

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

КАРАСЕВ Олег Игоревич - заместитель директора Международного научно-образовательного Форсайт-центра, Институт статистических исследований и экономики знаний, Государственный университет – Высшая школа экономики

e-mail: okarasev@hse.ru

ЛАВРОВ Виталий Александрович, младший научный сотрудник, Институт статистических исследований и экономики знаний, Государственный университет – Высшая школа экономики

e-mail: vlavrov@hse.ru

Форсайт и дорожные карты в сфере энергосбережения и повышения энергоэффективности

В последние годы все большее внимание привлекает к себе проблема экономии энергоресурсов, перехода к развитию энергосистемы на основе новых, возобновляемых источников энергии. Современная мировая энергетика развивается на фоне растущей конкуренции за традиционные энергоресурсы, труднопредсказуемого изменения цен на них, политической нестабильности в регионах добычи и производства энергоресурсов, мирового финансового кризиса, ужесточающихся требований экологической эффективности и других вызовов. Все эти факторы имеют планетарный масштаб и служат серьезным стимулом для принятия необходимых мер по экономии энергоресурсов.

Сегодня повышение энергоэффективности экономики входит в число ключевых приоритетов экономической политики во многих странах мира. Такой подход позволил за последние 30 лет снизить энергоемкость мирового ВВП в 2 раза (в т.ч. за последние 5 лет – на 25%).¹ В России также уделяется значительное внимание вопросам энергосбережения и повышения энергоэффективности. С 2000 г. энергоемкость российской экономики снизилась более чем на треть. Преимущественно это происходило за счет структурных изменений – ускоренного развития малоэнергоемких отраслей промышленности и сферы услуг при снижении доли энергоемких секторов, таких как ТЭК, металлургия и др.²

Тем не менее, сегодня Россия остается одной из самых энергоемких экономик мира. Энергоемкость российского ВВП более чем в два раза выше среднемирового значения, что объясняется преобладанием энергоемких отраслей промышленности, особенностью размещения потребителей энергии, обслуживаемых протяженными транспортными коммуникациями, применением энергорасточительных технологий, высоким моральным и физическим износом основных фондов коммунальной инфраструктуры, суровыми природно-климатическими условиями и прочими факторами.

Снижение темпов энергопотребления в России рассматривается в числе первоочередных задач экономического развития. Совместные усилия государственных ведомств и частных структур направлены на совершенствование производства и способов распространения энергии, увеличение финансирования исследований в этой области, внедрение энергоэффективных технологий, разработанных ранее, но не получивших широкого распространения, активное применение энергоаудита. Кроме того, учитывая быстрый прогресс в энергетическом секторе, особую актуальность приобретают

¹ International Energy Agency. Key world energy statistics, 2009.

² Электронный ресурс Росстата: <http://www.gks.ru/>.

разработка и внедрение современных инструментов построения обоснованных стратегий развития сферы энергосбережения и оценки долгосрочных перспектив перехода к устойчивой энергоэффективной экономике.

Обязательное информационное сопровождение процесса модернизации энергетического комплекса, применения технологических и организационных мер повышения энергоэффективности требует реализации системных мониторинговых и прогнозных работ в данной области. Применяемые в мировой практике подходы к разработке стратегий позволяют выявить технологические решения, способные обеспечить производство соответствующих экономически технологически эффективных продуктов, определить важнейшие факторы, влияющие на развитие энергетики, связанные с этим риски и ограничения. Эффективным подходом к разработке систем стратегического развития, в том числе в области энергосбережения и повышения энергоэффективности, является Форсайт и один из его ключевых методов – дорожные карты.

Построение прогнозов развития энергетического комплекса и повышения эффективности потребления энергоресурсов на долгосрочную перспективу сталкивается с рядом трудностей. Энергетическая отрасль тесно взаимосвязана со всеми областями экономической деятельности, что требует учета мнения широкого круга заинтересованных организаций – разработчиков научных решений, производителей оборудования, его потребителей – для разработки обоснованной стратегии повышения энергоэффективности.

Повышение эффективности на всех стадиях энергетической цепочки (генерация, транспортировка и распределение, хранение и конечное потребление энергии) и в различных секторах энергопотребления требует применения множества технологических решений, находящихся на разных этапах зрелости. Разработка стратегии развития подобной системы требует синтеза экспертного знания, относящегося к самым разным областям науки и технологий, производства, рынка. Методы Форсайта позволяют учесть подобную рассредоточенность экспертного знания, обусловленную междисциплинарным характером энергосберегающих технологий и соответствующих организационных решений. Это позволяет выявить перспективные направления развития энергосбережения, выработать обоснованные инновационные стратегии в этой области с учетом разных точек зрения, сконцентрировать ресурсы на реализации приоритетов.

