

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВ СЦЕНАРИЕВ ПРОЦЕССА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРЕДВИДЕНИЯ**

**Н.Д. ПАНКРАТОВА, В.В. САВАСТЬЯНОВ**

Предложен методологический аппарат моделирования альтернатив сценариев процесса технологического предвидения на основе информационной модели, образующей базу и поле знаний, описывающих все объекты, субъекты, системы, а также отношения меж ними и окружающей внешней средой. Поле знаний формируется с первого предварительного этапа процесса предвидения, пошагово организуя знания в виде семантически связанной структуры фреймов.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Определяющей тенденцией в мировой динамике экономического и социального прогресса становится инновационная деятельность, которая не только предвещает положительные качественные изменения в компании, предприятии или регионе, но и ставит принципиально новые организационные, технологические, научно-технические и другие задачи. Решение таких задач в рамках программ и проектов инновационного развития реализуется с помощью методологии технологического предвидения и методов качественного анализа [1, 2].

Стратегия предвидения должна не только удовлетворять новым требованиям, но и соответствовать складывающимся условиям инновационной деятельности и корректироваться синхронно с изменениями конъюнктуры рынка соответствующего класса продукции. Корректировка стратегии должна адаптироваться к оперативным изменениям конъюнктуры рынка при сохранении стратегических целей национального производства. В свою очередь, стратегические цели должны быть согласованы с долгосрочными тенденциями развития мирового рынка спроса конкурирующей продукции и динамикой развития соответствующей национальной отрасли производства.

Высокий динамизм конкуренции инновационной продукции на мировом рынке создал принципиально иные условия инновационной деятельности, которые характеризуются не только концептуальной неопределенностью динамики рынка, но и многофакторным риском несвоевременности реализации и быстрого морального старения изделия, предлагаемого в проекте, а также отсутствием технологических возможностей его реализации. В частности, для инновационного проекта характерна неполнота и неопределенность информации о многих свойствах и особенностях восприятия изделия на рынке, например, об отношении к нему потенциальных потребителей и конкурентов. Существующие механизмы и инструментарии технологий и инноваций [3] не позволяют в полной мере учитывать динамику изменения ситуаций, и в процессе реализации проекта возможны отклонения от вектора цели. Для решения этой проблемы целесообразно разработать стратегию

моделирования альтернатив сценариев процесса технологического предвидения, позволяющую сопровождать и при необходимости вносить корректировку в процесс принятия решения.

Цель настоящей работы — предложить методологический аппарат моделирования альтернатив сценариев процесса технологического предвидения в реальных условиях инновационной деятельности. Для этого в рамках информационной платформы сценарного анализа [3] необходимо разработать информационную модель, образующую базу и поле знаний, которые описывают все объекты, субъекты и системы, отношения между ними и внешней средой, а также способ извлечения знаний в информационную модель на предварительном этапе технологического предвидения.

### МЕТОДОЛОГИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ АЛЬТЕРНАТИВ СЦЕНАРИЕВ

Информационная модель базируется на статической иерархической структурной компоненте, содержащей уровни (эшелон, слой, страта) в виде реальных объектов, субъектов и систем, а также организующих связующих. Формализованное описание иерархической структуры, используя теоретико-множественные понятия общей теории систем [4], представим в форме декартова произведения

$$S_0 = S_1 \times S_2 \times \dots \times S_i \times \dots \times S_m, \quad (1)$$

где  $S_0$  — иерархический уровень, соответствующий структурной компоненте в целом;  $m$  — количество иерархических уровней;  $S_i$  —  $i$ -й иерархический уровень.

