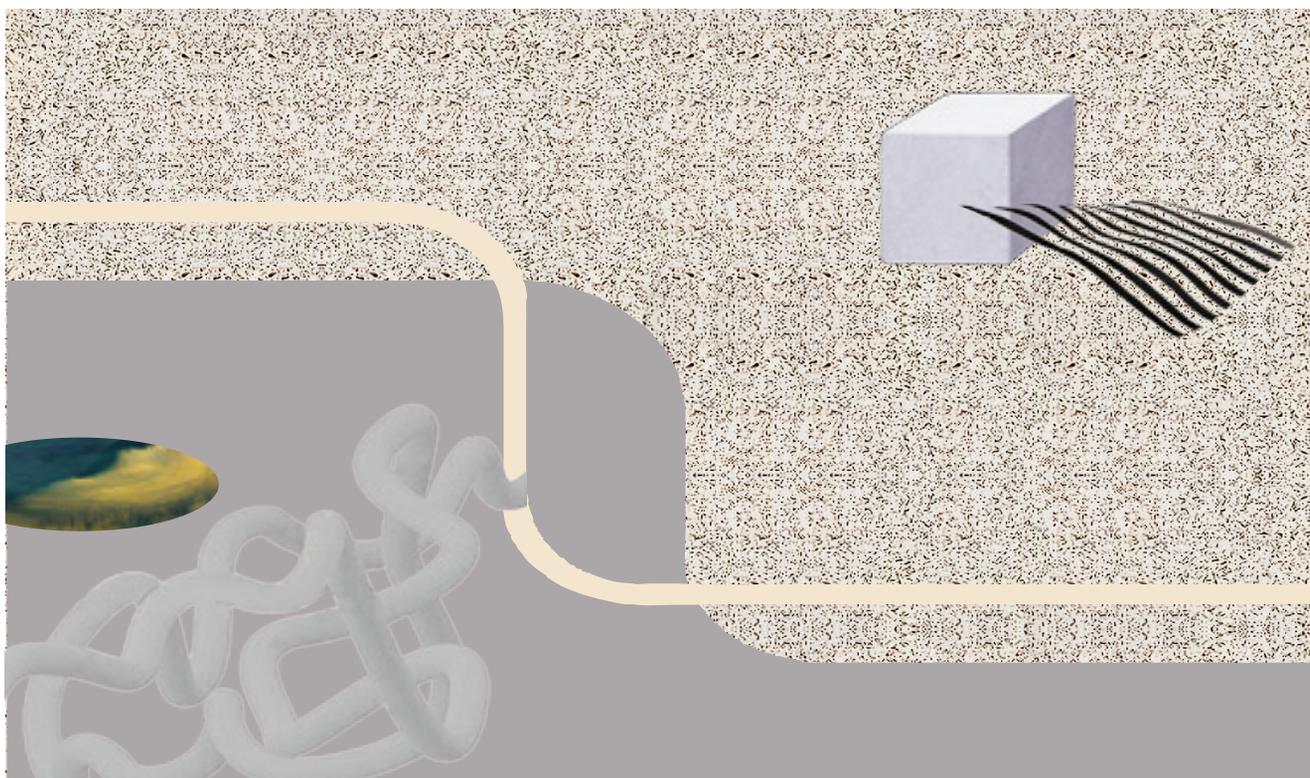


Приоритеты науки и практика Форсайт-исследований в ЮАР

Анастассиос Пурис^I, Портия Рафаша^{II}



^I Директор Института технологических инноваций (Institute for Technological Innovation).
E-mail: Anastassios.pouris@up.ac.za

Университет Претории (University of Pretoria), ЮАР
Адрес: Engineering 1 Building, Main Campus,
University of Pretoria, Pretoria, South Africa

^{II} Заместитель директора Управления инноваций и технологий (Innovation and Technology).
E-mail: PRaphasha@thedti.gov.za

Министерство торговли и промышленности (Department of Trade and Industry) ЮАР
Адрес: Private Bag X84, Pretoria, Gauteng, 0001,
South Africa

Аннотация

Определение приоритетов технологического развития в Южной Африке осуществляется нерегулярно и не имеет институциональной основы, хотя государство осознает важность этой деятельности. В статье проанализированы итоги Форсайт-исследований, выполненных в Южной Африке в разные годы.

Одно из них, проведенное в конце 1990-х гг. Министерством искусств, культуры, науки и технологий (Department of Arts, Culture, Science and Technology, DACST), показало, что, в отличие от других стран, южно-африканские акторы не придавали серьезного значения новейшим технологиям, включая нанотехнологии, микропроизводство, а также моделирование в целях оптимизации затрат на производственные процессы.

Эти результаты нашли отражение при формировании научно-технологической и инновационной политики, что привело к значительному отставанию страны в плане исследований перспективных технологий.

Основное внимание авторы уделяют выводам последнего Форсайт-исследования, осуществленного по заказу Министерства торговли и промышленности (Ministry of Trade and Industry, MTI). Их сравнение с итогами предыдущих проектов иллюстрирует эволюцию в восприятии технологических приоритетов промышленными кругами. По мере того как страна интегрируется в глобальную экономику, национальные приоритеты все сильнее сближаются с международными.

Ключевые слова: Форсайт; научно-технологические приоритеты; национальная инновационная система; ЮАР
DOI: 10.17323/1995-459x.2015.3.66.79

Цитирование: Pouris A., Raphasha P. (2015) Priorities Setting with Foresight in South Africa. *Foresight and STI Governance*, vol. 9, no 3, pp. 66–79. DOI: 10.17323/1995-459x.2015.3.66.79

Исследования будущего как самостоятельное направление возникло в США в 1950–1960-е гг. Для его характеристики используется обширный перечень взаимозаменяемых терминов: долгосрочное планирование, технологическая экспертиза, технологическое прогнозирование, технологический Форсайт и др. Последний используется в настоящей статье. Одно из первых его определений приведено в фундаментальной работе [Irvine, Martin, 1984], стимулировавшей заметную активизацию исследований в этой области.

Форсайт приобрел широкую популярность в 1990-е гг. в связи с тем, что европейские страны, а впоследствии и другие государства стали усиливать концентрацию инвестиций на перспективных научно-технологических направлениях [Martin, 1995]. В Японии, Великобритании, Франции, Германии и ряде других стран были реализованы масштабные Форсайт-проекты. В некоторых из них были созданы специализированные организации для информационного обеспечения научно-технологической политики. Распространение подобной практики охватило и развивающиеся страны, инициировавшие собственные Форсайт-исследования. Бен Мартин (Ben Martin) определяет технологический Форсайт как «систематические попытки оценить долгосрочные перспективы науки, технологий, экономики, экологии и общества, чтобы определить стратегические направления исследований и новые технологии, способные принести наибольшие социально-экономические блага» [Martin, 2002].

