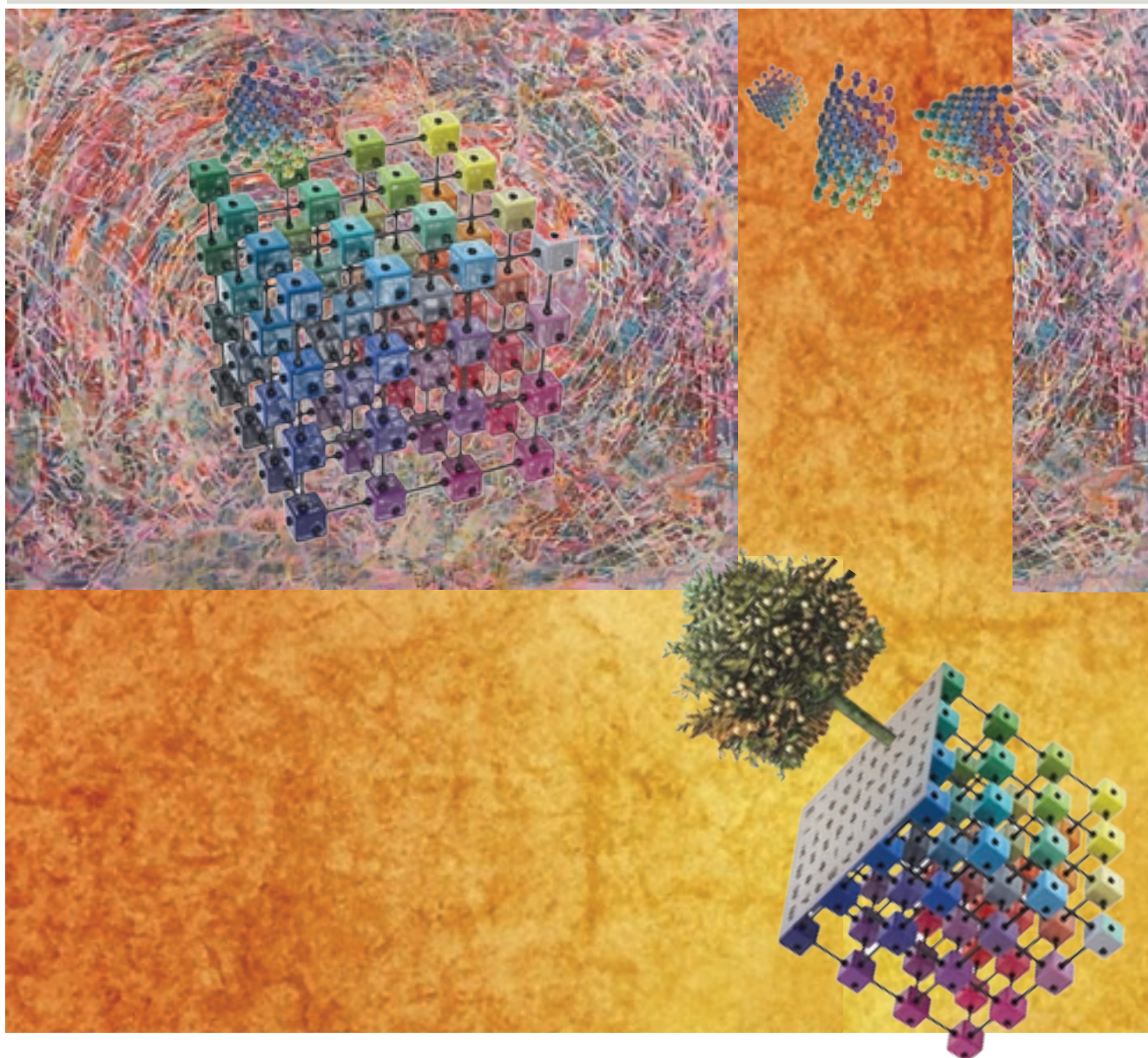


Многообразие в Форсайт-исследованиях практика отбора инновационных идей¹

В. Бруммер*, Т. Коннола**, А. Сало***



Дискретный характер технологического развития требует учета мнений широкого круга участников Форсайт-процесса при формировании оптимальных стратегий. В качестве инструмента анализа наиболее перспективных инновационных идей предлагается один из эффективных методов Форсайта — скрининг робастных портфельных моделей. На примере Финляндии продемонстрирована практика применения данного метода.

* Бруммер Вилле — научный сотрудник, Лаборатория системного анализа, Хельсинкский технологический университет (Финляндия). E-mail: ville.brummer@tkk.fi

** Коннола Тотти — научный сотрудник, Технический исследовательский центр VTT (Финляндия). E-mail: totti.konnola@vtt.fi

*** Сало Ахти — профессор, Лаборатория системного анализа, Хельсинкский технологический университет (Финляндия). E-mail: ahti.salo@tkk.fi

¹ Исследование проведено при поддержке Министерства торговли и промышленности Финляндии. Авторы выражают благодарность Ристо Лоуэнперэ и Сеппо Кангаспунта за вклад в разработку структуры Форсайт-процесса, а также Эйя Ахола, Юрки Кеттунену, Осмо Кууси, Торсти Лойкканену и Маргарете Оллила за конструктивные замечания, высказанные в ходе реализации пилотного проекта.

В 1980-х гг. основным назначением Форсайт-исследований, финансируемых государством, было определение приоритетов при распределении научно-технических ресурсов [Irvine, Martin, 1984]. Позднее неотъемлемыми функциями Форсайта стали вовлечение ключевых акторов и сетевое взаимодействие как инструменты повышения результативности инновационной системы [Martin, Johnston, 1999]. Результаты реализованных в последние годы многосторонних Форсайт-проектов подчеркивают значимость совместного определения общих ориентиров в качестве одного из инструментов синхронизации инновационной системы [Cuhls, 2003].

Эти всеобъемлющие тенденции можно рассматривать как комплементарные приложения возможностей Форсайта, направленные на повышение результативности инновационной системы в долгосрочной перспективе. Они нашли отражение в таксономии целей Форсайта, предложенной Р. Барре [Barré, 2002]: 1) формирование научно-технологических приоритетов; 2) развитие взаимосвязей внутри инновационной системы и повышение ее эффективности, и 3) обеспечение всеобщей осведомленности о перспективных технологиях. Поскольку достижение этих целей по определению требует консенсуса, рассматривать их следует с позиций эволюционного подхода, учитывающего исторический опыт накопления инновационного потенциала (см., например, [Dosi et al., 1988]). В комплементарных подходах подчеркивается значимость эволюционной гибкости и адаптивности инновационных систем — особенно в условиях дискретности развития технологий и высокой степени неопределенности. Поэтому с уверенностью можно утверждать, что ключевым фактором успеха Форсайт-мероприятий, направленных на укрепление потенциала и рост активности инновационной системы, является *многообразие*, определяемое как условие или свойство разнородности, непохожести, изменчивости [Oxford English Dictionary, 1989].

Многообразие выступает критическим фактором прежде всего на ранних стадиях инновационного цикла и характеризуется многообразием и несхожестью взглядов [Dosi et al., 1988]. Фрагментарные подходы («все идет своим чередом») при этом могут препятствовать проявлению эффекта экономии за счет масштаба (см., например [Arthur, 1990]). Здесь необходимы прямой учет различных аспектов техно-институциональной коэволюции и целенаправленное формирование новых альянсов с конкретными ориентирами технологического развития [Könnölä et al., 2006]. Это позволит сформировать жизнеспособные альтернативы существующим доминантным концепциям и избежать попадания в техно-институциональные «ловушки» [Jacobsson, Johnsson, 2000; Unruh, 2000, 2002]. По мнению Г. Грабхера и Д. Штарка [Grabher, Stark, 1997], излишне узкие или, напротив, широкие кооперационные сети могут негативно повлиять на адаптивность экономической системы. Таким образом, при структурировании «слабосвязанных» сетей желательно достичь разумного баланса.

Множественность целей определяет выбор методологического инструментария и управление процессами Форсайта. Например, повышению качества оценки альтернативных вариантов будущего способствуют такие диверсификационные мероприятия, как не ограниченные во времени дискуссии между различными заинтересованными сторонами и анализ разброса их точек зрения. Интересно отметить, что подобные консультации — неотъемлемая часть процесса сканирования слабых сигналов. Но определяются в этом случае относительно расплывчатые наборы таких сигналов [Harris, Zeisler, 2002; Mendonça et al., 2004]. Результаты эти носят промежуточный характер и являются основой для последующего анализа, причем базой здесь служат узкие его «единицы»: например, конкретные инновационные идеи, которые можно рассматривать как признаки «слабых сигналов». А поскольку конкретные идеи представляются более отчетливо, чем нечетко сформулированные «сигналы», они поддаются систематической оценке с учетом многочисленных точек зрения [Linstone, 1999].