$$S_i = \langle M_i, P_i, R_i, X_i, Y_i, f_i, \phi_i \rangle, \quad (2)$$

где  $M_i, P_i, R_i$  — множество реальных объектов, субъектов и систем  $i$ -го уровня соответственно;  $X_i, Y_i$  — соответственно множество внутренних и внешних параметров системы  $i$ -го уровня и внешней среды;  $\phi_i, f_i$  — функционалы, определяющие взаимосвязь соответствующих параметров на всех  $m$  уровнях в виде

$$\phi_i: X_i \rightarrow Y_i; \quad f_i: Y_i \rightarrow Y_{i-1}. \quad (3)$$

Представление иерархической структурной компоненты в виде (1)–(3) позволяет принимать решения по созданию новых объектов, субъектов, систем и связей с измененными параметрами и характеристиками, которые могут быть идентифицированы как прорывные (критические) на исследуемом уровне иерархии. Такая иерархия несет в себе статические связи, группируя объекты в древовидную структуру с помощью ограниченной группы связей [5]. В основном это внутренние и внешние связи («имеет тип», «это», «является частью», «имеет показатель»), а также связи, отражающие направленность развития некоторой описываемой предметной области. Так, например, показанное на рис. 1 дерево отражает фрагмент рынка современных цифровых технологий. Данный фрагмент базируется на знаниях, извлеченных из первичных источников — популярных специализированных аналитических порталов [6]. Достоинством подобных структур, созданных группой экспер-

тов по результатам 1-го этапа технологического предвидения (этап предварительного анализа, сканирование проблемы), является единое обоснованное согласованное представление знаний о структуре исследуемой системы и о ее внешнем окружении как единого целостного объекта по заданным требованиям  $Q_0$  к объекту в целом [7].

$$Q_0 = \{K_r^0 \mid K_r^- \leq K_r^0 \leq K_r^+; r = \overline{1, R_0}\},$$

где  $K_r^0$  —  $r$ -й показатель качества объекта.