Несмотря на то, что Форсайт в России является сравнительно новым подходом к долгосрочному прогнозированию, уже накоплен опыт реализации крупномасштабных форсайт-исследований, в том числе разработки инновационных стратегий в сфере энергоэффективности, а также выявления приоритетных энергосберегающих технологий. Ряд подобных проектов реализуется Государственным университетом – Высшей школой экономики (ГУ–ВШЭ).

В числе Форсайт-проектов ГУ-ВШЭ, тесно связанных с вопросами энергоэффективности, следует назвать разработку перечня приоритетных направлений развития науки, технологий и техники, а также критических технологий, в формировании которого участвовали авторитетные ученые и специалисты из ведущих академических и отраслевых институтов, государственных научных центров, промышленных предприятий. Данный перечень регулярно корректируется с учетом глобальных тенденций развития и среднесрочных приоритетов социально-экономического развития страны.

На сегодняшний день определено 8 приоритетных направлений и 34 критические технологии, утвержденные Президентом РФ. Направление «Энергетика и

энергосбережение» входит в их число.³ К критическим технологиям отнесены 6 технологических групп, направленных на повышение энергоэффективности и энергосбережения, среди которых:

- технологии новых и возобновляемых источников энергии;
- технологии атомной энергетики, ядерного топливного цикла, безопасного обращения с радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом;
- технологии водородной энергетики;
- технологии производства топлив и энергии из органического сырья;
- технологии создания энергосберегающих систем транспортировки, распределения и потребления тепла и электроэнергии;
- технологии создания энергоэффективных двигателей и движителей для транспортных систем.⁴

Для каждой из вышеуказанных групп даны оценки инновационного и рыночного потенциала, разработано описание относимых к ним конкретных технологий, предложены направления государственной поддержки их развития.

Вопросы перспективного развития энергетической отрасли рассматривались в другом крупном Форсайт-проекте – Долгосрочном прогнозе научно-технологического развития Российской Федерации до 2025 г.⁵ Целью проекта являлось определение стратегических направлений инновационного развития России, обеспечивающих устойчивый рост национальной конкурентоспособности и благосостояния населения в средне- и долгосрочной перспективе на основе реализации научно-технологических преимуществ страны.

В исследовании, проведенном Высшей школой экономики, приняли участие более 2000 экспертов в 40 регионах РФ – представители всех крупнейших научно-исследовательских институтов, производственных организаций. В сфере повышения энергоэффективности и энергосбережения были рассмотрены:

- технологии создания энергосберегающих систем;
- технологии водородной энергетики;
- технологии атомной энергетики;
- производство энергии с использованием органического топлива;
- технологии новых и возобновляемых источников энергии.

Исследование позволило оценить состояние и перспективы развития научно-технологического потенциала России с учетом глобальных тенденций в этой сфере, определить важнейшие направления повышения конкурентоспособности российских производителей на основе внедрения новых технологических решений. С участием ведущих экспертов были выявлены направления науки и технологий, развитие которых имеет для России наибольшую важность, оценены сроки получения принципиальных научных решений и их возможной коммерциализации, предложены меры по поддержке внедрения научных разработок.

В числе проектов, посвященных анализу направлений повышения энергоэффективности экономики, следует назвать исследование, проводимое ГУ–ВШЭ совместно с зарубежными партнерами в лице Университета Северной Каролины (США). В ходе исследования была поставлена задача инициировать серию обсуждений на национальном и международном уровнях по вопросам политики в сфере

³ Приоритетные направления развития науки, технологий и техники РФ (утверждены Президентом Российской Федерации 21.05.2006 г., Пр-843).

⁴ Перечень критических технологий Российской Федерации (утвержден Президентом Российской Федерации 21.05.2006 г., Пр-842)

⁵ Долгосрочный прогноз научно-технологического развития Российской Федерации до 2025 г., – 2008.

энергоэффективности, выявить ключевые точки приложения усилий в этой области в России и США, включая приоритетные направления инвестиций. Исследование ориентировано на те сектора потребления энергии, которые обладают наибольшим потенциалом энергосбережения. Основное внимание уделено энергосбережению в жилых и общественных зданиях, на транспорте, в энергоемких отраслях промышленности (черной и цветной металлургии, цементной, химической и целлюлозно-бумажной промышленности).