В настоящей статье описывается новый Форсайт-метод — скрининг робастных портфельных моделей (Robust Portfolio Models — RPM), включающий распределенную генерацию, совместное комментирование, итерационную корректировку, многокритериальную оценку и портфельный анализ инновационных идей. Этот метод, основанный на робастном портфельном моделировании [Liesjö et al., 2006], позволяет учитывать точки зрения и перспективные инновационные идеи, выдвигаемые различными игроками, и в этом смысле отвечает требованиям многообразия.

Кроме того, мы представляем результаты применения метода в рамках Форсайт-форума, организованного Министерством торговли и промышленности Финляндии. Скрининг RPM использовался в работе тематических экспертных групп, сформированных по трем областям: «геномика питания»; «здравоохранение и социальные услуги» и «услуги по обретению личного опыта». Аналогичные исследования проводились аспирантами Хельсинкского технологического университета в качестве практикума по курсу теории принятия решений. Результаты работ свидетельствуют о том, что скрининг портфельных моделей, особенно в сочетании с семинарами и другими очными мероприятиями, способствует созданию сетей, определению общих ориентиров и программ действий [Salo et al., 2004].

Многообразие и цели Форсайта

Значение диверсифицированности инновационных систем подчеркивается в работах целого ряда авторов (см., например, [Schot, 1992; Weitzman, 1992; Kemp, 1996; Mulder et al., 1999]). Мы рассматриваем многообразие с позиций текущей инновационной деятельности, а также дополнительных инновационных возможностей, обусловленных развитием технологий, установлением новых ориентиров и созданием стоимостных сетей [Könnölä et al., 2006]. Многообразие технологических возможностей охва-

тывает как физические технологии (технологические артефакты и инфраструктуру), так и социальные (процедуры, иерархии и институты) [Nelson, Sampat, 2001].

Многообразие необходимо для преодоления ограничений, связанных с выбранной однажды траекторией развития. Эти ограничения регулируют отбор идей на различных уровнях инновационной системы — на уровне отдельных организаций, отраслевом, региональном, национальном и интернациональном. Такие траекториальные рамки — а они определяются экономической стратегией, ориентированной на рост прибыли, а также институциональной аккультурацией — отмечаются в работах как эволюционистов, так и институционалистов (см., например, [Dosi et al., 1988; North, 1990; Arthur, 1994]). Они обычно характеризуются формированием определенных стандартов, доминантных концепций и практик. И благодаря им поведение отдельных субъектов становится более предсказуемым. В литературе подобное явление получило название «лимитационной» («процедурной») рациональности [Simon, 1959, 1965] или «ожидаемого» поведения [Fagerberg, 2003]. Модели поведения субъектов меняются лишь тогда, когда перестают обеспечивать удовлетворительные результаты. При этом появляется риск угодить в «ловушку» сложившихся производственной и социальной систем [Jacobsson, Johnsson, 2000; Unruh, 2000, 2002]. Траекториальная зависимость и «ожидаемое» поведение способствуют усилению контроля, работе ментальных и «властных» фильтров информации [Ansoff, 1975], что негативно влияет на способность организации к заблаговременному определению сигналов перемен.

Хотя технологическая и институциональная траекториальные зависимости могут способствовать эффективному использованию имеющихся ресурсов [Arthur, 1994], в то же время они сужают спектр выбора технологических возможностей, видения и ценностей, ограничивая тем самым долгосрочный инновационный потенциал. Так, М. Фельдман и Д. Аудретч [Feldman, Audretsch, 1999] приводят эмпирические доказательства того, что специализированная инновационная деятельность в пределах узкой отрасли менее плодородна, чем диверсифицированные мероприятия в рамках комплементарных видов экономической деятельности и секторов промышленности. Следовательно, многообразие обретает особое значение в периоды дискретных радикальных перемен, которые меняют компоненты или целые системы, делают неактуальными прежние компетенции и создают новые ценности [Könnölä et al., 2006].

Говоря более конкретно, многообразие может быть связано с базовыми целями Форсайта — установлением приоритетов, созданием сетей и формированием консенсусного видения — следующим образом:

- Определение приоритетов позволяет наметить совместные действия заинтересованных сторон на будущее и эффективно распределить ресурсы [Irvine,

Martin, 1984], но внимание зачастую уделяется экономике масштаба (см., например, [Arthur, 1990]). Тем не менее, чрезмерный акцент на определенных приоритетах ограничивает спектр вариантов, отличных от традиционных подходов и доминантных концепций (см., например, [Arthur, 1989]). А это повышает инерционность техно-институциональных систем и усиливает зависимость от выбранного однажды пути развития из-за недостатка альтернатив [Jacobsson, Johnsson, 2000; Unruh, 2000, 2002; Arthur, 1994; David, 1985]. Поэтому в числе основных задач Форсайта — стимулировать появление идей о новых альтернативах и сформировать осознание всего спектра возможных перспектив при определении приоритетов [Salo et al., 2003; Keenan, 2003].

- Благодаря сетевому взаимодействию участников укрепляются связи внутри инновационной системы, повышается ее результативность [Martin, Johnston, 1999; Lundvall, 1992]. Однако излишний упор на усиление существующих сетей (см., например, [Grabher, Stark, 1997]) и оптимизацию их эффективности может привести к траекториальной зависимости, при которой сложившаяся техно-институциональная среда блокирует альтернативные технологические варианты [Unruh, 2002]. Таким образом, стимулируя выработку заинтересованными сторонами альтернативных видений будущего, Форсайт должен способствовать не только укреплению существующих сетей, но и их созидательной реструктуризации и, при необходимости, разрушению блокирующих условий [Könnölä et al., 2006]. Подобная деятельность стимулирует появление конкурирующих коалиций, основанных на различных системах ценностей, и формирование различных архитектур, конфигураций, опций и стандартов [Tushman, O'Reilly, 1997].

- Формирование консенсусного видения будущего и его технологий ведет к снижению неопределенности, позволяет синхронизировать стратегии и совместные действия различных заинтересованных сторон (см., например, [Cuhls, 2003]). Но стремление обеспечить консенсус относительно наиболее вероятного будущего и перспективных технологий может привести к консервативным и абстрактным результатам [Keenan, 2003; Luoma, 2005] и усилению существующей траекториальной зависимости. Не существует универсальных, готовых к применению концепций, особенно при отсутствии четкого распределения ответственности [Salmenkaita, Salo, 2004]. Поиск консенсусного видения будущего следует дополнить — а при необходимости и заменить — изучением альтернативных вариантов будущего и соответствующих техно-институциональных адаптаций [Könnölä et al., 2006].

С точки зрения методологии, акцент на определении приоритетов, укреплении сложившихся сетей и формировании общего видения, как правило, предполагает подходы, направленные скорее на сближение точек зрения участников, чем на формирование конкурирующих коалиций, базирующихся на различных технологических траекториях [Dosi et al., 1988], альтернативных технологических

опциях, различных видениях и ценностях. Многие методы Форсайта направлены на то, чтобы свести изначально различающиеся точки зрения к более согласованным положениям [Loveridge, 2004]. Так, в случае метода Дельфи (см., например, [Helmer, 1983]) в ходе итеративного процесса обратной связи, осмысления и пересмотра индивидуальных точек зрения синтезируются коллективные оценки, при этом часть изначально расхождений между мнениями участников сводится на нет.

Инновационные идеи как индикаторы слабых сигналов

Стремление учесть различные взгляды на будущее — основа методов сканирования слабых сигналов [Harris, Zeisler, 2002; Mendonça et al., 2004; Ilmola, Koitsalo-Mustonen, 2003]. По определению И. Ансоффа [Ansoff, 1975], слабые сигналы — это «нечеткие ранние индикации предстоящих важных событий». Позже это определение было расширено, с учетом дополнительных характеристик явлений, таких как «новое», «поразительное», «неопределенное», «иррациональное», «не заслуживающее доверия», «трудно отслеживаемое», «требующее существенного временного лага до созревания и становления в качестве мейнстрима» [Harris, Zeisler, 2002; Mendonça et al., 2004; Coffman, 2005].

Но такие характеристики весьма субъективны, и это одна из причин того, что в результате сканирования слабых сигналов можно получить широкий, расплывчатый спектр фрагментарных явлений, не поддающихся систематическому анализу. Отсутствие общепринятой системы интерпретации затрудняет идентификацию взаимосвязей между слабыми сигналами и оценку их значения различными заинтересованными сторонами. Более целесообразным представляется адресный отбор, отдающий предпочтение сигналам, которые отражают конкретные идеи о перспективных инновациях, а не слабо конкретизированные общие представления о будущем. В своей фундаментальной работе [Ansoff, 1975] Ансофф уже указывал на важность кратких описаний актуальных тем, подчеркивающих связанные с ними риски и возможности. По сути, это — создание своеобразных мини-сценариев, отражающих альтернативные траектории будущего развития [Kuusi, Meyer, 2002].