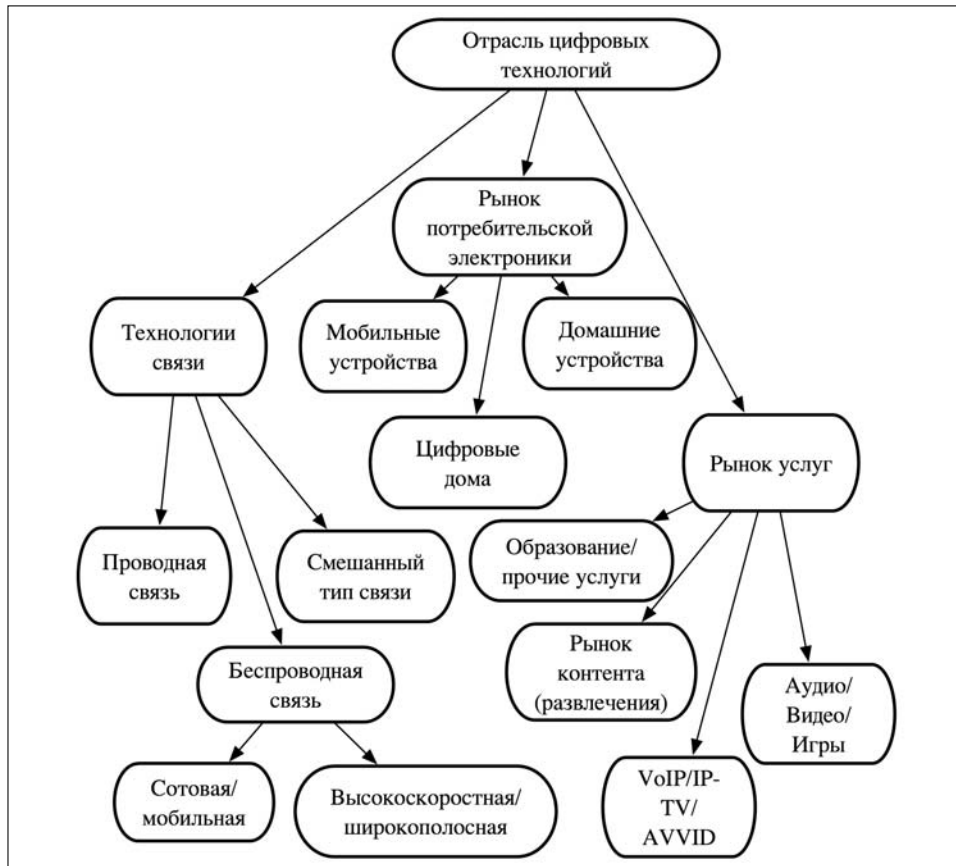


Рис. 1. Фрагмент рынка современных цифровых технологий

Однако ограничение количества связей, недостаточный учет на данном этапе исследования проблемы типов связей, отражающих взаимодействие и взаимовлияние узлов внутри статической структурной компоненты (причинно-следственные, временные и т.п.), может негативно сказаться на качестве альтернатив предлагаемых сценариев будущего. Реально число связей или отношений между объектами-узлами компоненты достаточно велико. При представлении объектов и систем в виде статической структурной иерархии ее составляющие могут образовывать, с точки зрения экспертов, связи как первостепенной важности относительно влияния на развитие предметной области в соответствии с первичными заданными целями, так и второстепенной, учитывающей ряд других связей, которые, возможно, в результате реализации сценария окажутся более приоритетными.

Для расширения возможных связей между узлами статической структурной иерархии используется статическая функциональная компонента, составляющая вместе со статической структурной компонентой информационную модель — основу для создания моделей альтернатив сценариев. Статическая функциональная компонента является множественной в информационной модели и состоит из набора иерархий процессов создаваемых альтернатив сценариев, что позволяет корректировать сценарии развития.

Реализацией представленной информационной модели, удобной для представления в памяти ЭВМ и образующей базу и поле знаний [8], пригодные для восприятия человеком, является модель, построенная на основе сети фреймов. Фреймовая система построения моделей альтернатив сценариев в технологии предвидения — это квазидинамическая система управления знаниями, фиксирующая временные срезы значений факторов, отвечающих за достоверность развития внутренних и внешних факторов системы, и предопределяющая цепь преобразований, приводящих к конфигурации альтернатив сценариев будущего в соответствии с желаемыми целями.

Так, например, методы качественного анализа в основном используются для исследования альтернатив сценариев с учетом следующих общих факторов: социальные, технологические, экономические, окружающей среды, индивидуально значимые, политические, образовательные и т.д. [1]. Факторы описания сценариев представляют точки взаимодействия исследуемой системы и окружающего мира, являясь одновременно внутренними и внешними ее характеристиками. Отбор факторов осуществляется на предварительном этапе реализации методологии технологического предвидения в рабочих группах экспертов.