Международный проект предусматривает разработку дорожных карт, обеспечивающих поддержку принятия управленческих решений на национальном уровне и описывающих перспективные технологические и организационные возможности повышения энергоэффективности в основных сегментах энергопотребления. Помимо этого, формируется система индикаторов, отражающих уровень энергоэффективности экономики. Система будет включать такие показатели, как наличие высококвалифицированных кадров в соответствующих областях; число организаций, осуществляющих инновационную деятельность, и их потенциал; международный трансфер технологий в сфере энергоэффективности; структура энергопотребления в различных отраслях экономики др. Большое внимание уделяется развитию связей сферы науки, образования и производства: разрабатываются предложения по совершенствованию университетских программ трансфера технологий в области энергоэффективности, получают развитие образовательные программы в сфере энергетики и охраны окружающей среды.

Важным элементом исследования является анализ инструментов и мер национальной политики в сфере энергоэффективности, реализуемой в России и за рубежом. Задачей анализа является выработка рекомендаций, направленных на совершенствование энергетической политики стран, а также создание комплексной методологии планирования мероприятий по повышению энергоэффективности.

Для решения задач по разработке стратегий повышения устойчивости энергетической системы и энергосбережения в мире широко применяется метод дорожных карт. Дорожная карта — это обобщающий документ, который отражает многоуровневую систему стратегического развития предметной области в рамках единой временной шкалы и содержит показатели ожидаемой эффективности перспективных технологий и продуктов, обладающих высоким потенциалом спроса и привлекательными потребительскими свойствами.

Дорожные карты как метод Форсайта были предложены в начале 1980-х гг. для выработки долгосрочных стратегий развития технологий в конкретных отраслях экономики или отдельных компаниях. Суть метода заключается в разработке вариантов инновационной стратегии отрасли (фирмы), зачастую носящих альтернативный характер, с привлечением ключевых экспертов в данной области. Дорожная карта иллюстрирует этапы перехода от текущего состояния к достижению целевых показателей в долгосрочной перспективе за счет синхронного развития технологий, продуктов, услуг, бизнеса и рынка.⁶

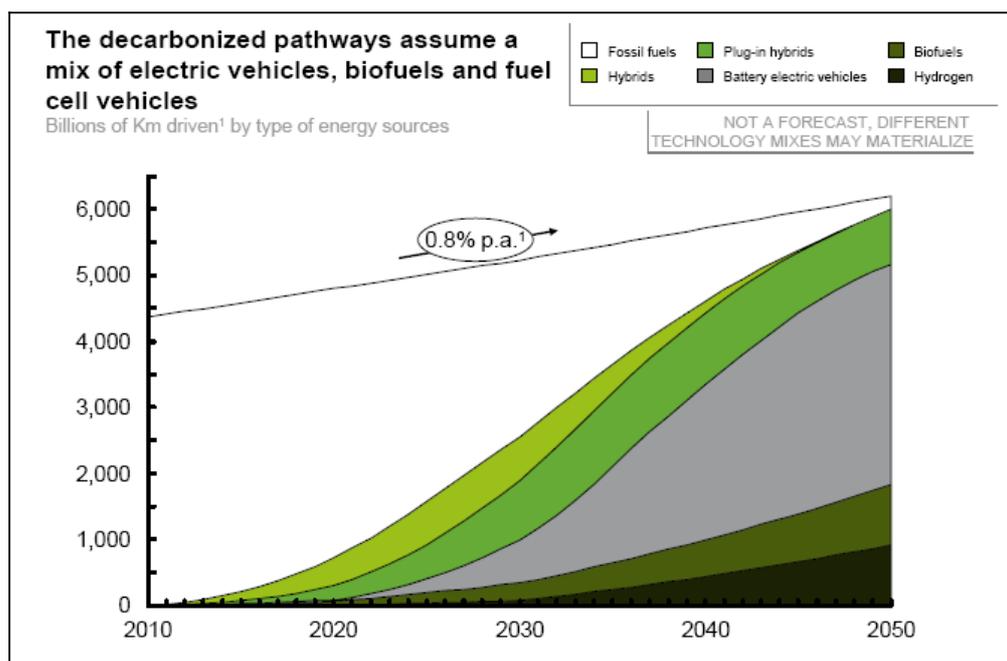
Сегодня дорожные карты в энергетическом секторе – признанный механизм для формирования технологических портфолио, необходимых для преодоления экологических и ресурсных ограничений в топливно-энергетическом комплексе. Такие проекты развиваются по инициативе органов государственной власти, субъектов корпоративного сектора, либо в рамках интеграционных объединений стран и международных организаций.