Инновационные идеи также отбираются в соответствии с системным и прикладным характером инновационных процессов:

- Системность инноваций — результат их формирования в широком контексте техно-институциональной коэволюции [Smith, 2000], где успех инновации, среди прочего, определяется сложным взаимодействием между наукой, предлагающей новые знания, реальным сектором и обществом, предъявляющими спрос на эти знания [Dosi et al., 1988]. Таким образом, поскольку в инновациях (и инновационных идеях) тем или иным образом отражены многочисленные варианты такого взаимодействия,

в них, пусть даже опосредованно, может проявиться широкий спектр слабых сигналов.

- Прикладной характер инноваций предполагает вопрос о наиболее оптимальных условиях и способах продвижения рассматриваемых инновационных идей; в результате подобного анализа могут выявиться и другие сигналы. Кроме того, прикладные идеи могут стать инициаторами системных изменений среди фрагментированных субъектов принятия решений [Smits, Kuhlmann, 2004].

Предлагаемый метод скрининга робастных портфельных моделей основан на неограниченном по времени отборе идей, связанных с перспективными инновациями, в котором могут быть отражены иные, более расплывчатые сигналы. В частности, отбор слабых сигналов (с точки зрения инновационной идеи) может не охватывать все непосредственно наблюдаемые явления, но позволяет получить массив сопоставимых «единиц анализа», поддающихся осмысленной оценке с учетом различных точек зрения [Linstone, 1999].

Пример Форсайт-проекта, охватывающего различные точки зрения

В 2004 г. Министерство торговли и промышленности Финляндии инициировало Форсайт-форум (его второй этап стартовал весной 2005 г.), который задумывался как постоянно действующий инструмент информационного обеспечения инновационной деятельности. Министерство привлекло экспертов, представлявших различных акторов, к работе тематических экспертных групп, практикумов и семинаров. Возможно было и заочное участие в них — по электронной почте и посредством специального веб-сайта². Эти мероприятия, по замыслу организаторов, должны были углубить представления участников о технологических, социальных и экономических преобразованиях в течение следующих 10–15 лет. Благодаря этому участники процесса могли бы наметить стратегии для представляемых ими организаций с учетом ожидаемых перемен.

Совместно с координатором Форума авторы статьи организовали шестимесячный экспериментальный проект по поддержке трех тематических областей в работе Форума: геномики питания; здравоохранения и социальных услуг; услуг по обретению личного опыта. Цели этого проекта:

- привлечение как можно большего числа участников, помимо 10–20 членов тематической группы, к обсуждению поставленных вопросов
- разработка систематического Форсайт-метода для сканирования, уточнения, оценки и анализа слабых сигналов с учетом различных точек зрения
- апробация метода в каждой из трех тематических областей
- трансляция результатов проекта широкой аудитории.

² Веб-сайт Финского Форсайт-форума (на финском языке) размещен по адресу: www.ennakointifoorumi.fi.

Через два месяца после старта пилотного проекта его цели были немного скорректированы для оперативного получения обоснованных результатов [Salo et al., 2004]. Целесообразным посчитали отказаться от рассмотрения широкого спектра всех видов слабых сигналов без дополнительных обоснований причин, по которым они могли представлять интерес для участников форума. В фокусе исследования оказались инновационные идеи, которые, как говорилось выше, можно рассматривать как признаки слабых сигналов. Участникам предложили представить «конкретные, ситуационно релевантные идеи для инноваций, которые:

- 1) связаны с рассматриваемой тематической областью (например, геномикой питания)
- 2) являются новыми для участника или не получили по его мнению достаточного внимания
- 3) несут в себе потенциал технологического прорыва
- 4) интересны с точки зрения современных представлений
- 5) могут предоставить возможность для развития инновации (практически применимой новой технологии, концепции, метода или практики) в течение 10–15 лет
- 6) могут потребовать многостороннего сотрудничества».

Для удобства участников и экономии времени при генерации и оценке инновационных идей активно использовались Интернет-инструменты поддержки принятия решений [Salo, 2001; Salo et al., 2004]. Удаленная работа в режиме онлайн обеспечивает эффективное, систематичное и в то же время анонимное участие заинтересованных сторон [Salo, 2001]. Но Интернет в качестве платформы для социального взаимодействия не лишен недостатков, поэтому интерактивное участие комбинировалось с очными заседаниями.

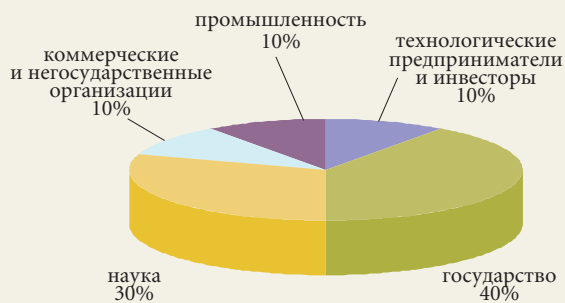
Таким образом, работа в рамках экспериментального проекта включала Интернет-анкетирование с обработкой результатов по методу скрининга RPM и последующие очные совещания с участием приглашенных экспертов в каждой тематической области. Так как новый проект имеет ряд методологических преимуществ, мы сфокусируемся на Интернет-дискуссиях и использовании метода робастного портфельного моделирования [Liesiö et al., 2006] при анализе инновационных идей.

Этапы проекта

Цель Интернет-консультаций, проводимых в каждой тематической области, — вовлечение участников (разработчиков, исследователей, пользователей, студентов) в совместную генерацию, пересмотр и оценку инновационных идей. К участию в работе специальной группы по каждой тематической области были приглашены около 50 экспертов. Их примерное распределение по секторам занятости показано на рис. 1.

Аналогичные исследования по трем указанным выше областям (геномика питания, здравоохранение и социальные услуги, услуги по обретению личного опыта) параллельно проводили 60 аспирантов

Рис. 1. Экспертное представительство различных заинтересованных сторон в пилотном проекте Финского Форсайт-форума



Хельсинкского технологического университета в рамках практикума по курсу теории принятия решений.

Отбор участников осуществлялся согласно методическим рекомендациям, приведенным в работе [Stirling, 1997, p. 42], в которой показаны три аспекта многообразия: репрезентативность (количество категорий), баланс (соотношение категорий) и несхожесть (различие категорий). Другими словами, отобранные эксперты представляли несколько групп заинтересованных сторон (репрезентативность), и была предпринята попытка обеспечить достаточное количество участников от каждой из них (баланс). В результате параллельных работ, проводимых аспирантами, выявлены дополнительные точки зрения, которые явно отличаются от тех, что представлены признанными экспертами (несхожесть).

Интернет-консультации проводились при помощи специального веб-сайта проекта. Для отбора идей использовался инструмент поддержки принятия решений Opinions-Online©. На более поздних этапах проекта результаты оценки были проанализированы с помощью программного обеспечения RPM Solver© [Liesiö et al., 2006]. Участники почти всех рабочих групп проявили высокую активность. Исключение составила область «услуги по обретению личного опыта», что было связано с дефицитом времени у предпринимателей в данной сфере (проведение исследования по времени совпало с пиком туристического сезона). Вклад участников на различных фазах процесса Интернет-консультаций отражен в табл. 1.

В каждой из рассматриваемых тематических областей процесс проходил в четыре этапа.

Этап 1. Генерирование инновационных идей. Координатор форума разослал по электронной почте приглашения участникам, предложив им ознакомиться с инструкцией, размещенной на сайте проекта, и представить к обсуждению не более семи инновационных идей. По оценке организаторов, формулировка инновационных идей (максимум 250 слов на описание одной идеи) должна была занять не более 15–20 мин. Веб-сайт оставался открытым для представления предложений в течение двух недель. Участники имели возможность присылать новые идеи не одновременно, а в несколько заходов.

Табл. 1. Идеи, предложенные в ходе Интернет-консультирования

Темы	Число участников			Количество предложенных инновационных идей
	Этап 1	Этап 2	Этап 3	
Эксперты				
Услуги по обретению личного опыта	2	-	-	6
Здравоохранение и социальные услуги	11	16	7	28
Геномика питания	7	2	4	12
Аспиранты				
Услуги по обретению личного опыта	9	8	9	45
Здравоохранение и социальные услуги	8	7	8	41
Геномика питания	6	6	4	34
Всего	43	39	32	166

Этап 2. Комментирование и уточнение идей. На втором этапе участникам было предложено поработать с двумя веб-сайтами. Первый предоставлял возможность прокомментировать идеи коллег и пересмотреть собственные, а второй позволял ознакомиться с комментариями других участников. Веб-сайты были открыты на протяжении двух недель, и в течение этого времени участники могли посещать их неограниченное число раз.