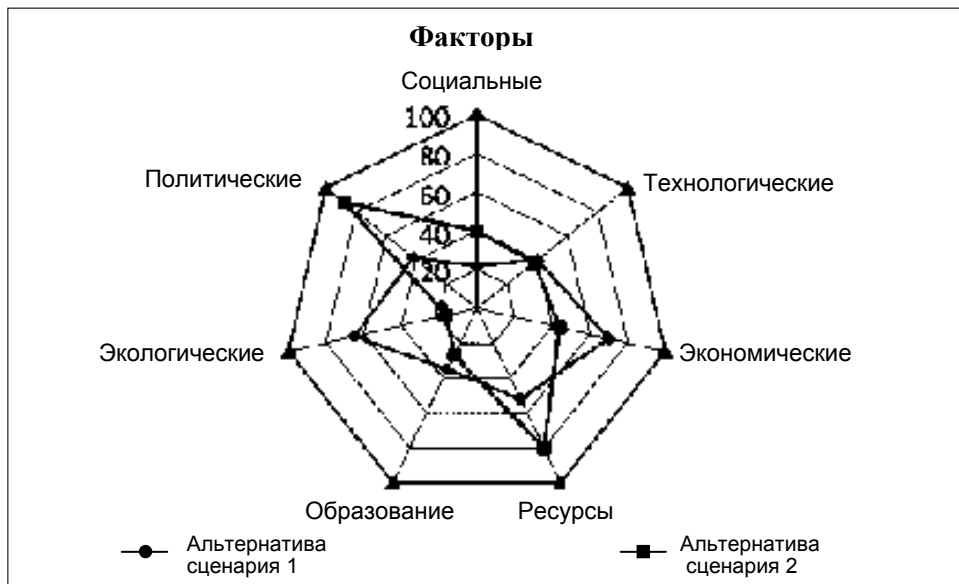


Рис. 2. Схема визуального отображения профиля альтернативы сценария

Пример визуального отображения профиля альтернативы сценария в  $k$ -й момент временного среза  $t = 1, 2, \dots, k, \dots, T$  показан на рис. 2. Подобный подход позволяет сравнивать между собой временные срезы альтернативы

одного и того же сценария либо альтернативы нескольких сценариев в определенный момент времени  $t$ . Координатные оси по соответствующим исследуемым факторам представляют отсчеты их количественных значений. Каждый фактор описывается некоторым интегральным показателем, в состав которого входят лингвистические переменные в виде вербальных описаний желаемых результатов достижения целей, сгруппированные и упорядоченные по значимости (взвешенные) для данного фактора. Для анализа профилей альтернатив сценариев и правил составления весов используются результаты экспертного оценивания на основе методов качественного анализа.

### СТРАТЕГИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ СЦЕНАРИЯ

Рассмотрим взаимодействие исследуемой системы и внешнего по отношению к ней мира в рамках развития некоторого сценария с использованием предложенной информационной модели.

На предварительном этапе методологии предвидения с использованием метода мозгового штурма описываются тенденции развития внутренних и внешних характеристик системы [1]. Применение метода SWOT-анализа позволяет провести классификацию угроз, возможностей, слабых и сильных сторон выявленных внешних и внутренних тенденций.

Внешние тенденции развития исследуемой системы приведены на рис. 3. Это могут быть закономерности поведения рынков, экономические законы, политические влияния и т.д. На основании сгенерированной информации лицо, принимающее решение (ЛПР), должно согласовать развитие системы с благоприятствующими трендами, найти способ успешно противостоять противодействующим трендам, а также создавать новые тренды в окружающей среде реализацией инновационных идей.

Примером такого поведения может служить развитие рынка услуг широкополосной связи. Тенденция социальной сферы «быть постоянно на связи», реализованная и обеспеченная в виде услуг сотовой связи операторами, преобразовалась в желание иметь постоянный доступ к данным, новостным лентам, картам, блогам и корпоративным порталам. Рост вычислительной мощности мобильных устройств, удешевление портативных компьютеров, появление новых типов устройств, таких как мобильные мультимедийные терминалы типа Apple iPhone и сверхкомпактные нетбуки, изначально ориентированные на постоянное присутствие в сети, только поспособствовали росту такой тенденции. Несмотря на пессимистическое отношение к этому участников рынка услуг широкополосной беспроводной связи (перекося зрения в сторону экономического фактора, 2007 г.) [9], реальность ситуации на глобальном рынке (неизбежность влияния остальных факторов, 2008 г.) привела к неизбежности внедрения технологий широкополосной беспроводной связи [10]. Компании, которые руководствовались не только экономическим фактором оценки будущего при выборе стратегии, а и предвидением новых технологий и тенденций, сегодня стали лидерами отрасли, обеспечив не только инфраструктурные решения, а и подготовив себе потребителей, т.е. согласовав векторы сценариев развития своих компаний с глобальным рынком.