⁶ Соколов А.В. Форсайт: взгляд в будущее// Форсайт. 2007. № 1. С. 8-15.

Среди наднациональных инициатив следует обратить внимание на серию дорожных карт, разрабатываемых в Европейском Союзе: «Roadmap 2050», «Renewable Energy Technology Roadmap - 20% by 2020», «Road Maps for Nanotechnology in Energy (Nanoroadmap (NRM))», «Multi-annual Roadmap «The Energy-efficient Buildings (EeB)» и др.

Создание карты «Roadmap 2050» было инициировано Европейским климатическим фондом (ECF) с целью провести практико-ориентированный, независимый и объективный анализ маршрутов по обеспечению энергобезопасности Европы. Особое внимание в карте было уделено разработке стратегии, направленной на снижение потребления углеводородных ресурсов в европейской энергетике.⁷

Рис. 1. Фрагмент дорожной карты «Roadmap 2050» Европейского климатического фонда



Другой известный проект, дорожная карта «Renewable Energy Technology Roadmap - 20% by 2020», разработанная Европейским советом по возобновляемой энергии, позволила определить маршруты технологического развития, которыми предлагается воспользоваться субъектам сектора возобновляемой энергетики стран ЕС.⁸ Перечень технологических решений рассмотренных в этом Форсайт-проекте включал технологии использования энергии биомассы, солнечной тепловой энергии, фотовольтаику и малые гидроэлектростанции.

По инициативе Европейской комиссии в ходе реализации 6-ой Рамочной программы были исследованы перспективы применения наноматериалов и нанотехнологий в европейской энергетической отрасли. Для этого также был применен метод дорожных карт. Созданная карта «Road Maps for Nanotechnology in Energy (Nanoroadmap (NRM))» позволила определить направления коммерциализации нанотехнологий в секторе энергетики на период до 10 лет, а также выделить ключевые технологические решения и процессы, которые требуют инвестиционной поддержки.⁹

Наконец, дорожная карта «Multi-annual Roadmap «The Energy-efficient Buildings (EeB)» стала совместной инициативой компаний частного сектора и Европейской комиссии. Этот документ, разработанный в рамках «Плана экономического

⁷ European Climatic Foundation. Roadmap 2050, April 2010.

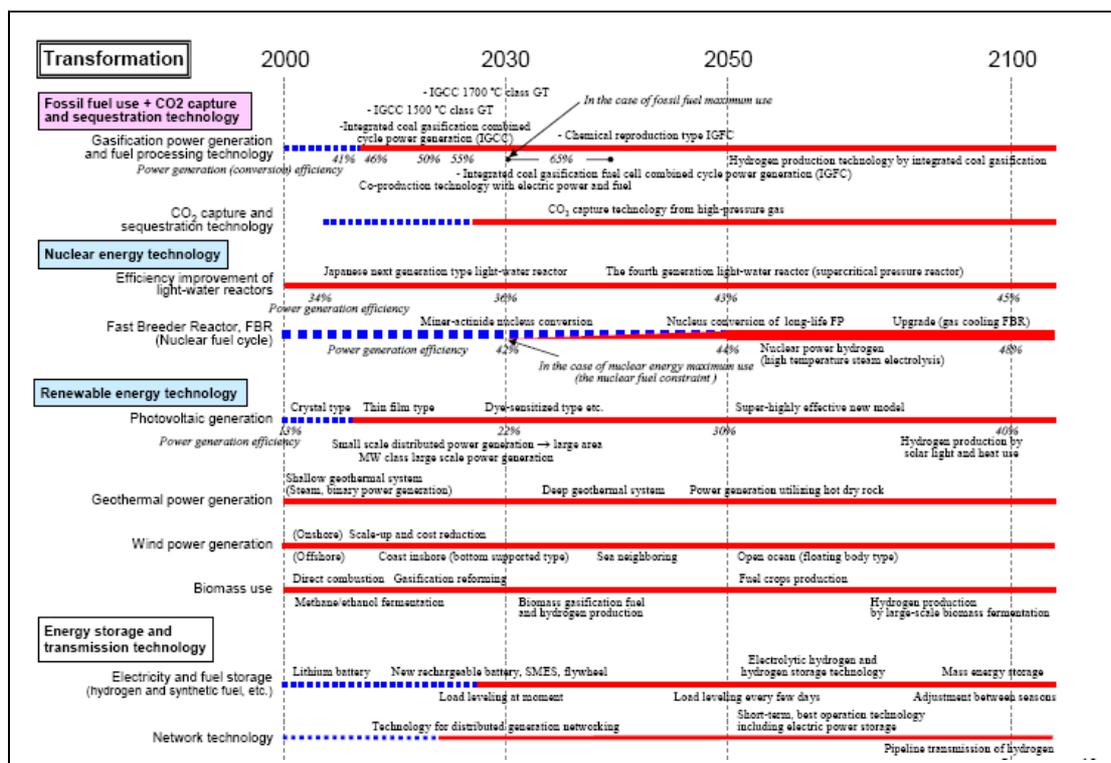
⁸ European Renewable Energy Council. Renewable Energy Technology Roadmap - 20% by 2020, 2004.