В Японии, с начала 1970-х гг. ставшей одним из лидеров в области выявления перспективных технологий, Форсайт-исследования получили институциональную основу в Национальном институте научно-технологической политики (National Institute of Science and Technology Policy) в ведении Министерства образования, культуры, спорта, науки и технологий (Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology, МЭХТ) [NISTEP, 2010]. Форсайт признан эффективным инструментом разработки научно-технологической и инновационной политики и принятия решений в этой сфере [Havas et al., 2010]. Его результаты служат установлению научных приоритетов, определению ориентиров и перспективных направлений политики.

Авторами выявлена корреляция между использованием технологического Форсайта и показателями инновационного развития страны, что, по их мнению, свидетельствует о позитивном влиянии такого подхода на инновационный потенциал экономики в долгосрочной перспективе [Meissner, Cervantes, 2008]. Отмечается, в частности, что успешное развитие Кореи и Бразилии отчасти обусловлено интеграцией Форсайт-исследований в разработку

отраслевых стратегий [Pietrobelli et al., 2015]. В статье анализируются Форсайт-инициативы, реализованные в Южной Африке в разные годы. В ходе последнего исследования были изучены мнения представителей бизнес-кругов и других стейкхолдеров относительно национальных технологических приоритетов и скорректированы результаты предшествующего Форсайт-проекта.

Стратегические приоритеты технологического развития Южной Африки: опыт 1990-х и 2000-х годов

В Южной Африке практика выявления приоритетных направлений технологического развития не носит регулярного характера. Первое неформальное исследование в этой области было проведено Фондом развития науки (Foundation for Research Development) (ныне Национальный научный фонд — National Research Foundation) в начале 1990-х гг. [Blankley, Pouris, 1993]. На первом этапе был составлен перечень критических технологий, разработанных в других странах. Затем респонденты, представлявшие крупные компании с собственными отделами исследований и разработок (ИиР), тогдашний Южно-Африканский консультативный совет по науке (South African Scientific Advisory Council) и других стейкхолдеров, ранжировали технологии по степени значимости.

На рис. 1 представлены полученные выводы. Свыше половины опрошенных сочли наиболее важными экологические технологии. Немного отстали компьютерные сети и коммуникационные системы (49%). На третьем месте оказались программное обеспечение (42%) и модернизированные материалы и композиты (40%).

На правительственном уровне впервые Форсайт-исследование проводилось Министерством искусств, культуры, науки и технологий (Department of Arts, Culture, Science and Technology, DACST). Проект под названием «Национальный научно-технологический Форсайт» (National Research and Technology Foresight, NRTF) был анонсирован в 1996 г. и выполнялся на протяжении 1997–1999 гг., а его итоги опубликованы в 2001 г. Результаты Форсайта предполагалось использовать для обоснования решений о распределении средств на финансирование ИиР, принимаемых государственными органами и бизнес-кругами, и наращивании научного потенциала в сфере высшего образования [DACST, 1996].

В рамках NRTF основное внимание уделялось таким областям научно-технологической политики, как:

- сельское хозяйство и пищевая промышленность;
- биоразнообразие;
- профилактика преступности, уголовное судопроизводство и оборона;

- энергетика;
- экология;
- финансовые услуги;
- здравоохранение;
- информационные и коммуникационные технологии (ИКТ);
- обрабатывающая промышленность и производство материалов;
- горнодобывающая промышленность и металлургия;
- туризм;
- работа с молодежью.

Принципы исследования были сформулированы с опорой на аналогичные проекты, реализованные в других странах. Представителям обрабатывающего сектора были разосланы примерно 1500 анкет. Откликнулись немногим более 10% адресатов, что, тем не менее, считалось хорошим показателем. Для анализа собранной информации были разработаны три индекса: создания стоимости, качества жизни и сводный индекс, выведивший среднее значение между первыми двумя. В качестве репрезентативного примера в табл. 1 приведены тезисы, получившие максимальную поддержку респондентов.

Реализация большинства пунктов требовала политической воли. Прежде всего это касалось реформирования вузов в целях подготовки высококвалифицированных кадров с актуальными компетенциями, создания отраслевых кластеров и т. д.

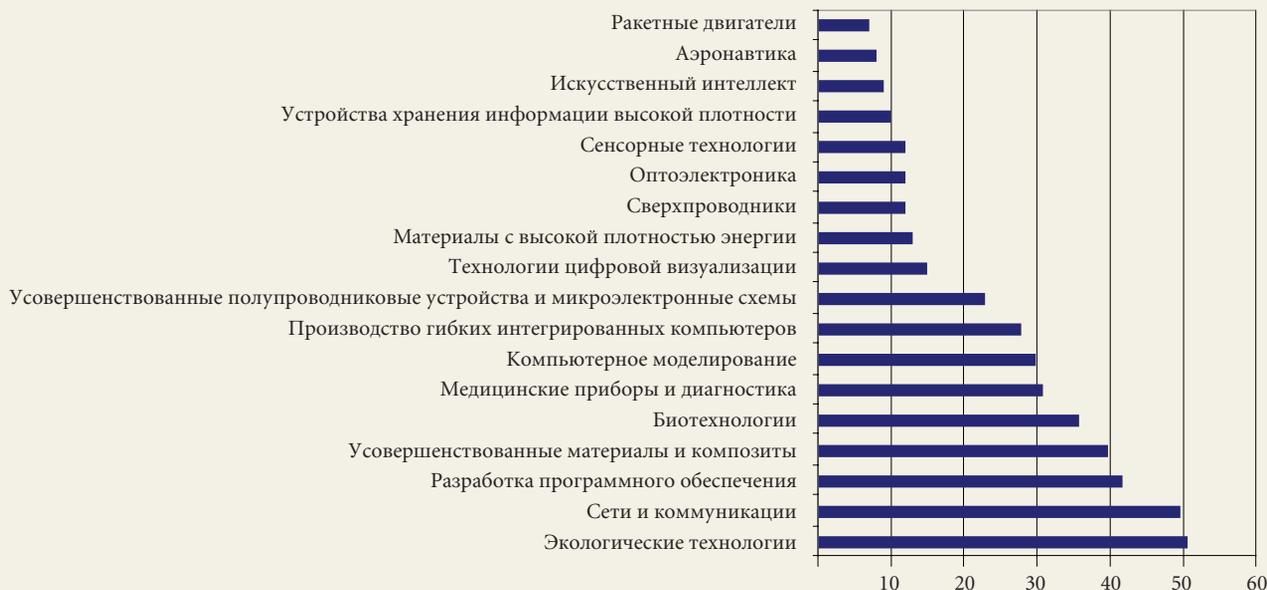
Были идентифицированы перспективные технологии (табл. 2, 3). В качестве важнейших рассматривались: интеллектуальные коммуни-

кационные системы; технологии конструирования, производства и параллельного проектирования. Наименее актуальными эксперты сочли биотехнологии, производство полупроводников, биомиметические системы, «умные» энергосберегающие здания, микро- и наноструктурные производства, керамические материалы для высокотемпературных газовых турбин.