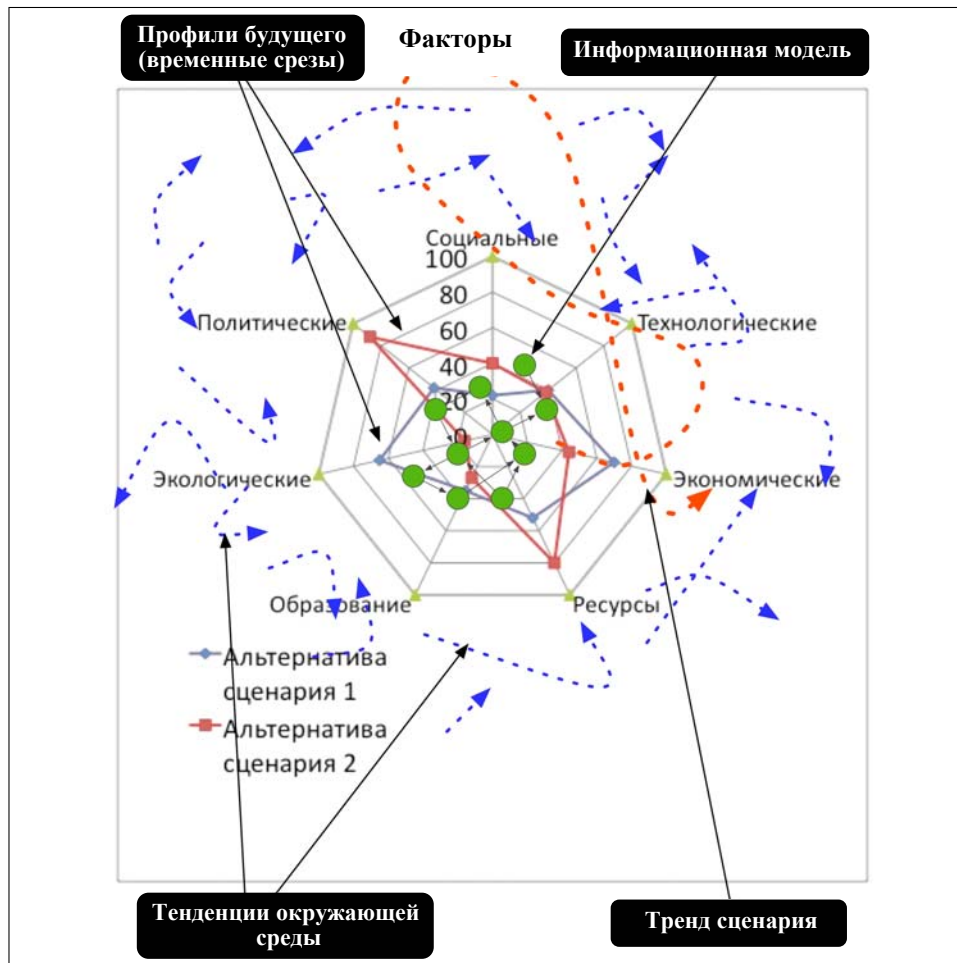


Рис. 3. Схема представления внешних тенденций развития системы

Тот же результат и то же видение наблюдаются и на других рынках телекоммуникаций, в частности на рынке услуг IPTV [11, 12].

Так как предвидение и создание альтернатив сценариев — это непрерывный процесс принятия решения относительно поведения сложных систем в будущем, то необходимо формальное описание тенденций на протяжении жизненного цикла процесса. Накопленный опыт непрерывно заносится в базу знаний на основе созданной статической функциональной компоненты, узлы которой взаимосвязываются вновь появляющимся рядом отношений в семантической сети. В семантических описаниях тенденций должны быть заполнены поля, описывающие участников и регуляторов. В процессе заполняются слоты фреймов узлов сети значениями, определенными на основе анализа внешней среды, открытых и закрытых источников, экспертных оценок.