⁹ European Commission. Road Maps for Nanotechnology in Energy (Nanoroadmap (NRM)), 2006.

восстановления ЕС» 2008 г., преследовал целью изучение возможных мер повышения энергоэффективности в одном из наиболее энергоемких секторов – в жилых и общественных зданиях.¹⁰

Широкое распространение в развитых странах получила практика разработки дорожных карт как инструмента формирования политики на уровне отдельных государственных органов. Одним из наиболее известных Форсайт-исследований в данной области является документ «Energy Technology Roadmap 2100», разрабатываемый Министерством экономики, торговли и промышленности Японии с 2005 г. в рамках проекта «Strategic Technology Roadmap (Energy sector)».¹¹ Это исследование проводится совместными усилиями государственных органов, подведомственных им учреждений, представителей исследовательских и производственных организаций. Используя метод «backcasting» («от будущего – к настоящему»), такая карта описывает необходимый для энергетики портфель технологических решений, обеспечивающий устойчивое производство энергии в долгосрочной перспективе.

Рис. 2. Фрагмент дорожной карты «Energy Technology Roadmap 2100» Министерства экономики, торговли и промышленности Японии



Другой пример – карта «NanoRoadMap project, Sectoral report – Energy», посвященная применению нанотехнологий в сфере энергосбережения и повышения энергоэффективности. Этот документ был разработан Технологическим исследовательским центром (VTT), подведомственным Министерству занятости и экономики Финляндии.¹² Ряд дорожных карт для энергетического сектора поддерживается государственными органами США. Среди них можно назвать, например, документ «US National Hydrogen Energy Roadmap», ставший национальной дорожной картой в области водородной энергетики.¹³ Он разработан Департаментом энергетики США в соответствии с рекомендациями, изложенными в Национальной энергетической политике страны. Такая карта используется, в первую очередь, как документ, содержащий перечень обязательных

¹⁰ European Commission. Multi-annual Roadmap «The Energy-efficient Buildings (EeB), 2010.

¹¹ Ministry of Economy, Trade and Industry of Japan. Energy Technology Roadmap 2100, 2005.

¹² VTT. NanoRoadMap project, Sectoral report – Energy, October 2004.

¹³ United States Department of Energy. US National Hydrogen Energy Roadmap, November 2002.

мероприятий для реализации потенциала водородной энергетики в решении проблем энергетической безопасности США.

Помимо национальных проектов, в мире получила распространение практика разработки дорожных карт в сфере энергосбережения на уровне регионов и компаний. Например, правительством штата Северная Каролина (США) был реализован Форсайт-проект «A Roadmap for Nanotechnology in North Carolina's 21st Century Economy».¹⁴ Эта дорожная карта разрабатывалась Комиссией по науке и технологиям штата с целью содействия повышению инновационной активности в регионе, в том числе в энергетическом секторе, установлению кооперационных связей между компаниями и исследовательскими центрами региона, развитию кадрового потенциала, а также продвижению технологических кластеров, связанных с nanoиндустрией.