Примечательно, что в число актуальных не вошли и «футуристические» технологии. Аналогичным образом ограниченное признание получили технологии моделирования, доказавшие свою эффективность в качестве инструмента оптимизации затрат при разработке новых продуктов и производственных процессов. Отмечалось, что и традиционные направления развития, рекомендованные в Форсайт-исследованиях стран Тихоокеанского бассейна, не удостоились должной оценки, а в ряде случаев оказались в десятке наименее актуальных — в том числе нано- и микротехнологии. При этом была зафиксирована потребность в новых подходах к принятию решений и развитию нишевых производств.

Следующий масштабный Форсайт-проект был реализован в 2004 г. Министерством торговли и промышленности (Department of Trade and Industry, DTI) ЮАР. Исследование охватило такие сектора, как ИКТ, туризм, химическая, автомобильная, авиакосмическая, металлургическая и горнодобывающая индустрии, биотехнологии, текстильная и пищевая промышленность, сфера культуры. Анализировались глобальные тенденции, существующие и перспективные тех-

Рис. 1. Критические технологии первостепенной значимости: результаты Форсайт-исследования начала 1990-х гг. (доля респондентов, отметивших значимость соответствующих технологий, %)



Источник: [Blankley, Pouris, 1993].

Табл. 1. Оценка предложенных тезисов респондентами — участниками проекта NRTF

№	Тема	Сводный индекс	Индекс создания стоимости	Индекс качества жизни	Ограничивающие факторы*
54	Учреждения высшего образования (университеты и техникумы) трансформируются таким образом, что смогут обеспечить высококачественное обучение для создания прочной основы машиностроительного сектора	91.94	93.55	90.32	HR, P, F, Soc/Cul
06	Будет обеспечена широкая доступность венчурного капитала для активизации разработки инновационных продуктов и процессов в Южной Африке	89.29	83.33	82.14	F, P
04	Организация в Южной Африке отраслевых кластеров обеспечит возможность создавать инновации и конкурировать на мировых рынках	85.63	93.48	77.78	P, HR, F, M
58	Адекватные государственные торговая политика и законодательное регулирование помогут местной промышленности ответить на вызовы международной конкуренции	85.42	87.50	83.33	P
07	Широкое использование интеллектуальных коммуникационных систем позволит малым и средним предприятиям эффективно сотрудничать (интегрировать навыки и знания) с наиболее подходящими им отраслевыми партнерами, что обеспечит экономическую эффективность бизнеса	74.32	78.38	70.27	F, HR, T
60	Международный трансфер и налаживание связей в государственном и частном секторах существенно помогут Южной Африке в приобретении прорывных технологий, что обеспечит ускоренное развитие страны	74.32	75.68	72.97	P, HR, F, Soc/Cul
32	Адекватное использование процессных инноваций в будущем станет ключевым фактором успеха для большинства южно-африканских компаний	74.07	81.48	66.67	HR, T, Infrastr
08	Промышленное производство в Южной Африке будет в первую очередь нацелено на обогащение сырья, через обучение персонала на нижних звеньях цепочки создания стоимости, а также разработку и внедрение соответствующих технологий	72.55	78.43	66.67	HR, T, F
03	Создание зон свободной торговли обеспечит регуляторную рамку для импортеров и экспортеров, что позволит поддерживать производственные стандарты в стране происхождения продукта в направлении движения к мировой экономике	69.71	81.08	58.33	P
11	Южно-африканская обрабатывающая промышленность станет узкоспециализированной, что позволит стране быть мировым лидером в области производства ограниченного круга продукции	67.27	70.91	63.64	T, HR, Infrastr, F
09	Массовая персонализация продуктов, сокращение их жизненного цикла, времени на освоение новой продукции и т. п. станут важными факторами, способствующими сохранению южно-африканскими поставщиками своей доли на глобальном рынке	65.63	77.08	54.17	T, HR, F
25	Активная унификация производственных процессов и практик является фундаментальным фактором конкурентоспособности производств	61.46	72.92	50.00	HR
61	Широкое внедрение международных экологических стандартов и стандартов качества (ISO9000, ISO14000, QS9000, VDA6, серия SABS и т. п.) и обеспечение соответствия им позволят южноафриканским компаниям стать конкурентоспособными и обеспечит им международную известность	60.29	62.12	58.46	HR, P, F, Soc/Cul
57	В будущем технологически грамотные и технологически безграмотные люди будут иметь разные возможности участия в экономической и социальной деятельности	58.47	56.41	60.53	HR, Soc/Cul, P, F
12	Южноафриканские производители создают потенциал для организации мелкосерийного производства на конкурентоспособном уровне	58.16	65.31	51.02	T, HR, F, M
31	Развитие переработки и повторного использования (воды и сырья) приведет к созданию безотходного производства	57.14	42.86	71.43	T, P, F
46	Широкое использование технологий параллельного проектирования (CIM, CAD, CAM и др.) сократит период вывода на рынок продукции южноафриканских производителей	53.41	68.18	38.64	HR, F, T
29	Широкое внедрение промышленного дизайна и использование индивидуально разработанных материалов станут основой для создания новых продуктов в будущем	53.13	62.50	43.75	HR, T, F

* Условные сокращения: HR — квалификация персонала, P — политические, F — финансовые, T — технологические, M — рыночные, Soc/Cul — социокультурные, Infrastr — инфраструктурные.

Источник: составлено авторами.