Этап 3. Многокритериальная оценка. На третьем этапе участникам предлагалось оценить представленные инновационные идеи по трем критериям, используя шкалу Лайкерта с градацией от 1 до 7 баллов. Чтобы избежать избыточной загруженности участников, было решено ограничиться тремя критериями.

- 1) *Новизна* — насколько нова идея?
- 2) *Реализуемость* — насколько осуществима идея?
- 3) *Социальная значимость* — каков масштаб и желательность потенциальных эффектов инновации?

Критерии подбирались таким образом, чтобы быть универсальными для оценки разнородных идей и достаточно всеобъемлющими для охвата различных аспектов оценки [Linstone, 1999]. Участники могли выбирать идеи (из числа представленных) для последующей оценки. Поэтому можно было ожидать, что оценки эти относятся к идеям, представляющим для респондентов наибольший интерес. Опрошенным было предложено дополнить свои количественные оценки письменными комментариями и дать предложения по реализации этих идей.

Этап 4. Многокритериальный портфельный анализ. Результаты многокритериальных оценок, проведенных в режиме онлайн, были проанализированы с помощью программных средств RPM³ и включены в предварительные перечни приоритетов, куда входили инновационные идеи, получившие наибольшее признание. Итоги анализа обсуждались на семинарах по каждой из трех тематических областей.

Анализ различных точек зрения

Согласно идее Ансоффа, для того чтобы инновационная идея квалифицировалась как слабый сигнал,

ее актуальность должна быть признана несколькими участниками. Однако, если идея получит последовательную и широкую поддержку, о ней можно говорить как о тренде, который вряд ли следует игнорировать.

Говоря более формально, можно наметить архетипные категории с помощью медиан и дисперсий диапазонов оценок, выдвинутых участниками. Идея с высокой медианной оценкой и низкой дисперсией, скорее всего, отражает тренд. А если ее медиана очень низкая (и, следовательно, низкая дисперсия, поскольку оценочные баллы имеют только положительное значение), идею можно считать «шумом». Если же идея имеет достаточно высокую медиану и при этом значительную дисперсию, ее следует квалифицировать как слабый сигнал, поскольку она активно отстаивается несколькими экспертами, в то время как другие не считают ее столь актуальной.

В отличие от методологических подходов, изложенных в более ранних публикациях, посвященных слабым сигналам, инновационные идеи оценивались в нашем исследовании не по одному, а по трем критериям (новизна, реализуемость и актуальность для общества). С учетом расчета медиан и дисперсий по всем трем критериям, каждая из представленных инновационных идей получила шесть значений балльных оценок. Применение нескольких критериев, таким образом, придало анализу дополнительные ракурсы. Но возник вопрос — каким образом соотносить различные критерии: например, инновационная идея, не являющаяся сравнительно новой, может быть актуальной для общества и, следовательно, представлять интерес.

При оценке «истинности» или точности весов критериев, по которым идентифицируются «наиболее интересные идеи», следует учитывать различные интерпретации их надежности. Для анализа инновационных идей было решено применить методологию RPM [Liesiö et al., 2006], так как она допускает неполную информацию о весе критерия. Поэтому различные точки зрения при анализе инновационных идей могут быть отражены не только в ходе консультаций с многочисленными заинтересованными группами, но и путем оценки по нескольким критериям (с выделением медианных значений и дисперсии оценок участников),

³ Подробнее о робастном портфельном моделировании см.: www.rpm.tkk.fi.

а также с учетом различных интерпретаций относительной важности этих критериев.

Робастное портфельное моделирование

Согласно стандартному определению RPM [Liesiö et al., 2006] обеспечивает выбор проектных портфелей в условиях ограниченности ресурсов и, возможно, неполной информации об относительной важности оценочных критериев и функциональности проектов согласно этим критериям. Применительно к Форуму в робастном моделировании в качестве «проектов» рассматривались конкретные инновационные идеи, а их наборы, соответственно, играли роль «портфелей проектов». Задача идентификации подмножеств наиболее перспективных идей для последующего обсуждения на семинарах, таким образом, моделируется как проблема выбора портфеля проектов с неполной информацией об относительной важности критериев оценки.

Согласно методологии портфельного моделирования, ценность каждой идеи выражается как средневзвешенная сумма ее критериальных оценок в баллах; а общая стоимость портфеля рассчитывается путем суммирования ценностей идей, содержащихся в нем. «Наболее интересные» идеи (проекты) определяются путем вычисления недоминируемых портфелей (то есть, портфелей, обладающих наиболее высокой суммарной оценкой по всем возможным параметрам). Отсюда одна из ключевых характеристик метода RPM — возможность оценивать привлекательность отдельных идей путем анализа на портфельном уровне.

Формальное описание метода RPM. С технической точки зрения, задача отбора портфелей формулируется следующим образом. Пусть множество $X = \{x^1, \dots, x^m\}$ состоит из m идей, которые необходимо оценить по n критериям. Значение оценочного балла j -й идеи по i -му критерию обозначается как $v_i^j \geq 0$, а w_i — относительная важность i -го критерия. Следуя обычному порядку многокритериального анализа решений, компоненты оптимального весового вектора $w = \{w_1, \dots, w_n\}$ — неотрицательные, и принадлежат множеству $S = \{w | \sum_{i=1}^n w_i = 1, w_i \geq 0\}$.

Общий рейтинг j -й идеи, таким образом, определяется как взвешенная сумма ее оценок по каждому из критериев:

$$V(x^j, w) = \sum_{i=1}^n w_i v_i^j.$$

Портфель — это подмножество всех идей X (т.е. $p \subset X$). Общую ценность портфеля p идей можно рассчитать путем суммирования совокупных оценок идей, входящих в него, т. е.

$$V(p, w) = \sum_{x^j \in p} V(x^j, w) = \sum_{x^j \in p} \left(\sum_{i=1}^n w_i v_i^j \right).$$

Оценивая результаты Форсайт-форума, мы стремились идентифицировать подмножества наиболее интересных инновационных идей, принимая во внимание лимит на число идей из каждой тематической области, которые могут быть отобраны для последующей проработки. Этому требованию

отвечает такое положение, что если к дальнейшему рассмотрению принимается R идей, причем $R < m$, то в расчет берутся только портфели, содержащие максимум R проектов. В итоге множество обоснованных портфелей составляет: $P_F = \{p | |p| \leq R\}$, где $|p|$ — количество идей в портфеле p .

Сопутствующие проблемы оптимизации можно сформулировать при помощи целочисленных переменных z_j , таких, что z_j эквивалентна одной из идей x_j в рассматриваемом портфеле, и нулю — в противном случае:

$$z_j = \begin{cases} 1, & \text{если } x^j \in p \\ 0, & \text{если } x^j \notin p. \end{cases}$$

Умножая общую ценность каждой идеи $V(x^j, w)$ на соответствующую интегральную переменную z_j , получаем общую стоимость портфеля равной сумме $\sum_{j=1}^m z_j (\sum_{i=1}^n w_i v_i^j)$. С учетом ограничения обоснованности $\sum_{j=1}^m z_j \leq R$ следует, что для данного весового вектора $w = \{w_1, \dots, w_n\}$ портфель с максимальной общей стоимостью считается решением проблемы.

$$\begin{aligned} & \max_{z_1, \dots, z_m} \sum_{j=1}^m z_j \left(\sum_{i=1}^n w_i v_i^j \right) \\ & \sum_{j=1}^m z_j \leq R \\ & z_j \in \{0, 1\} \forall 1 \leq j \leq m. \end{aligned}$$

При наличии неполной информации о весе заслуживающие внимания весовые векторы принадлежат множеству $S_w \subset S$, которое определяется регламентом предпочтительности относительной важности критерия. Далее, портфель p доминирует над портфелем p' , т. е. $p > p'$, при единственно возможных условиях, что (1) общая стоимость p не меньше, чем у портфеля p' по всем надежным критериальным весам $w \in S_w$, и (2) его стоимость значительно выше по некоторому обоснованному вектору $w \in S_w$ (т.е. $p > p' \Leftrightarrow [V(p, w) \geq V(p', w) \forall w \in S_w \wedge \exists w' \in S_w, \text{ такие что } V(p', w') > V(p, w')]$). Набор недоминируемых портфелей P_N включает те портфели, помимо которых не существует другого заслуживающего дальнейшего рассмотрения портфеля с более высокой общей суммарной стоимостью по всем надежным критериальным весам (т.е. $P_N = \{p \in P_F | \neg(p' > p) \forall p' \in P_F\}$).