Особую роль средств и способов создания новых тенденций в окружающей среде в модели построения сценариев играют критические (ключевые) технологии [13]. В моделях будущего могут использоваться альтернативы активных сценариев и, следовательно, генерации и внедрения прорывных критических технологий в рамках инновационных проектов, и

альтернативы пассивных сценариев внедрения новых технологий, а также их комбинации. Важно заметить различие понятий «критические» и «новые» технологии. Новые технологии заменяют более старые, позволяя продолжить горизонтальное развитие и перераспределение рынка, не создавая принципиально новых видов услуг. Использование критических технологий порождает качественные скачки в развитии системы, однако и усложняет анализ и конструирование сценариев. Из-за большого числа связей с учетом активного участия движущих сил в создании определенного профиля сценария в заданный временной период, т.е. с увеличением сложности проблемы, снижается уровень достоверности создаваемого сценария и повышаются многофакторные риски. Если характер действий движущих сил является хаотичным, «ситуационным», с упором на экономические факторы и личный интерес, а со стороны регулятора на участников сценария не оказываются никаких воздействий, то количество контрпримеров (антисобытий) для скачков в альтернативах будет увеличиваться, а сценарий смещаться в область недоверия с точки зрения содержания сценариев [1,2].

### МОДЕЛИРОВАНИЕ СОЗДАНИЯ СЦЕНАРИЯ ИННОВАЦИОННОГО ПЕРСОНАЛЬНОГО УСТРОЙСТВА СВЯЗИ

Рассмотрим пример формирования стратегии создания сценария инновационного персонального устройства связи, особенности реализации которого стали бы одной из прорывных технологий рынка телекоммуникаций.

В результате проведенного сканирования за последние несколько лет [5, 14, 15] экспертами выявлены следующие тенденции (табл. 1).

Предположим, что конечной целью стратегии является создание инновационного персонального устройства связи с большой долей инноваций, совпадающей с основными тенденциями рынка телекоммуникаций. Таблица тенденций на этапе сканирования позволяет выделить первичный набор гипотез и построить на их основе простейшую статическую структурную иерархию.

**Таблица 1.** Тенденции рынка телекоммуникаций

| Внешние тенденции   | Факторы   |
|---|---|
| Мобильный телефон станет основным устройством доступа к сетям для большинства людей   | Социальные, технологические   |
| Ожидается стремительное развертывание стационарных и мобильных сетей широкополосной связи. Выйти в интернет на высокой скорости можно будет практически из любого места, что коснется и развивающихся стран. В результате сформируется так называемый Networked World (мир, объединенный в глобальную сеть) | Технологические, экономические, политические, образовательные, стратегические                   |
| Получат распространение так называемые устройства 3 Screen (телевизор + персональный компьютер + телефон)   | Социальные, технологические, индивидуально значимые (эргономика, предпочтения), образовательные |

Продолжение табл. 1

|  |  |
|--|--|
| Голосовой и сенсорный интерфейсы станут основными интерфейсами   | Социальные, технологические, индивидуально значимые (эргономика, предпочтения, адаптация к среде, простота и скорость доступа) |
| Получат распространение модели SaaS (Software as a Service, ПО как услуга), IaaS (инфраструктура как услуга) и PaaS (платформа как услуга), что нанесет мощный удар по традиционным поставщикам программного и аппаратного обеспечения   | Социальные, экономические, технологические, стратегические   |
| В будущем компаниям придется руководствоваться созданием не вертикальных, а горизонтальных сетей. Со временем доход от каждого абонента (ARPU) упадет, поэтому телекоммуникационные компании должны будут находить новые способы извлечения прибыли  | Социальные, экономические, индивидуально значимые (эргономика, предпочтения), стратегические                                   |
| Границы между индивидуальным и рабочим временем будут размываться  | Социальные, индивидуально значимые   |
| Единственным верным решением является переход на технологию широкополосного вещания Everything-over-IP, что касается как проводных, так и беспроводных сетей. Это наименее затратное и самое перспективное решение, когда данные, голос и видео, а также сигналы управления передаются по одним и тем же каналам | Технологические, политические, экономические, стратегические   |
| Многофункциональное устройство — привычный продукт для пользователя: объединение плеера и телефона, телефона и фотоаппарата, телефона и радио в одно устройство  | Индивидуально значимые (эргономика, предпочтения, адаптация к среде, простота доступа), технологические, экономические         |
| Предпочтение пользователями полноценных сайтов и полноценных мобильных браузеров. Снижение посещаемости WAP-порталов   | Социальные, технологические  |
| Растущие объемы продаж аудио и видео через Интернет  | Социальные, индивидуально значимые, экономические  |
| Пользователи больше станут заходить в Интернет с мобильного  | Социальные, индивидуально значимые, технологические  |
| Всестороннее развитие m-commerce   | Социальные, индивидуально значимые, технологические, экономические   |
| Развитие геолокации, персонализированных карт, персональной навигации  | Социальные, индивидуально значимые, технологические, экономические, образовательные  |
| Интеграция в мобильные устройства персонального цифрового ассистента, персонального справочника и организера   | Социальные, индивидуально значимые, образовательные  |