Табл. 2. Перечень перспективных технологий по итогам Форсайт-исследования 1999 г.: краткосрочный горизонт

Группа технологий	Составляющие
Разработка продуктов и процессов для производства базовых материалов на постоянной основе	<ul style="list-style-type: none"> • разработка сплавов • разработка полимеров, в особенности с помощью оригинальных угольных технологий • оригинальные биоматериалы, например, естественные волокна • более глубокая переработка драгоценных металлов, например, платиновой группы
Технологии последовательной обработки металлических продуктов, например нержавеющей стали, алюминия, драгоценных металлов	<ul style="list-style-type: none"> • технологии обработки near-shape (близко к окончательной форме) • исследования и разработка оптимизированных технологий формовки и соединения металлов • разработка и интеграция материалов в оптимизированные продукты
Технологии последовательной обработки полимерных продуктов	<ul style="list-style-type: none"> • усовершенствованные технологии формовки • компьютерный анализ для поддержки конструирования продуктов и процессов • управление жизненным циклом • моделирование и визуализация
Вспомогательные компьютерные технологии	<ul style="list-style-type: none"> • оптимизация дизайна продуктов (включая виртуальное моделирование) • дизайн и оптимизация процессов (включая организацию работы и размещение заводского оборудования) • дизайн инструментов
Взаимообмен данными о дизайне/продуктах в рамках цепочки стоимости	<ul style="list-style-type: none"> • разработка энергосберегающих процессов для обогащения и использования сырья

Источник: составлено авторами.

нологии и их роль в развитии соответствующих отраслей [DTI, 2004]. В секторе ИКТ наиболее перспективными признаны беспроводные сетевые технологии, развитие открытого программного обеспечения, телемедицина, распределенные вычисления. В сфере туризма приоритетная роль отводилась развитию мобильных и природоохранных технологий, сохранению культурного наследия (табл. 4).

Технологические приоритеты на период до 2020 года

Новый цикл актуализации технологических приоритетов с горизонтом прогнозирования до 2020 г. был организован Министерством науки и технологий (Department of Science and Technology, DST) в 2012 г. Предварительный перечень технологий, имеющих значение для определенных секторов, формировался исходя из опыта Великобритании [Government Office for Science, 2010].

Методология отбора

Для идентификации технологических трендов и критических технологий была составлена анкета с открытыми вопросами. Она была адресована представителям ключевых секторов в сфере ведения Министерства торговли и промышленности ЮАР, а также ученым, глубоко интегрированным в отраслевые ассоциации, Программу развития технологий и подготовки кадров для промышленности (Technology and Human Resources for Industry Programme, THRIP), Совет по фундаментальным и прикладным исследованиям (Council for Scientific and Industrial Research, CSIR) и др.

Ответы прислали 22% от общего числа адресатов — адекватный показатель для подобных обследований. Напомним, что в первом национальном Форсайт-исследовании отклик составил лишь 10%. Больше всего анкет (10) представили эксперты химико-фармацевтической промышленности, за ними следовали предста-

Табл. 3. Перечень перспективных технологий по итогам Форсайт-исследования 1999 г.: долгосрочный горизонт

Группа технологий	Составляющие
Создание потенциала для «миниатюризации» и «интеллектуализации» продуктов	<ul style="list-style-type: none"> • Развитие технологий высокоточной обработки и производственных технологий near-shape (близко к окончательной форме) • Технологии «прямого производства» (производство продуктов произвольной формы без инструментальной обработки) • Интегрированные в продукты сенсорные/приводные технологии
Разработка индивидуальных материалов для производства конкретных продуктов	<ul style="list-style-type: none"> • Усовершенствованные технологии дизайна и разработки материалов • Создание экологически нейтральных/утилизируемых материалов
Развитие производства нишевых продуктов «информационного века» с использованием местных преимуществ, несмотря на практически упущенные возможности эпохи полупроводников/активных материалов 1970–1990-х гг.	
Применение биотехнологий для оптимизации естественных волокон в целях использования в структурных композитах	

Источник: составлено авторами.

Табл. 4. **Приоритетные технологии, определенные по итогам Форсайт-исследования 2004 г.**

Сектор	Технологии
ИКТ	<ul style="list-style-type: none"> • технологии беспроводных сетей • технологии на основе естественного языка • программное обеспечение с открытым исходным кодом • телемедицина • геоматика • производственные технологии • распределенные вычисления • радиочастотная идентификация
Туризм	<ul style="list-style-type: none"> • мобильные технологии • беспроводные технологии • интернет • естественные языки • экологические технологии • технологии культурного наследия
Химическая промышленность	<ul style="list-style-type: none"> • извлечение минералов из угольной золы и дешевого шлака • получение фтора и фторированных органических полупродуктов • новые эффективные химикаты для повышения извлечения минералов в горнодобывающем секторе, такие как полимеры, используемые для добычи сырья с помощью растворов • технологии, позволяющие снизить порог экономии на масштабах в химическом производстве; в результате небольшие предприятия смогут конкурировать с гигантскими заводами • низкочастотная диагностика и производство ароматических химикатов • разработка высокоэффективных, поддающихся биологическому разложению полимеров • биодизельное топливо и продукты на основе альфа-олефинов • универсальные лекарства для удовлетворения перспективного спроса на антибиотики и/или антиретровирусы
Биотехнологии	<ul style="list-style-type: none"> • рекомбинантные терапевтические продукты, производство универсальных лекарств • вакцины от серьезных инфекционных заболеваний, таких как ВИЧ/СПИД, туберкулез, малярия, ротавирусные болезни и диарея • диагностические методы для скрининга, выявления и мониторинга/прогнозирования развития заболеваний с помощью лабораторных методик • производство товарных химикатов из биомассы • получение энергии из возобновляемых источников (растительная биомасса) • биокатализаторы
Автомобильная промышленность	<ul style="list-style-type: none"> • разработка легких материалов • создание альтернативных видов топлива, таких, как топливные элементы • сенсоры, электроника и телематика • усовершенствованные методы конструирования и производства
Аэрокосмическая промышленность	<ul style="list-style-type: none"> • создание композитных материалов • разработки в области гиперэротермодинамики • использование сенсоров • системы мониторинга технического состояния и условий эксплуатации • снижение уровня шума • усовершенствованные производственные технологии
Металлургия и горнодобывающая промышленность	<ul style="list-style-type: none"> • добыча (извлечение) легких материалов • технологии производства сплавов, особенно магниевых • совершенствование производственных процессов
Культура	<ul style="list-style-type: none"> • технологии производства продуктов • интернет • онлайн-маркетинг • мобильные технологии • беспроводные технологии • усовершенствованные материалы • технологии на основе естественного языка • электронная коммерция • экологические технологии • порталы

Продолжение табл. 4

Сектор	Технологии
Одежда и текстиль	<ul style="list-style-type: none"> • интеллектуальный текстиль • текстиль с улучшенными свойствами, технический текстиль • естественные волокна с добавленной стоимостью — системы выявления чужеродных волокон в мохере и шерстяных тканях; изготовление пряжи; технологии окраски и отделки • ИКТ для совершенствования продуктов и процессов
Пищевая промышленность	<ul style="list-style-type: none"> • выявление микроорганизмов в продуктах питания в режиме реального времени • сенсоры для онлайн-контроля и мониторинга продуктов питания в режиме реального времени • технологии на основе чипов ДНК/РНК для оперативного выявления и анализа токсинов в продуктах питания • сенсоры патогенов в продуктах питания • сепарационные модули для принудительного помещения молекул в ограниченное пространство • системы для верификации и валидации, в режиме реального времени, технологий интервенции, используемых в системах «Анализ рисков» (Hazard Analysis) и «Критические точки контроля» (Critical Control Points, HACCP) • более глубокое понимание приемлемых уровней потребления нутрицевтиков/пищевых добавок • методы дезактивации микроорганизмов для повышения безопасности продуктов питания с увеличенным сроком хранения • стандартизированные съедобные пленки для упаковки продуктов • биологические (например, бактериоцины) и химические ингибиторы для профилактики или замедления роста патогенов в продуктах питания • технологии отслеживания происхождения продуктов питания

Источник: [DTI, 2004].