Оценка востребованности инновационной идеи может быть вычислена путем определения числа недоминируемых портфелей, в которых она содержится. Эта информация выражается индексом важности (Core Index — CI): $CI(x) = \{p \in P_N | x \in p\} / |P_N|$ и определяется как отношение количества недоминируемых портфелей, к которым принадлежит идея, к общему количеству недоминируемых портфелей. Следовательно, если идея входит во все недоминируемые портфели, ее индекс важности составляет 100%; напротив, если она не принадлежит ни одному — ее индекс важности равен 0%. Идеи с индексом важности 100% заслуживают пристального рассмотрения. Они, в заданных оценочных шкалах, принадлежат к оптимальному портфелю инновационных идей, даже при отсутствии дополнительной информации о сравнительной важности

критериев. Соответственно, идеи с индексом важности 0% могут быть исключены из рассмотрения, поскольку не принадлежат к оптимальному портфелю, даже при наличии уточняющей информации.

Комплементарные подходы к скринингу инновационных идей

На ранней стадии пилотного проекта ожидалось, что участники в каждой тематической области генерируют около 50 идей. Учитывая временные ограничения и необходимость фокусировки на наиболее перспективных идеях, к дальнейшему рассмотрению принимались около 15–20 (в среднем — одна треть). Количество идей в надежных портфелях было, таким образом, ограничено верхней планкой $R \approx m/3$.

При скрининге инновационных идей в качестве индикатора степени заинтересованности участников использовались индексы важности. Но поскольку интерес представляет и вариативность оценок участников, были разработаны два дополнительных подхода, основанные на различных трактовках определения «наиболее интересное»:

1. *Консенсусный подход* помогает идентифицировать идеи, которые демонстрируют сравнительно высокие показатели по всем критериям, с учетом величины медианных значений и неполной информации об их сравнительной важности.
2. *Диссенсусный подход* служит выявлению идей, по которым участники высказали полярные точки зрения, что измеряется показателем вариативности, базирующемся на критериальных дисперсиях.

Опишем эти два подхода более детально. Веса i -й медианы и дисперсионный критерий обозначаются как w_i^A и w_i^V соответственно, а критериальные медианы и дисперсии оценок участников для j -й идеи обозначаются как \bar{a}_{ij} и σ_{ij}^2 .

Консенсусный подход: максимизация критериальных медиан

$$\begin{aligned} \max_{z_1, \dots, z_m} \sum_{j=1}^m z_j \left(\sum_{i=1}^n w_i^A \bar{a}_{ij} \right) \\ \sum_{j=1}^m z_j \leq R \\ z_j \in \{0, 1\} \forall 1 \leq j \leq m. \end{aligned}$$

Диссенсусный подход: максимизация критериальных медиан и дисперсий

$$\begin{aligned} \max_{z_1, \dots, z_m} \sum_{j=1}^m z_j \left(\left(\sum_{i=1}^n w_i^A \bar{a}_{ij} \right) + \left(\sum_{i=1}^n w_i^V \sigma_{ij}^2 \right) \right) \\ \sum_{j=1}^m z_j \leq R \\ z_j \in \{0, 1\} \forall 1 \leq j \leq m. \end{aligned}$$

С помощью консенсусного подхода идентифицируются инновационные идеи, которые демонстрируют достаточно высокую функциональность с точки зрения медиан оценок, выдвинутых участниками по всем критериям. Такой подход применим для продвижения идей, по которым имеется обоснованно высокая степень консенсуса. Но так

как одной из целей форума являлось изучение степени разброса точек зрения участников, существенный интерес представляет и диссенсусный подход. Проводился также дополнительный анализ для идентификации инновационных идей с высокими показателями по выбранным критериям. Анализ осуществлялся в отношении выбранных критериальных подмножеств, при этом были наложены ограничения на обоснованное весовое множество $S_w \subset S$: например, утверждение о том, что i -й критерий более важен, чем j -й, соответствует ограничению $w_i > w_j$.

Как уже упоминалось, для каждой идеи были рассчитаны медианы и дисперсии оценок участников по каждому критерию; как следствие, каждая идея получила шесть оценочных значений. Эти оценки использовались в последующем анализе, что проиллюстрировано приведенными ниже примерами консенсусного и диссенсусного подходов, а также дополнительными примерами, основанными лишь на двух критериях. Легенда для индексов следующая: новизна = 1; осуществимость = 2; актуальность для общества = 3 (при этом w_1^A — вес, ассоциированный с медианой оценок участников по новизне; w_2^A — вес, ассоциированный с дисперсией оценок осуществимости).

1) *Анализ с применением консенсусного подхода.* Инновационные идеи проанализированы путем максимизации критериальных медиан для инновационных идей. Все критерии рассматривались, как в равной степени важные. Таким образом, множество обоснованных критериев определяется по формуле:

$$S_w = \left\{ w \mid \sum_{i=1}^3 w_i^A = 1, w_i^A \geq 0 \right\}.$$

2) *Анализ с применением диссенсусного подхода.* В диссенсусном подходе внимание было уделено вариативности оценок участников — с целью идентификации тех идей, с которыми связывались противоречивые ожидания. При этом дисперсные значения считались более важными, чем соответствующие медианы для всех критериев; далее, новизна считалась более важной, чем осуществимость, которой, в свою очередь, был придан больший вес по сравнению с актуальностью для общества. Для обеспечения релевантности всех критериев (в терминах достижения ощутимо позитивного веса), вес каждого из критериев был ограничен нижней планкой 1/36 (т. е. одной шестой среднего компонента надежного весового вектора):

$$\begin{aligned} S_w = \left\{ w \mid \sum_{i=1}^3 (w_i^A + w_i^V) = 1, w_i^A \geq 0, w_i^V \geq 0, w_i^A \geq w_i^V, \right. \\ \left. w_1^A \geq w_2^A \geq w_3^A, w_i^A, w_i^V \geq \frac{1}{36} \right\}. \end{aligned}$$

3) *Анализ по конкретным критериям.* Исследовались также альтернативные способы комбинирования консенсусного и диссенсусного подходов посредством дополнительного анализа, исходя из различных весовых ограничений медианного и дисперсного критериев. В первом из этих вариантов,

учитывались только критерии дисперсности без уточнений, какие дисперсии важнее других. Во втором — внимание было уделено лишь новизне и осуществимости, причем новизна считалась более важной, а дисперсиям придавалось большее значение, нежели медианам. Затем аналогичный анализ был проведен в плоскости «новизна – актуальность для общества», т. е. место осуществимости заняла актуальность для общества:

1. Максимизация дисперсий:

$$S_w = \left\{ w \mid \sum_{i=1}^3 w_i^V = 1, w_i^V \geq 0 \right\}.$$

2. Максимизация новизны и осуществимости:

$$S_w = \left\{ w \mid w_1^A + w_1^V + w_2^A + w_2^V = 1, w_i^V \geq w_i^A \right\}.$$

3. Максимизация новизны и актуальности для общества:

$$S_w = \left\{ w \mid w_1^A + w_1^V + w_3^A + w_3^V = 1, w_i^V \geq w_i^A \right\}.$$

Эти три вида анализа были осуществлены, чтобы проверить, не заслуживают ли дальнейшего рассмотрения какие-либо дополнительные инновационные идеи, помимо включенных в списки приоритетов по результатам консенсусного и диссенсусного подходов.

