедрением технологий
Глобальный рост новых кластеров знаний	Развитие трансграничных и международных связей и партнерства
Жизненно важное значение экологической устойчивости	Развитие долгосрочных перспектив в области экологической устойчивости в технологических подходах
Растущее внимание к ответственным исследованиям и инновациям	Концентрация на ответственных исследованиях и инновациях в технологических подходах
Каталитическая роль политики и правительства	Использование политики и правительственной поддержки как катализатора партнерств и стимулирования спроса

Таблица 3. Типология механизмов политики вовлечения общественности

Основные функции	Ключевые инструменты	Примеры некоторых стран
Коммуникация Онлайн-уведомление	Публикация планов исследований / регламентационные действия на общедоступном сайте	Публичные электронные платформы в Литве; польский Информационный бюллетень
Открытая наука	Открытый доступ к научным исследованиям	Электронная научная библиотека в Южной Африке, работающая в режиме онлайн; заявление Турции об открытом доступе и Национальном комитете по открытой науке
Консультация Участие общественности в решении вопросов, стоящих на повестке дня	Опросы, онлайн-отзывы, финансирование, осуществляемое по принципу «снизу вверх» и т. д.	Колумбийская программа «Идеи для перемен»; технологические дорожные карты Турции; актуальные национальные исследования в Нидерландах; «Инновационная Аргентина – 2020»; Большой новозеландский научный проект
Участие Упреждающее управление	Форсайт-деятельность в оценке технологий	РАСИТА Чехии; форсайт Федерального министерства образования и научных исследований Германии
Диалог для определения исследовательских приоритетов	Семинары с участием общественности для выявления ключевых социальных вопросов	Диалог Германии на тему технологий будущего; Каталог ИННО+ в Дании
Гражданская наука		Австрийский Центр гражданской науки

Таблица 4. **Четыре архетипа анализа перспектив с отдельными примерами**

Широта участия	Широта тематического охвата	
	Наука и технологии	Инновации и производственные системы
На экспертной основе	<p>Продуктивные наносистемы: Технологическая дорожная карта (США, 2007)</p> <p>Корейские опросы Дельфи (с 1994 г., последнее проводилось в 2015–2016 гг.)</p> <p>ManVis (ЕС, 2003–2006)</p>	<p>Создание ценности для Америки: Охватывая будущее производства, технологий и труда (США, 2015)</p> <p>FutMan (ЕС, 2001–2003)</p>
Коллективный	<p>Использование электромагнитного спектра, (Форсайт Великобритании, 2004)</p> <p>Нанотехнологии для Подляской провинции – 2020 (Польша, 2009–2013)</p>	<p>FinnSight 2015 (Финляндия, 2006)</p> <p>Форсайт Федерального министерства образования и научных исследований Германии (Германия, 2007–2009, 2012–2014)</p> <p>Партнерство по передовому производству (США, с 2011 г.)</p> <p>Будущее производства: новая эра возможностей и вызовов для Великобритании (2013)</p> <p>Последние японские программы форсайта</p>

Обзор выполнен на основе следующих публикаций:

1. OECD (2017), *The Next Production Revolution: Implications for Governments and Business*, OECD Publishing, Paris. – <http://dx.doi.org/10.1787/9789264271036>

Аэронавтика и космос

Биотехнологии и генетика. Сельское хозяйство, пищевая и химическая промышленность

**Информационные
и телекоммуникационные технологии
и вычислительная техника**

Исследования в области ядерной и квантовой физики

Медицинские технологии и оборудование

Нанотехнологии и новые материалы, микроэлектроника

**Социальные и экономические науки
и статистика**

Энергетика и транспорт

Экология и рациональное природопользование