вители автомобильной (8), легкой (7), тяжелой промышленности и энергетики (по 6) и т. д.

Анализ текущего состояния секторов экономики дал следующую картину. Большинство респондентов были сконцентрированы в обрабатывающей промышленности, чуть меньше — в дистрибуции и сборке. Средний возраст компаний-респондентов составляет 33 года, средняя численность работников — 900 человек. Почти 2/3 компаний экспортировали металлургическую и химическую продукцию, текстиль, электронные компоненты и оборудование и т. д. В свою очередь, примерно четверть компаний импортировали преимущественно химические полуфабрикаты, металлургический прокат, компоненты энергетических установок и электроники, медицинские и фармацевтические продукты. Основной поток импорта поступал из США и Европы, однако немалая его доля приходилась на Японию, Китай и Индию.

В качестве потенциальных рынков сбыта компаниями рассматривались США, страны Европы, Азии и Африки, а заявленный оборот варьировал от миллиона до более двух миллиардов рандов.

Основные результаты

Из 20 технологий, включенных в перечень для опроса экспертов, ключевыми чаще других называли передовые производственные технологии (58% респондентов). На втором месте оказались технологии, связанные с моделированием и имитацией в целях совершенствования продукции,

оптимизации производственных процессов, сокращения продолжительности цикла «от проектирования до производства» и затрат на выпуск готовой продукции (34% ответивших). Третье место заняли интеллектуальные сенсорные сети и глобальные вычисления (16% опрошенных).

Перечни важнейших, по мнению респондентов, технологий на момент проведения опроса и в перспективе ближайших 5–10 лет с распределением по секторам отражены в табл. 5.

Барьеры на пути создания технологических инноваций систематизированы в табл. 6. Среди них основными были названы высокие затраты на инновационную деятельность, недостаточное финансирование и отсутствие необходимых средств. Примечательно, что дефицит финансовых ресурсов назван практическим барьером более чем половиной респондентов.

О самостоятельном создании технологий в результате проведения ИиР заявили 56% респондентов (табл. 7). Следующим по популярности способом приобретения технологий оказалось заключение официальных соглашений с местными (33%) и зарубежными компаниями (30%). Лишь 18% фирм указали, что получают технологии путем имитации. Отметим также, что ряд национальных компаний выполняли ИиР за рубежом.

В табл. 8 перечислены меры, которые респонденты считают наиболее эффективными для развития представляемых ими секторов. Чаще всего эксперты упоминали налоговые льготы (23%), программы инновационного развития (21%) и технологические платформы (20%).

Табл. 5. Технологии, представляющие важность в настоящее время и в перспективе ближайших 5–10 лет, по секторам

Сектор	Важнейшие технологии	
	На момент проведения опроса *	В перспективе ближайших 5–10 лет
Авиакосмическая промышленность и оборона	<ul style="list-style-type: none"> промышленные роботы (компании являются потребителями и покупают эти продукты у зарубежных поставщиков) технологии микропроизводства на ранней стадии развития технологии высокоточной механической обработки (очень важно) программное обеспечение для синтеза данных (в процессе развития) инфракрасные оптические системы (в процессе) электрохимические процессы высокоскоростные станки аддитивные производственные технологии космические подсистемы (в процессе развития) радары, радиочастоты, микроволновые технологии, электрооптика 	<ul style="list-style-type: none"> производственные технологии на основе инфракрасной визуализации лазерные коммуникационные системы встроенное программное обеспечение для космических радиационно стойких систем усовершенствованные промышленные роботы более эффективные энергосберегающие и экологичные системы радары, радиочастоты, микроволновые технологии, электрооптика
Электроника и ИКТ	<ul style="list-style-type: none"> биометрия (используется ограниченно) радиочастотная идентификация (используется ограниченно) планшетные компьютеры (имеются, но без технической поддержки) географический реестр Южной Африки безопасные и надежные коммуникации технологии высокоточной механической обработки (очень важно) космические подсистемы (в процессе развития) разработка программного обеспечения Linux (средняя/высокая важность) 	<ul style="list-style-type: none"> биометрия производственные технологии на основе инфракрасной визуализации лазерные коммуникационные системы географический реестр Южной Африки безопасные и надежные коммуникации встроенное программное обеспечение для космических радиационно стойких систем космические подсистемы
Одежда, текстиль, кожа, обувь	<ul style="list-style-type: none"> энергоэффективное обрабатывающее оборудование промышленные роботы (импортируются) физика цвета (<i>color physics</i>) технологии микропроизводства (на ранней стадии) станки с микропроцессорным управлением и возможностью интерактивного взаимодействия 	<ul style="list-style-type: none"> рельефная печать технологии нанесения покрытия антимикробные технологии альтернативные методы очистки и утилизации отходов производства микрожидкостные сенсоры и системы диагностики, «лаборатория-на-чипе» усовершенствованные промышленные роботы более эффективные энергосберегающие и экологичные системы возобновляемая энергетика
Автомобильная промышленность	<ul style="list-style-type: none"> специализированные приложения биотехнологии технологии для работы с нержавеющей сталью автоматизация производственных процессов высокоскоростные станки передовые станки для гибридного инъекционного формования роботизированная сварка (имеется) вакуумное формование (имеется) электрохимические процессы порошковые технологии/агломерирование цепочки поставок компонентов и создание стоимости (недостаточный уровень) технологии совершенствования поставок автокомпонентов 1-го и 2-го уровней (уровень совершенно недостаточен) международные партнерства для разработки технологий (уровень недостаточен) производственные процессы для производства пластика, армированного стекловолокном (не полностью доступны в ЮАР) стеклозащитные пленки для повышения безопасности и теплоизоляции (недоступны в ЮАР) технологии для более эффективного использования имеющихся энергоресурсов, включая солнечную энергию и топливные элементы 	<ul style="list-style-type: none"> расширение использования полиуретанов штамповка металла производственные ноу-хау для возобновляемой энергетики технологии производства автокомпонентов 1-го и 2-го уровней производственная инфраструктура мирового класса высокотемпературное агломерирование пятиосные высокоскоростные станки аддитивные производственные технологии новые технологии производства материалов технологии производства пластиковых чехлов полиуретановые технологии