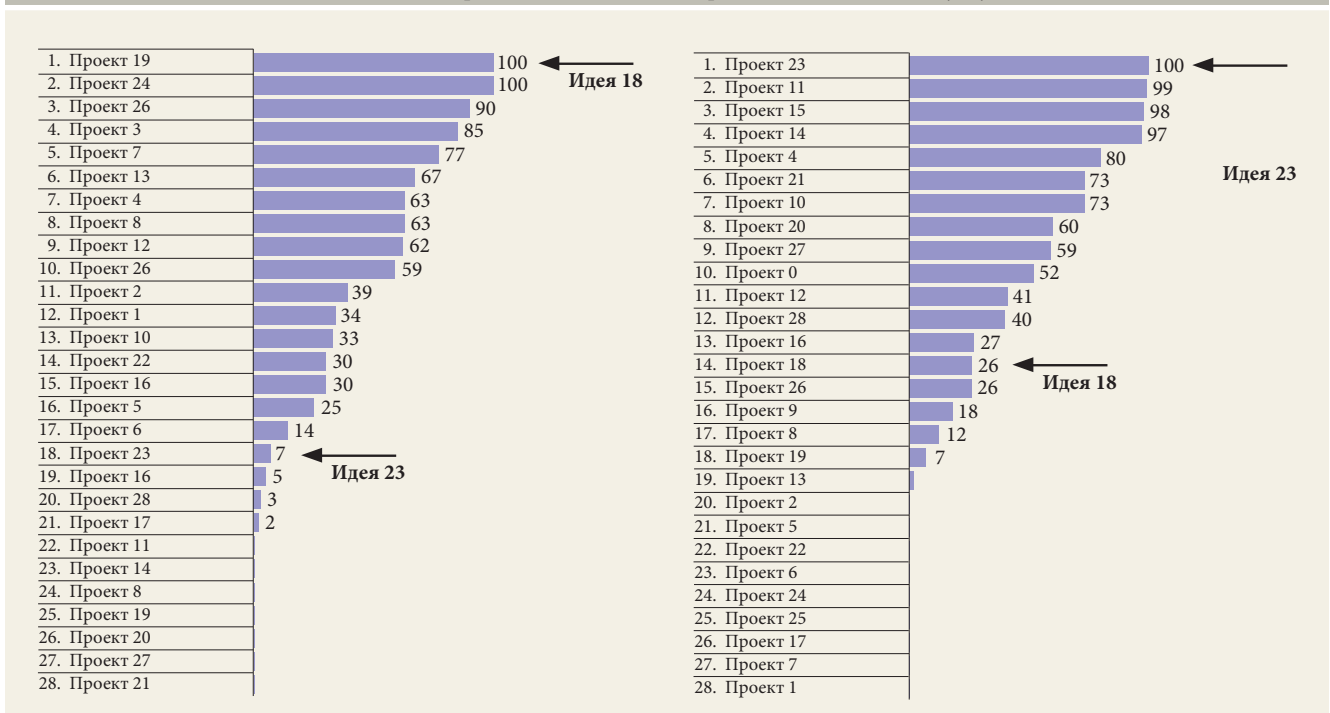
Отдельные результаты

В целом, в ходе экспериментального проекта оценивались 166 потенциальных инновационных идей, многие из которых оказались весьма перспективными. Некоторые из них обсуждались в Дельфи-опросе в рамках регионального Форсайт-проекта. Эти идеи были доведены — через веб-сайты,

а также посредством практикумов и семинаров — до предприятий, университетов, исследовательских центров, министерств и региональных центров развития. По завершении пилотного проекта все рассмотренные идеи были также заложены для оценки в интерактивную систему онлайн-поддержки принятия решений на базе программы RPM Explorer®. Система позволяет пользователям конкретизировать свои предпочтения по поводу относительной важности критериев принятия решений и получить соответствующий перечень приоритетных инновационных идей. Этот инструмент и все результаты расчетов были размещены на веб-сайте Форсайт-форума⁴.

Чтобы проиллюстрировать RPM-анализ, оценим функциональность довольно разнородных идей. На рис. 2 показаны результаты для области «Здравоохранение и социальные услуги», инновационные идеи представлены в порядке убывания индексов важности. Критериальные медианы и дисперсии для выбранных инновационных идей № 18 и № 23 приведены в табл. 2. Идея № 18 связана с ролью третичного сектора и общественных организаций в предоставлении услуг здравоохранения, а идея № 23 предлагает отмену привязки резидента к определенному муниципалитету в плане оказания подобных услуг. С точки зрения консенсусного подхода, идея № 18 заняла 1-е место, получив индекс важности 100%, а идея № 23 с индексом важности 7% — 18-е. Однако при применении диссенсусного подхода, где акцент делается на разбросе оценок участников, идея № 18 оказалась лишь четырнадцатой в рейтинге с индексом

Рис. 2. Значения индексов важности идей из тематической области «Здравоохранение и социальные услуги», полученные по результатам консенсусного и диссенсусного анализа (%)



⁴ Программа RPM Explorer размещена по адресу: www.rpm.tkk.fi/explorer; руководство пользователя: www.rpm.tkk.fi/explorer/docs/rpm-explorer_instructions.pdf. Результаты пилотных проектов (на финском языке) доступны по ссылке: www.rpm.tkk.fi/explorer/html/index_ennakointifoorumi.html.

Табл. 2. Критериальные медианы и дисперсии оценки инновационных идей №№ 18 и 23 в рамках темы «Здравоохранение и социальные услуги»

Инновационная идея	Медианные баллы			Дисперсные баллы		
	Новизна	Реализуемость	Актуальность для общества	Новизна	Реализуемость	Актуальность для общества
№18	4.00	4.86	5.29	2.29	0.41	0.20
№23	4.00	3.17	3.43	4.00	3.47	3.39

важности 26%, тогда как идея № 23 стала первой, получив индекс важности 100%.

Указанные различия обсуждались в ходе экспертного семинара. Было отмечено, что идея № 18 четко сформулирована и хорошо подходит для реализации, а идея № 23 выглядела перспективной, но более трудноосуществимой и даже противоречивой. Различия могут быть поняты в свете оценки информации, приведенной в табл. 2, поскольку инновационная идея № 18 имеет высокую медиану, прежде всего, с точки зрения социальной актуальности и осуществимости, и низкую дисперсию оценки по всем критериям. С другой стороны, более спорная инновационная идея № 23 имеет умеренную медиану оценки, но высокие дисперсные баллы. При акценте на медианной оценке идея № 18 будет иметь высокий индекс важности. Если же учитывать дисперсии по всем трем критериям (и исходить из того, что дисперсии важнее медиан, а новизна — актуальности для общества), идея № 18 получает довольно низкий индекс важности, а идея № 23 — максимальный индекс 100%. Таким образом, анализ отражает последствия выбора критериев и весов в адекватной и наглядной форме, несмотря на разное содержание сравниваемых инновационных идей. В целом участники семинара отметили полезность индексов важности и при оценке контента предлагаемых инновационных идей.

В качестве примеров инновационных идей в тематической области «Здравоохранение и социальные услуги» можно привести:

- комплексные порталы, служащие централизованным хранилищем информации
- диагностические инструменты, позволяющие пользователям анализировать свои симптомы через Интернет
- инструменты мобильного информирования, автоматически напоминающие пациентам о своевременном приеме лекарств
- реабилитационные учреждения здравоохранения, обеспечивающие комфорт пребывания для пациентов, которые больше не нуждаются в интенсивной терапии, но еще не могут быть выписаны из больницы
- регулярное посещение пожилых людей с целью превентивных проверок их здоровья.

В тематической области «Геномика питания» были получены следующие инновационные предложения:

- компьютеризированные экспертные системы, помогающие пользователям строго соблюдать персонально подобранную диету
- разработка аддитивных веществ, обеспечивающих повышенную защищенность от вред-

ных бактерий, например, для туристов в походных условиях

- систематический мониторинг наследственных заболеваний и образа жизни молодых людей, с целью профилактики либо сдерживания развития заболеваний, таких как диабет.

В тематической области «Услуги по обретению личного опыта», особенно продуктивными с точки зрения создания инновационных идей оказались аспиранты. Высокие индексы важности получили следующие инновационные предложения:

- сближение лиц со схожими интересами с целью совместного проведения свободного времени (например, посещения вечернего спектакля в театре)
- организация экскурсий в тюрьмы для молодежи с целью возможной профилактики преступности
- использование мультимедийных технологий для проецирования известных произведений живописи на стены домов
- организация ролевых интерактивных игр, где игрок будет выступать, например, в качестве детектива
- разработка виртуальных игр, в которых участники могут «испытать» ощущения спортсменов при выполнении упражнений в экстремальных видах спорта (например, прыжки с трамплина, гимнастика, прыжки с шестом).

Среди инновационных идей с более низкими индексами можно отметить предложения по организации подводных экскурсий на затонувшие суда, предоставление любой молодой женщине возможности временно поработать в качестве фотомодели, создание парков типа Диснейленда для детей дошкольного возраста.

Приведенные примеры не являются исчерпывающими, но и они позволяют судить о характере предложенных инновационных идей. Кроме того, другие участники охотно комментировали многие интересные идеи. Это обеспечило общую информированность представителей заинтересованных сторон относительно инновационного потенциала, коммерческой жизнеспособности и технологической целесообразности представленных идей.

Результаты процесса были утверждены в ходе структурированной дискуссии в рамках семинаров по каждой тематической области, посвященных итогам экспериментального проекта. По общему мнению, именно благодаря применению методологии скрининга RPM, в работу Форсайт-форума удалось вовлечь столь значительное число участников, чем было бы возможно без использования

Интернет-инструментов. Качество предложенных инновационных идей также оценено положительно, а многие из них признаны не просто интересными, но и неожиданными и несомненно заслуживающими дальнейшего развития. Наконец, процессом скрининга RPM было сравнительно легко управлять, поскольку одни и те же инструменты могли быть применены в различных тематических областях, и между ними допускались разного рода сопоставления.

Сравнение с другими подходами

Хотя использование многокритериальных методов [Salo et al., 2003] и оценка вариативности мнений участников [Ansoff, 1975] применялись в Форсайте и ранее, новизна скрининга RPM в том, что он сочетает эти подходы с моделированием неполной информации и портфельными эффектами.