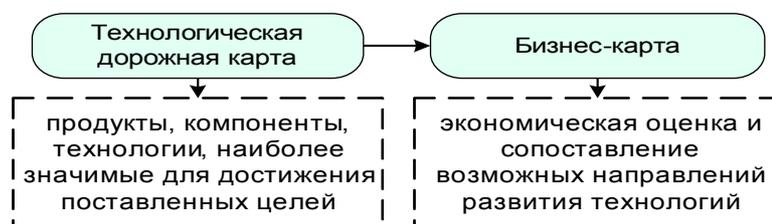
Бонневильское управление энергетики (BPA), которое является основным поставщиком электроэнергии на северо-западном побережье США и, в то же время, автономным федеральным агентством, подведомственным Министерству энергетики, разработало дорожную карту «Energy Efficiency – Technology Road Map».¹⁵ Задача, которая ставилась при разработке этого документа, состоит в том, чтобы оказать содействие формированию энергоэффективных компаний. Описывая возможные направления инновационного развития в этой сфере, карта используется как стратегический инструмент, позволяющий компаниям ориентироваться в растущем предложении энергосберегающих продуктов и технологий.

Наконец, по инициативе Ассоциации европейских производителей теплоизоляционных материалов (Eurima) была создана карта для отдельного сегмента потребления энергии – «A Roadmap for Europe «Better buildings through energy efficiency»».¹⁶ Этот документ направлен на то, чтобы обеспечить повышение энергоэффективности зданий различных типов.

Ряд проектов по разработке дорожных карт для энергетического сектора реализуется и в России. Одним из подобных примеров является масштабный проект, выполняемый ГУ-ВШЭ по заказу Государственной корпорации «РоснаноТех». В рамках проекта разрабатываются 9 дорожных карт для различных областей применения нанотехнологий, в числе которых – энергосбережение в целом, а также применение отдельных видов энергосберегающих технологий (например, светодиодов).

Коллективом проекта разработана и поддерживается концепция интегрированных дорожных карт, описывающих во взаимосвязи два аспекта будущего развития – научно-технологические и рыночные (Рис. 3).

Рис. 3. Концепция интегрированных дорожных карт



Элементы карты, описывающие факторы научно-технологического предложения, призваны в совокупности дать ответ на следующие основные вопросы:

¹⁴ North Carolina Department of Commerce. A Roadmap for Nanotechnology in North Carolina's 21st Century Economy, April 2006.

¹⁵ Bonneville Power Administration. Energy Efficiency – Technology Road Map, July 2006.

¹⁶ Eurima. A Roadmap for Europe «Better buildings through energy efficiency», 2006.

- какие новые возможности достижения целей развития отрасли или компании открываются в связи с применением инновационных технологий;
- какие новые технологии можно будет применять в производственном процессе в средне- и долгосрочной перспективе, какие инновационные продукты с их помощью можно будет произвести;
- кто выступает разработчиком, производителем и потребителем этих инновационных продуктов;
- в какие сроки следует ожидать появления принципиальных научных и технологических решений, влияющих на развитие рассматриваемой сферы деятельности.

Часть дорожной карты, дающая оценку экономической целесообразности технологических траекторий, делает акцент на следующих вопросах:

- какой уровень характеристик инновационных продуктов определяет их востребованность со стороны потребителей, обеспечивает конкурентоспособность по сравнению с другими альтернативными продуктами, представленными на рынке;
- какие сегменты рынка имеют наибольший потенциал с точки зрения продвижения инновационных продуктов, какова их ожидаемая динамика и конкурентная позиция отечественных производителей;
- каковы альтернативные источники востребованных на рынке потребительских свойств. В качестве таких источников могут выступать как конкурирующие продукты (не только традиционные, представленные на рынке уже сегодня, но и те, появление которых прогнозируется в будущем), так и альтернативные технологии производства одного и того же продукта;
- насколько важно или критично использование новых технологий для того, чтобы обеспечить удовлетворение потребности рынка в новых продуктах и потребительских свойствах.

На основе предложенной концепции ГУ-ВШЭ разрабатывается, в частности, дорожная карта «Использование нанотехнологий в сфере энергосбережения». Этот документ отражает обобщенное мнение экспертного сообщества относительно важнейших технологий и продуктов, которые в будущем окажут наиболее существенное влияние на развитие энергосбережения в России и за рубежом.

Промежуточные результаты исследования показывают, что применение продуктов сферы нанотехнологий на стадии генерации, накопления, распределения и конечного потребления энергии позволит получить существенный энергосберегающий эффект, улучшить востребованные технические параметры используемых в этой сфере продуктов. Приоритетным направлением приложения энергосберегающих технологий для целей дорожной карты выбран сектор зданий непромышленного типа (жилые и общественные здания).