Продолжение табл. 5

Сектор	Важнейшие технологии	
	На момент проведения опроса *	В перспективе ближайших 5–10 лет
Переработка сельскохозяйственного сырья	<ul style="list-style-type: none"> электронные платформы для интерактивного взаимодействия (технология доступна только в виде импортных устройств 3-го и 4-го уровней для конечных пользователей, поддержка пользователей устройств 1-го и 2-го уровней отсутствует) современные технологии производства банок и упаковки (статус меняется) современные технологии печати по металлу барьерные технологии более безопасного хранения продовольствия (недоступны в ЮАР) биотехнологии для производства продуктов питания 	<ul style="list-style-type: none"> стабилизация нефти катализ для повышения качества топлива переход на водяной газ гидрогенизация пиролитической нефти современное оборудование для производства банок и упаковки дизайн и производство станков и красок современные технологии печати по металлу эмульгаторы газификация
Химическая и фармацевтическая промышленность	<ul style="list-style-type: none"> барьерные технологии более безопасного хранения продуктов питания (недоступны в ЮАР) биополимеры, антибактериальные полимеры (недоступны в ЮАР) сенсорные и интеллектуальные полимеры (недоступны в ЮАР) усовершенствованные системы контроля производственных процессов (управление устройствами для химической трансформации) порошковые технологии/агломерирование технологии стерильного производства биотехнологии (для применения в данной отрасли) 	<ul style="list-style-type: none"> специализированные приложения биотехнологий пиролиз, стабилизация нефти, катализ для повышения качества топлива, газификация, переход на водяной газ гидрогенизация пиролитической нефти микрожидкостные сенсоры и системы диагностики, «лаборатория-на-чипе» полимеры на основе биоисточников сенсорные и интеллектуальные полимеры автоматизированное стерильное производство
Творческие секторы (ремесла, кино, телевидение, музыка, игры и др.)	<ul style="list-style-type: none"> обеспечение безопасности информационных технологий цифровая анимация безопасные коммуникации безопасная печать (персонализированные, защищенные от модификации документы) 	<ul style="list-style-type: none"> безопасные высокоскоростные интернет-каналы визуализация сложных данных безопасная печать (персонализированные, защищенные от модификации документы) безопасные коммуникации инструменты для совместного творчества
Энергетика	<ul style="list-style-type: none"> решения, дизайн и производство оборудования для возобновляемой энергетики конструирование и производство малых ветровых турбин технологии светодиодного освещения технологии индукционного приготовления пищи, главным образом для жилых зданий тепловые насосы для нагрева воды в жилых, торговых и производственных зданиях технологии возобновляемой энергетики, главным образом для жилых зданий 	<ul style="list-style-type: none"> технология производства малых ветровых турбин технологии светодиодного освещения системы горячего водоснабжения возобновляемые источники энергии усовершенствованные промышленные роботы плазменные технологии, ядерные технологии, нанотехнологии, обогащение минерального сырья технология производства малых ветровых турбин производственные ноу-хау для возобновляемой энергетики технологии для более эффективного использования имеющихся энергоресурсов, включая солнечную энергию и топливные элементы
Металлургия, капитальное оборудование и транспорт	<ul style="list-style-type: none"> фрезерная формовка, инъекционное формование пластика сложные консоли с использованием различных материалов роботизированная сварка технологии литья иковки бортовые компьютеры и электроника дисплейные модули международные партнерства для разработки технологий (уровень недостаточен) технологии совершенствования поставок автомобильных компонентов 1-го и 2-го уровней (уровень совершенно недостаточен) цепочка поставок компонентов и создания стоимости (уровень совершенно недостаточен) литье износоустойчивые отливки (имеется) электрохимические процессы высокоскоростные станки аддитивные производственные технологии промышленные роботы (компании являются потребителями и покупают эти продукты у зарубежных поставщиков) технологии микропроизводства (на ранней стадии развития) 	<ul style="list-style-type: none"> фрезерная формовка, инъекционное формование пластика сложные консоли с использованием различных материалов роботы для сварки, литья,ковки; бортовые компьютеры и электроника; дисплейные модули производственная инфраструктура мирового класса технологии производства автомобильных компонентов 1-го и 2-го уровней усовершенствованные промышленные роботы плазменные технологии, применение ядерных технологий, нанотехнологии, обогащение минералов более эффективные энергосберегающие и экологичные системы

* Указанный в скобках статус технологий был сформулирован респондентами.

Источник: составлено авторами.

Табл. 6. **Барьеры, препятствующие созданию технологических инноваций** (удельный вес респондентов, выбравших соответствующий вариант ответа, %)

Сдерживающий фактор	Степень влияния		
	Низкая	Средняя	Высокая
Слишком высокие затраты на создание инноваций		10	18
Недостаточное финансирование		11	20
Отсутствие необходимых средств		12	18
Неприемлемо высокий ожидаемый экономический риск	4	11	15
Ограничения, связанные с лицензированием	19	7	2
Нехватка квалифицированного персонала	3	15	12
Недостаточный интерес потребителей к новым товарам и услугам	8	14	8
Недостаточно гибкие стандарты регулирования	11	9	10
Организационная инертность компании	8	12	6
Недостаток маркетинговой информации	12	10	5
Недостаток технологической информации	13	8	6
Недостаточный уровень кооперации с другими фирмами	12	12	5
Другое (укажите)			2

Источник: расчеты авторов.

Участники опроса сформулировали ряд предложений по стимулированию и поддержке местных производителей. В числе таких мер были названы:

- активизация обучения персонала навыкам разработки продуктов;
- стимулирование экспорта;
- обучение навыкам фандрайзинга для привлечения инвестиций;
- доступ к сырью по конкурентным мировым ценам;
- обеспечение финансовых и временных ресурсов для тестирования концептов потенциальных инноваций;
- либерализация трудового законодательства;
- модернизация транспортной и логистической инфраструктуры;
- ограничение беспошлинной торговли со странами — членами Южноафриканского сообщества развития (Southern African Development Community, SADC) и др.