- *Многокритериальный портфельный анализ.* Скрининг RPM — это *портфельная* методология для генерации предварительных списков приоритетов, в отличие от более ранних примеров использования многокритериальных методов применительно к Форсайт-процессам (см., например, [Salo et al., 2003]), прогнозным оценкам инновационной политики [Meyer-Krahmer, Reiss, 1992; Salo, Salmenkaita, 2002], а также ранжированию ценностных предпочтений заинтересованных сторон [Stirling, 1997]. В частности, портфельный анализ способствует разработке перечней приоритетов требуемого объема, поскольку количество инновационных идей в обоснованных портфелях может быть определено *априори*.

Можно также классифицировать инновационные идеи с точки зрения технологий и иных характеристик и ввести ограничения, которые касаются последних. Это дает дополнительные возможности для формирования перечней приоритетов, которые соответствуют predetermined требованиям (например, ограничениям — «не менее 25% инновационных идей должны относиться к услугам ИКТ»). Многокритериальный анализ применяется и в оценке эффективности [Charnes et al., 1994] и управлении портфелями исследований и разработок [Henriksen, Traynor, 1999].

- *Использование неполной информации.* Скрининг RPM допускает различные интерпретации важности критериальных весов (см., например, [Keeney, Raiffa, 1976]) и поэтому подходит для случаев, когда полную информацию об относительной значимости критериев трудно получить или адаптировать. В рамках экспериментального проекта, например, результаты пяти различных вариантов анализа портфельных моделей могут быть представлены на основе нескольких критериев и различных интерпретаций их относительной важности. Скрининг RPM может быть связан и с другими формами анализа, например, с использованием неполной информации для категоризации *всех* предпочтений участников, выявленных в результате многокритериального картирования [Stirling, 1997], или определением идей, которые будут поддерживаться различными заинтересованными группами

[Loveridge, 2001]. В целом, скрининг RPM напоминает программирование предпочтений, в том смысле, что неполная информация моделируется через набор включений и синтезируется в доминантных концепциях и правилах принятия решений [Liesjö et al., 2006; Mármol et al., 1998; Salo, Hämmäläinen, 2001].

- *Оценка степени дисперсности.* Изучение разброса оценок участников (путем использования критерия дисперсии) является центральным методом сканирования слабых сигналов [Harris, Zeisler, 2002; Mendonça et al., 2004; Ilmola, Koitsalo-Mustonen, 2003]. Скрининг робастных моделей отличается от этих подходов — он учитывает степень дисперсности, которая относится к нескольким критериям, а показатели дисперсности могут гибко сочетаться с аддитивной моделью, имеющей отдельные критерии для медианных оценок участников. Это позволяет провести консенсусный либо диссенсусный анализ, когда степень важности каждого критерия может быть скорректирована путем введения их весовых ограничений.

- *Сочетание удаленного и очного взаимодействия.* RPM-скрининг сочетает в себе несколько видов взаимодействия. Например, результаты Интернет-консультаций в пилотных проектах были изучены в рамках интерпретативной и дискуссионной работы в ходе очных совещаний, где выявлялись дублирование инновационных идей, их пересечение и синергия между ними. А это не только изучение отдельных идей, но и поиск комбинации (или портфеля) идей, которые должны реализоваться в комплексе [Durand, 2003]. В подобных случаях многокритериальные методы имеют значительный потенциал в качестве инструментов коммуникации [Salo et al., 2003], поскольку они сочетают преимущества известных аналитических и консультативных режимов работы (один из таких методов, «картирование мнений» (deliberative mapping), описан в работе [Eames et al., 2003]).

Подобные соображения предполагают также пути расширения сферы применения RPM-скрининга. Так, учет интересов заинтересованных групп можно гарантировать с помощью ограничений на размер и состав портфелей. Например — оптимальные портфели должны содержать определенный минимум, но не превышать установленный максимум инновационных идей, выдвинутых участниками этих групп. При необходимости формирования конкретной программы для воплощения идей, участники смогут оценить финансовые и временные затраты на их реализацию. Если эти оценки используются в анализе RPM, результирующие перечни приоритетов должны отвечать доступным бюджетам и заданным срокам. Можно ввести дополнительные ограничения на отдельные идеи (в частности, исключить идеи, которые не соответствуют заранее оговоренному пороговому уровню по некоторым критериям) либо их комбинации (например, отвергнуть идеи, несовместимые друг с другом). Таким образом, скрининг RPM применим во многих других ситуациях, когда требуется разработать ориентировочные перечни приоритетов из большого

количества сопоставимых «единиц анализа», подлежащих оценке по нескольким критериям.

Заключение

Типичная цель любых Форсайт-мероприятий — повышение результативности инновационных систем, с упором на консенсусное формирование приоритетов, создание сетей и установку общих ориентиров. Но, как и при создании сценариев [Bunn, Salo, 1993], проработка спорных и даже противоречивых идей может быть исключительно важна в построении альтернативных вариантов будущего. Поэтому мы можем утверждать, что консенсусные цели Форсайта и изучение многообразия комплементарны друг другу и необходимы в целях повышения эффективности инновационной системы. Реализация научно-технической политики может потребовать определенного консенсуса относительно тех или иных инструментов (например, программ научно-технологического развития). А подготовка к будущему может осуществляться через разнообразные виды деятельности в рамках таких механизмов (например, проектов, основанных на соперничающих коалициях и различных технологических соглашениях [Tushman, O'Reilly, 1997]). В этих условиях развитие скрининга RPM обусловлено обеими указанными перспективами, а более конкретно — может быть учтено путем введения соответствующих критериев оценки и весовых ограничений.

Хотя RPM-скрининг был разработан в рамках пилотного проекта, сфокусированного на отборе инновационных идей, этот инструмент легко применим во многих других ситуациях. В рамках разработки Европейской лесной технологической платформы он, например, использовался при формулировании национальных приоритетов для Стратегической программы исследований⁵, отражающей путь реализации технологической дорожной карты для этого сектора [Бруммер и др., 2010]. В рамках WoodWisdom-Net⁶, одной из программ ERA-NET, на основе которых формируется Европейское исследовательское пространство, мы применили аналогичные механизмы при формировании международной программы исследований, которая будет осуществляться на основе совместных проектов (в области материалов из древесины).

Развитие социально востребованных технологий подразумевает решения, принятие которых осложнено высокой степенью неопределенности, множественностью целей и возможных вариантов развития [Brummer, Salo, 2006]. По нашему мнению, принятие подобных решений требует информационной обоснованности, являющейся результатом процессов совместного обучения заинтересованных сторон (например, при «сканировании горизонтов» [Kline, 2001]). Повышению эффективности этих процессов может способствовать развитие системных подходов, таких, как скрининг портфельных моделей. **F**

Бруммер В., Коннола Т., Сало А. (2010) Разработка национальных приоритетов для технологической платформы лесного сектора // Форсайт. Т. 4. № 2. С. 44–56.

Ansoff I. (1975) Managing strategic surprise by response to weak signals // California Management Review. Vol. 17. № 2. P. 21–33.

Arthur W.B. (1989) Competing technologies, increasing returns and lock-in by historical events // Economic Journal. Vol. 99. № 394. P. 116–131.

Arthur W.B. (1990) Positive feedbacks in the economy // Scientific American. February. P. 92–99.

Arthur W.B. (1994) Increasing Returns and Path Dependence in the Economy. Ann Arbor: University of Michigan Press.

Barré R. (2002) Synthesis of technology foresight // Tübke A., Ducatel K., Gavigan J., Moncada P. (eds.). Strategic Policy Intelligence: Current Trends, the State of Play and Perspectives. Technical Report EUR-20137-EN. Seville: Institute for Prospective Technological Studies.

Bunn D.W., Salo A. (1993) Forecasting with scenarios // European Journal of Operational Research. Vol. 68. P. 291–303.

Brummer Vol., Salo A. (2006) Foresight within ERA-NETs: experiences from the preparation of an international research programme. Paper presented at the Second International Seville Seminar on Future-Oriented Technology Analysis (FTA): Impacts on policy and decision making, Seville, 28th–29th September. http://forera.jrc.es/documents/papers/FTA_Paper_Final_AS.pdf

Charnes A., Cooper W.W., Lewin A.Y., Seiford L. (1994) Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Application. Boston: Kluwer, MA.

Coffman B.S. (2005) Weak Signal Research. Part III: Sampling. Uncertainty and Phase Shifts in Weak Signal Evolution. MG Taylor Corporation. <http://www.mgtaylor.com/mgtaylor/jotm/winter97/wrsampl.htm>

Cuhls K. (2003) From forecasting to foresight processes — new participative foresight activities in Germany // Journal of Forecasting. Vol. 22. № 2–3. P. 93–111.