В карте рассматриваются следующие основные группы перспективных продуктов:

- возобновляемые источники энергии (ВИЭ) и преобразователи энергии;
- аккумуляторы;
- суперконденсаторы;
- сверхпроводники;
- окна с селективной пропускающей способностью;
- изоляция ограждающих конструкций;
- системы локального обогрева и пр.

Каждый раздел карты структурно представляет собой обзор технико-экономических параметров инновационных продуктов и технологий, перспектив их развития и направлений использования, описание ожидаемых эффектов применения продуктов наноиндустрии, а также исследование перспектив развития рынка энергосберегающих продуктов.

На стадии генерации энергии рассматриваются технологии использования как традиционных, так и новых возобновляемых источников энергии (солнечная, энергия биомассы, геотермальная) и устройств преобразования энергии. В дорожную карту включены следующие виды оборудования и технологии, имеющие перспективы для практического освоения в жилых и общественных зданиях:

- солнечные тепловые установки и фотоэлектрические элементы;
- ветроустановки;
- геотермальные станции;
- электростанции на биомассе;
- топливные элементы;
- термоэлектрические преобразователи и пр.

Стадия производства энергии в карте рассматривается во взаимосвязи со стадией ее накопления. Это обусловлено необходимостью обязательного использования систем хранения энергии в тандеме с генерирующими устройствами при ее перепроизводстве в период снижения потребления, например в ночное время. Системы накопления энергии являются неотъемлемой частью всех электроэнергетических установок и электрогенерирующих систем, а также самостоятельных источников электрической энергии, используемых в автономных, распределительных и централизованных сетях.

На текущем этапе в качестве наиболее перспективных систем накопления энергии, с учетом возможностей применения нанотехнологических решений, эксперты рассматривают химические источники тока на базе литиевых аккумуляторов (литий-ионные, литий-полимерные, литий-серные, литий воздушные аккумуляторы); суперконденсаторы и комбинированные энергетические устройства.

При исследовании стадии транспортировки и распределения энергии в дорожную карту были включены основные направления энергосбережения в электрических сетях с применением нанотехнологий и наноматериалов. Транспортировка электроэнергии сопряжена с существенными потерями, которые могут быть снижены путем применения инновационных технологий. Для этих целей в ряде случаев востребованы электротехнические материалы с новыми или улучшенными свойствами, которые не могут быть получены традиционными способами. Применение наноструктурных композиций при создании новых материалов открывает перспективы получения желаемых электротехнических свойств. В этой связи дорожная карта рассматривает перспективы развития таких продуктов, как низко- и высокотемпературные сверхпроводники, изоляционные материалы и др.

Энергосбережение на этапе конечного потребления энергии предусматривает решение комплекса задач, среди которых экономия топливных ресурсов, сокращение эксплуатационных расходов. Строительство пассивных домов (зданий с малым энергопотреблением) сегодня является распространенной тенденцией в мире. Суммарный эффект только от экономии тепла в новых жилых и коммерческих зданиях оценивается в 70%, что быстро окупает затраты на применение энергосберегающих технологий. Что касается конечного потребления энергии в жилых и общественных зданиях, эксперты дорожной карты выделили такие направления, как изоляция ограждающих конструкций, окна с селективной пропускающей способностью, системы локального обогрева и пр.

Другой проект, реализованный ГУ-ВШЭ по заказу ГК «Роснотех» посвящен углубленному изучению перспектив развития отдельных энергосберегающих технологий