Почти половина опрошенных (47%) заявили о своем участии в государственных программах

технологического развития, повышению эффективности которых могли бы способствовать:

- увеличение финансирования ИиР;
- предоставление средств на приобретение производственного оборудования;
- повышение оплаты труда аспирантов;
- повышение качества образовательных программ;
- ускоренное реагирование на запросы бизнеса;
- минимизация бюрократических барьеров;
- предоставление местным разработчикам возможностей для коммерциализации результатов ИиР.

Заключение

За последние три десятилетия Форсайт стал одним из важнейших инструментов определения приоритетов научной и инновационной политики. Как правило, он применяется для анализа потенциальных возможностей и переориентации научной и инновационной систем, налаживания сетевых коммуникаций и вовлечения новых акторов в стратегические

Табл. 7. **Источники технологий** (удельный вес респондентов, выбравших соответствующий вариант ответа, %)

Собственные исследования и разработки	22
Официальные соглашения с иностранными компаниями (в том числе лицензионные)	12
Официальные соглашения с местными компаниями	13
Университеты и исследовательские советы	10
Приобретение технологий, воплощенных в машинах и оборудовании	9
Имитация	7

Источник: расчеты авторов.

Табл. 8. **Действенные меры политики** (удельный вес респондентов, выбравших соответствующий вариант ответа, %)

Вопрос: Какие меры политики помогли бы способствовать развитию Вашей деятельности?	
Кластерные инициативы	11
Технологические платформы	20
Инновационные программы	21
Регулирование	10
Регулирование конкуренции	5
Регулирование качества (маркировка, закупки)	8
Налоговые льготы	23

Источник: расчеты авторов.

дискуссии [Georghiou, Keenan, 2006]. Форсайт-исследования получили распространение на разных уровнях — от организационного до наднационального.

Преимуществами Форсайта могут воспользоваться даже развивающиеся страны с малыми инновационными системами. В этом случае особую важность приобретает селективность, поскольку издержки равномерного распределения горизонтальной поддержки по всем секторам экономики могут оказаться слишком высокими и, вероятно, неоправданными [Lall, 2004]. Доступ к технологиям также открыт далеко не всегда и сопряжен с затратами и рисками. Форсайт способен предоставить ценные рекомендации по вопросам подобного рода.

В отличие от многих стран, где процесс определения приоритетов институализован и осуществляется на регулярной основе, в ЮАР такие попытки предпринимаются спорадически на уровне отдельных министерств или ведомств. Недостаточное внимание к приоритизации и координации научной и инновационной повестки углубило дисбаланс в национальной инновационной системе. Более того, промышленные предприятия вынуждены создавать собственные механизмы технологического мониторинга, что влечет за собой существенное снижение возможных системных эффектов экономии от масштаба.

Интересно сравнить результаты последнего обследования с рекомендациями Форсайта 1999 г. и с международной практикой. Обращает на себя внимание вывод доклада 1999 г. о том, что участвовавшие эксперты не сочли важными «футуристические» технологии. Была признана ограниченная значимость перспективных направлений, наиболее часто упомянутых участниками Форсайт-исследований в ведущих странах, а в ряде случаев они оказались в десятке наименее значимых (например, нанотехнологии и микропроизводство). Сдержанные оценки получили и технологии моделирования, которые во всем мире считаются экономически эффективным компонентом разработки новых продуктов и процессов. Результаты Форсайта 1999 г. нашли отражение в научно-технологической системе, и в итоге страна значительно отстает в плане исследований перспективных технологий [Pouris, 2012].

Напротив, последнее обследование показывает, что заинтересованные стороны уже осознали важность возникающих и порождающих технологий. Повышенную значимость в настоящее время эксперты придают технологиям, связанным с ИКТ, включая безопасные интернет-коммуникации, биометрию, робототехнику, сенсоры и т. п.; биотехнологиям, экологически чистым энергетическим технологиям. Кроме того, к числу критически важных для деятельности компаний были отнесены передовые производственные технологии; моделирование в целях совершенствования продукции и производственных процессов, сокращения продолжительности цикла «от проектирования до производства» и снижения затрат на выпуск готовой продукции; интеллектуальные сенсорные сети и распределенные вычисления. Упомянутые технологии находятся на переднем плане и в других странах. Сегодня повышенное внимание правительства большинства стран придают передовым производственным технологиям и методам производства на заказ, аналогично тому как сформировалась международная поддержка в отношении нанотехнологий в 2000-х гг. Лидирующие позиции по масштабам ресурсов, выделенных на развитие передовых производственных технологий, занимают США [Hewitt, 2012].

Очевидно, что текущие приоритеты по сравнению с итогами Форсайта 1999 г. значительно скорректировались. В отличие от других государств, которые осуществляют мониторинг и распространение информации о новых технологиях, в ЮАР такой механизм в настоящее время отсутствует. Многие страны, прежде всего Япония со своими знаменитыми Форсайт-исследованиями, поставили мониторинг международных приоритетов и разработку собственных на институциональную основу. Низкая активность ЮАР в этом направлении, по-видимому, негативно сказывается на промышленном секторе и национальной инновационной системе. Масштабы последней сравнительно невелики: затраты на ИиР составляют всего 0.76% ВВП [HSRC, 2014]. Стремясь увеличить финансирование ИиР, Министерство науки и технологий стимулирует бизнес-сектор к более активным инвестициям [DST, 2015]. Форсайт-исследования могут стать одним из инструментов решения этой задачи. ■

Blankley O.W., Pouris A. (1993) Identification of strategic priority areas in technology development // South African Journal of Science. Vol. 89. P. 169.

DACST (1996) White Paper on Science and Technology: Preparing for the 21st Century. Pretoria: Department of Arts, Culture, Science and Technology.

DACST (2001) Foresight Synthesis Report: Dawn of a New Century. Pretoria: Department of Arts, Culture, Science and Technology.

DTI (2004) Benchmarking of Technology Trends and Technology Developments. Pretoria: Department of Trade & Industry.