David P.A. (1985) Clio and the economics of QWERTY // American Economy Review. Vol. 75. № 2. P. 332–337.

Dosi G., Freeman C., Nelson R., Silverberg G., Soete L. (eds.) (1988). Technical Change and Economic Theory. London: Pinter.

Durand T. (2003) Twelve lessons drawn from 'Key Technologies 2005', the French technology foresight exercise // Journal of Forecasting. Vol. 22. № 2–3. P. 161–177.

Eames M., Stirling A., Burgess J., Davies G., Williamson S., Mayer S., Stanley K. (2003) Deliberative mapping: integrating citizens and specialists appraisals in a transparent and inclusive participatory process. Paper presented at FRONTIERS 2: European Applications in Ecological Economics, Tenerife, Spain, Fifth International Conference of the European Society of Ecological Economics, February.

Fagerberg J. (2003) Schumpeter and the revival of evolutionary economics: an appraisal of the literature // Journal of Evolutionary Economics. Vol. 13. P. 125–159.

Feldman M.P., Audretsch D.B. (1999) Innovation in cities: science-based diversity, specialization and localized competition // European Economy Review. Vol. 43. № 2. P. 409–429.

Grabher G., Stark D. (1997) Organizing diversity: evolutionary theory, network analysis and postsocialism // Regional Studies: The Journal of the Regional Studies Association. Vol. 31. № 4. P. 411–423.

Harris D., Zeisler S. (2002) Weak signals: detecting the next big thing // Futurist. Vol. 36. P. 21–28.

Helmer O. (1983) Looking Forward: A Guide to Futures Research. Beverly Hills: Sage.

⁵ См.: www.forestplatform.org и www.sra.tkk.fi.

⁶ См.: www.woodwisdom.net и www.woodwisdom.tkk.fi.

- Henriksen A.D., Traynor A.J. (1999) A practical R&D project-selection scoring tool // *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*. Vol. 46. № 2. P. 158–170.
- Ilmola L., Koitsalo-Mustonen A. (2003) Filters in the strategy formulation process // *Journal of Universal Computer Science*. Vol. 9. № 6. P. 481–490.
- Irvine J., Martin B.R. (1984) *Foresight in Science, Picking the Winners*. London: Dover.
- Jacobsson S., Johnson A. (2000) The diffusion of renewable energy technology: an analytical framework and key issues for research // *Energy Policy*. Vol. 28. № 9. P. 625–640.
- Keenan M. (2003) Identifying emerging generic technologies at the national level: the UK experience // *Journal of Forecasting*. Vol. 22. № 2–3. P. 129–160.
- Keeney R.L., Raiffa H. (1976) *Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Trade-Offs*. New York: John Wiley & Sons.
- Kemp R. (1996) The transition from hydrocarbons: the issues for policy // Facheux S., Pearce D., Proops J. (eds.). *Models of Sustainable Development*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Kline D. (2001) Positive feedback, lock-in, and environmental policy // *Policy Sciences*. Vol. 34. P. 95–107.
- Könnölä T., Unruh G.C., Carrillo-Hermosilla J. (2006) Prospective Voluntary Agreements for Escaping Techno-Institutional Lock-in // *Ecological Economics*. Vol. 57. № 2 (May). P. 239–252.
- Kuusi O., Meyer M. (2002) Technological generalizations and leitbilder — the anticipation of technological opportunities // *Technological Forecasting and Social Change*. Vol. 69. № 6. P. 625–639.
- Liesjö J., Mild P., Salo A. (2006) Preference programming for robust portfolio modeling and project selection // *European Journal of Operational Research*. Vol. 181. № 3. P. 1488–1505.
- Lindstedt M., Liesjö J., Salo A. Participatory Development of a Strategic Product Portfolio in a Telecommunication Company // *International Journal of Technology Management*. Vol. 42. № 3. P. 250–266.
- Linstone H.A. (1999) *Decision Making for Technology Executives: Using Multiple Perspectives to Improve Performance*. Boston/London: Artech House. P. 31–76.
- Loveridge D. (2001) Foresight — seven paradoxes // *International Journal on Technology Management*. Vol. 21. № 7–8. P. 781–792.
- Loveridge D. (2004) Experts and foresight: review and experience // *International Journal on Foresight and Innovation Policy*. Vol. 1. № 1–2. P. 33–69.
- Lundvall B.-Å. (ed.) (1992). *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. London: Pinter.
- Luoma P. (2005) Swedish technology foresight — a cooperative initiative // Hjelt M., Luoma P., van de Linde E., Ligoet A., Vader J., Kahan J. (eds.). *Experiences with National Technology Foresight Studies*. Sitra Report Series 4/2001. Helsinki: Sitra. <http://www.sitra.fi>
- Mármol A.M., Puerto J., Fernández F.R. (1998) The use of partial information on weights in multicriteria decision problems // *Journal on Multi-Criteria Decision Analysis*. Vol. 7. P. 322–329.
- Martin B.R., Johnston R. (1999) Technology foresight for wiring up the national innovation system: experiences in Britain, Austria, and New Zealand // *Technological Forecasting and Social Change*. Vol. 60. № 1. P. 37–54.
- Mendonça S., Cunha M.P., Kaivo-oja J., Ruff F. (2004) Wild cards, weak signals and organizational improvisation // *Futures*. Vol. 36. № 2. P. 201–218.
- Meyer-Krahmer F., Reiss T. (1992) Ex ante evaluation and technology assessment—two emerging elements of technology policy // *Research Evaluation*. Vol. 2. № 1. P. 47–54.
- Mulder P., Reschke C.H., Kemp R. (1999) Evolutionary theorising on technological change and sustainable development. Paper presented at the European Meeting on Applied Evolutionary Economics, Grenoble, France, June 7–9.
- Nelson R., Sampat B. (2001) Making sense of institutions as a factor shaping economic performance // *Journal of Economic Behavior and Organization*. Vol. 44. № 1. P. 31–54.
- North D. (1990) *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Oxford English Dictionary (2nd ed.) (1989). Oxford University Press.
- Salmenkaita J.-P., Salo A. (2004) Emergent foresight processes: industrial activities in wireless communications // *Technological Forecasting and Social Change*. Vol. 71. № 9. P. 897–912.
- Salo A. (2001) Incentives in technology foresight // *International Journal on Technology Management*. Vol. 21. № 7. P. 694–710.
- Salo A., Gustafsson T., Ramanathan R. (2003) Multicriteria methods for technology foresight // *Journal of Forecasting*. Vol. 22. № 2–3. P. 235–255.
- Salo A., Gustafsson T. (2004) A group support system for foresight processes // *International Journal on Foresight and Innovation Policy*. Vol. 1. № 3–4. P. 249–269.
- Salo A., Hämäläinen R.P. (2001) Preference Ratios in Multiattribute Evaluation (PRIME) — Elicitation and Decision Procedures under Incomplete Information // *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*. Part A: Systems and Humans. Vol. 31. № 6. P. 533–545.
- Salo A., Könnölä T., Hjelt M. (2004) Responsiveness in foresight management: reflections from the Finnish food and drink industry // *International Journal of Foresight and Innovation Policy*. Vol. 1. № 1–2. P. 70–88.
- Salo A., Salmenkaita J.-P. (2002) Embedded foresight in RTD programs // *International Journal on Policy Management*. Vol. 2. № 2. P. 167–193.
- Schot J. (1992) The policy relevance of the quasi-evolutionary model: the case of stimulating clean technologies // Combs R., Saviotti P., Walsh Vol. (eds.). *Technological Change and Company Strategies*. London: Pinter Publishers.
- Simon H.A. (1959) Theories of decision making in economics // *American Economy Review*. Vol. 49. P. 253–283.
- Simon H.A. (1965) *Administrative Behaviour* (2nd ed.). New York: Free Press.
- Smith K. (2000) Innovation as a systemic phenomenon: rethinking the role of policy // *Enterprise and Innovation Management Studies*. Vol. 1. № 1. P. 73–102.
- Smits R., Kuhlmann S. (2004) The rise of systemic instruments in innovation policy // *International Journal on Foresight and Innovation Policy*. Vol. 1. № 1–2. P. 4–32.
- Stirling A. (1997) On the economics and measurement of diversity. Electronic Working Papers Series. Vol. 28. Brighton: University of Sussex, Science Policy Research Unit.
- Tushman M.L., O'Reilly C.A. (1997) *Winning Through Innovation*. Boston: Harvard Business School Press.
- Unruh G.C. (2000) Understanding carbon lock-in // *Energy Policy*. Vol. 28. № 12. P. 817–830.
- Unruh G.C. (2002) Escaping carbon lock-in // *Energy Policy*. Vol. 30. № 4. P. 317–325.
- Weitzman M.L. (1992) On diversity // *Quarterly Journal of Economics*. Vol. 107. № 2. P. 363–405.