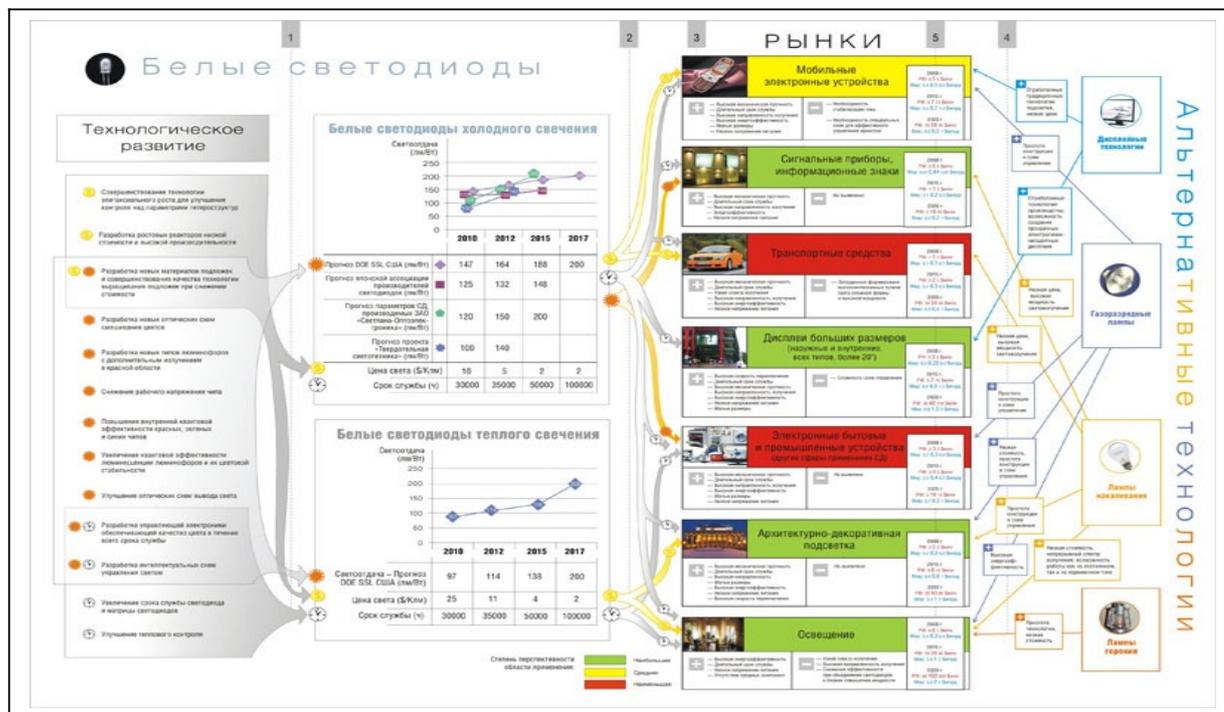
– светодиодных. С этой целью разработана дорожная карта «Использование нанотехнологий в производстве светодиодов», оценивающая возможности применения новых технологий для совершенствования светодиодной техники, в том числе с целью повышения ее энергоэффективности. Так, по оценкам экспертов, применение светодиодов в качестве источников света дает возможность сокращения затрат всей производимой электроэнергии до 20%.

Дорожная карта сопоставляет перспективы развития светодиодов с альтернативными технологиями освещения и подсветки, такими как лампы накаливания, газоразрядные лампы низкого и высокого давления, неэлектрические источники света и пр. Особое внимание уделяется анализу перспективных рынков, на которые может быть ориентировано производство российской светодиодной техники.

Ядром дорожной карты является ее визуальное представление, которое описывает ожидаемую динамику ключевых характеристик светодиодов, достигаемых в массовом производстве (с указанием, какой их уровень позволяет обеспечить конкурентоспособность российских производителей); перечень необходимых научно-технологических задач, которые должны последовательно решаться для создания светодиодов с такими характеристиками; а также ожидаемый объем и динамику сегментов рынка светодиодной техники с учетом того, что эти решения конкурируют на этих сегментах с альтернативными технологиями.

С визуальным представлением дорожной карты и ее текстовым описанием можно ознакомиться на официальном сайте ГК «Роснано» <http://www.rusnano.com>.

Рис. 4. Фрагмент дорожной карты «Применение нанотехнологий в производстве светодиодов»



Широкое применение энергоэффективных технологий требует развития взаимодействия между различными участниками рынка – разработчиками соответствующих научных решений, производителями продуктов, их потребителями, регулирующими органами. Целенаправленная организация такого взаимодействия является одной из ключевых задач, стоящих в процессе разработки дорожных карт.

Дорожные карты и Форсайт в целом обеспечивают формирование инновационных стратегий развития определенной сферы на основе учета мнений всех ключевых

действующих лиц. С помощью Форсайта определяется круг наиболее перспективных энергетических технологий, необходимых для их создания научных и опытно-конструкторских разработок, устанавливаются целевые технико-экономические параметры, оцениваются приоритетные направления использования. Регулярное обновление таких разработок с участием ведущих организаций отрасли позволяет учитывать изменения внешней среды для принятия обоснованных управленческих решений по вопросам энергоэффективности.

Форсайт и дорожные карты – это пример коммуникационной платформы, открывающей возможности для совместного выявления и обсуждения актуальных проблем в сфере энергосбережения и повышения энергоэффективности, установления общих целей и координации деятельности исследовательских коллективов, промышленных предприятий, дистрибьюторов и потребителей.