- DST (2015) Strategic Plan for Fiscal Years 2015–2020. Pretoria: Department of Science and Technology.
- Georghiou L., Keenan M. (2006) Evaluation of national foresight activities: Assessing rationale, process and impact // *Technological Forecasting and Social Change*. Vol. 73. P. 761–777.
- Government Office for Science (2010) *Technology and Innovation Futures: UK Growth Opportunities for the 2020s*. London: Foresight Horizon Scanning Centre, Government Office for Science. Режим доступа: <http://www.bis.gov.uk/assets/bispartners/foresight/docs/general-publications/10-1252-technology-and-innovation-futures.pdf>, дата обращения 07.05.2015.
- Havas A., Schartinger D., Weber M. (2010) The Impact of Foresight on Innovation Policy-Making: Recent Experiences and Future Perspectives // *Research Evaluation*. Vol. 19. № 2 P. 91–104.
- Hewitt K. (2012) *The Future of U.S. Manufacturing – A Literature Analysis (Part III)*. Washington, DC: MIT Washington Office.
- HSRC (2014) R&D Survey Statistical Report 2012/13. Pretoria: Human Sciences Research Council.
- Irvine J., Martin B. (1984) *Foresight in science*. London: Pinter Publishers.
- Lall S. (2004) Reinventing industrial strategy: The role of government policy in building industrial competitiveness. G-24 Discussion paper № 28. Vienna: United Nations.
- Martin B.R. (1995) Foresight in Science and Technology // *Technology Analysis and Strategic Management*. Vol. 7. № 2. P. 139–168.
- Martin B.R. (2002) Technology Foresight in a rapidly globalizing economy // *International Practice in Technology Foresight*. Vienna: UNIDO. P. 7–32.
- Meissner D., Cervantes M. (2008) Results and impact of national foresight-studies. Paper presented at the Third International Seville Seminar on Future-Oriented Technology Analysis “Impacts and implications for policy and decision-making”, 16–17 October, Seville, Spain.
- NISTEP (2010) *The 9th Science and Technology Foresight — Contribution of Science and Technology to Future Society: The 9th Delphi Survey*. Tokyo: National Institute of Science and Technology Policy, Science and Technology Foresight Centre.
- Pietrobelli C., Puppato F. (2015) Technology foresight and industrial strategy in developing countries. UNU-MERIT Working Paper series 2015–016. Maastricht: UNU-MERIT.
- Pouris A. (2012) Science in South Africa: The dawn of a renaissance? // *South African Journal of Science*. Vol. 108. № 7/8. P. 66–71.

Priorities Setting with Foresight in South Africa

Anastassios Pouris

Director, Institute for Technological Innovation, University of Pretoria, South Africa. Address: Engineering 1 Building, Main Campus, University of Pretoria, Pretoria, South Africa. E-mail: Anastassios.pouris@up.ac.za

Portia Raphasha

Deputy Director, Innovation and Technology, Department of Trade and Industry, South Africa. Address: Private Bag X84, Pretoria, Gauteng, 0001, South Africa. E-mail: PRaphasha@thedti.gov.za

Abstract

South Africa has only irregularly undertaken exercises to identify priority technology areas, despite government recognition of their importance. Moreover this activity has no institutional frameworks. This article reviews past efforts in this field in South Africa.

In the end of 1990s, the Department of Arts Culture, Science and Technology announced the results of the National Research and Technology Foresight. One of the key implications of these results was that, in contrast to the rest of the world, South African stakeholders fail to recognize the importance of emerging technologies such as nanotechnology,

micro-production as well as simulation technologies as cost-effective components of new product and process development. These results appear to have permeated through the STI policy and as a result, the country appears to be lagging in terms of research in emerging technologies.

The main focus of the authors is on the findings of the most recent effort supported by the Department of Trade and Industry to identify changes in industrialists' opinions related to technology priorities. The recent results indicate that the country is integrating into the global economy, as national priorities are converging with priorities elsewhere.

Keywords

Foresight; science and technology (S&T) priorities; national innovation system; South Africa

DOI: 10.17323/1995-459x.2015.3.66.79

Citation

Pouris A., Raphasha P. (2015) Priorities Setting with Foresight in South Africa. *Foresight and STI Governance*, vol. 9, no 3, pp. 66–79. DOI: 10.17323/1995-459x.2015.3.66.79

References

- Blankley O.W., Pouris A. (1993) Identification of strategic priority areas in technology development. *South African Journal of Science*, vol. 89, p. 169
- DACST (1996) *White Paper on Science and Technology: Preparing for the 21st Century*, Pretoria: Department of Arts, Culture, Science and Technology.
- DACST (2001) *Foresight Synthesis Report: Dawn of a New Century*, Pretoria: Department of Arts, Culture, Science and Technology.
- DTI (2004) *Benchmarking of Technology Trends and Technology Developments*, Pretoria: Department of Trade & Industry.
- DST (2015) *Strategic Plan for Fiscal Years 2015–2020*, Pretoria: Department of Science and Technology.

- Georghiou L., Keenan M. (2006) Evaluation of national foresight activities: Assessing rationale, process and impact. *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 73, pp. 761–777.
- Government Office for Science (2010) *Technology and Innovation Futures: UK Growth Opportunities for the 2020s*, London: Foresight Horizon Scanning Centre, Government Office for Science. Available at: <http://www.bis.gov.uk/assets/bispartners/foresight/docs/general-publications/10-1252-technology-and-innovation-futures.pdf>, accessed 07.05.2015.
- Havas A., Schartinger D., Weber M. (2010) The Impact of Foresight on Innovation Policy-Making: Recent Experiences and Future Perspectives. *Research Evaluation*, vol. 19, no 2 pp. 91–104.
- Hewitt K. (2012) *The Future of U.S. Manufacturing – A Literature Analysis (Part III)*, Washington, DC: MIT Washington Office.
- HSRC (2014) *R&D Survey Statistical Report 2012/13*, Pretoria: Human Sciences Research Council.
- Irvine J., Martin B. (1984) *Foresight in science*, London: Pinter Publishers.
- Lall S. (2004) *Reinventing industrial strategy: The role of government policy in building industrial competitiveness* (G-24 Discussion paper no 28), Vienna: United Nations.
- Martin B.R. (1995) Foresight in Science and Technology. *Technology Analysis and Strategic Management*, vol. 7, no 2, pp. 139–168.
- Martin B.R. (2002) Technology Foresight in a rapidly globalizing economy. *International Practice in Technology Foresight*, Vienna: UNIDO, pp. 7–32.
- Meissner D., Cervantes M. (2008) *Results and impact of national foresight-studies*. Paper presented at the Third International Seville Seminar on Future-Oriented Technology Analysis “Impacts and implications for policy and decision-making”, 16-17 October, Seville, Spain.
- NISTEP (2010) *The 9th Science and Technology Foresight — Contribution of Science and Technology to Future Society: The 9th Delphi Survey*, Tokyo: National Institute of Science and Technology Policy, Science and Technology Foresight Centre.
- Pietrobelli C., Puppato F. (2015) *Technology foresight and industrial strategy in developing countries* (UNU-MERIT Working Paper series 2015-016), Maastricht: UNU-MERIT.
- Pouris A. (2012) Science in South Africa: The dawn of a renaissance? *South African Journal of Science*, vol. 108, no 7/8, pp. 66–71.