### **Гипотезы развития рынка телекоммуникаций [16]**

1. Технологический прогресс в микроэлектронике дает возможность создавать все более миниатюрные и более мощные устройства с функциями компьютера, к которому будут подключены цепи приема теле-, радиосигналов, блок модуля сотовой телефонии, спутниковое устройство навигации, модули беспроводных сетей WAN, LAN и PAN, фотомодули, модули хранения данных высокой плотности и т.п.

2. Прогресс в области устройств ввода и вывода позволяет делать все более тонкие, высокого разрешения, гибкие экраны с возможностью реакции на множественное прикосновение — мультисенсорные экраны (multitouch), а также с учетом растущей мощности вычислительного блока персонального устройства создавать интерфейсы, распознающие голосовые команды.

3. С появлением возможности постоянно быть на связи с глобальными сетями, в том числе с сетью Интернет, пользователи все больше заходят в Интернет с мобильного устройства, предпочитая полноценный Web-браузинг WAP-порталам, используя такие популярные компьютерные средства общения, как IM (Jabber, ICQ и т.п.), участвуя в социальных сетях и применяя интернет-карты (Google-maps, Yandex-maps), совершая покупки через Интернет как реальных товаров, так и виртуальных услуг (ПО, музыка, видео и др.).

4. Подключение к Интернет вытесняет другие технологии получения услуг, отличные от традиционно компьютерных (с использованием в качестве носителя данных услуги протоколов IP). Более того, доступность услуг через Интернет и свобода выбора при одновременном разнообразии возможностей ПО (программного обеспечения) телефона по персонализации услуг (как на ПК) приводят к отказу пользователей от платных SMS, MMS, разового платного прослушивания голосовой почты, платных мелодий, заставок и других операторских сервисов.

5. Постоянное соединение позволяет использовать онлайн-приложения и web-приложения на основе технологий HTML, AJAX, XML. На сегодняшний день для использования таких технологий необходимо иметь полнофункциональный мобильный браузер с поддержкой этой технологии.

6. Привлечь пользователя может технология, совмещающая возможность сконцентрировать все сервисы в аппарате пользователя, при этом не ограничивая возможность пользоваться сервисами других поставщиков, с внешним порталом, охватывающим широкий спектр платных услуг по умеренной цене.

Фрагмент статической структурной иерархии, моделирующий структуру связей будущего рынка телекоммуникаций с точки зрения влияния приведенных гипотез на реализацию инновационного мобильного устройства, приведен на рис. 4. Здесь сплошными линиями соединены узлы, сгруппированные вокруг движущих сил («клиенты», «производитель телефона», «операторы», «частные разработчики и коммерческие организации»), дополнительно пунктирными стрелками показаны косвенные связи взаимовлияния узлов, построенные с использованием логического вывода по гипотезам.

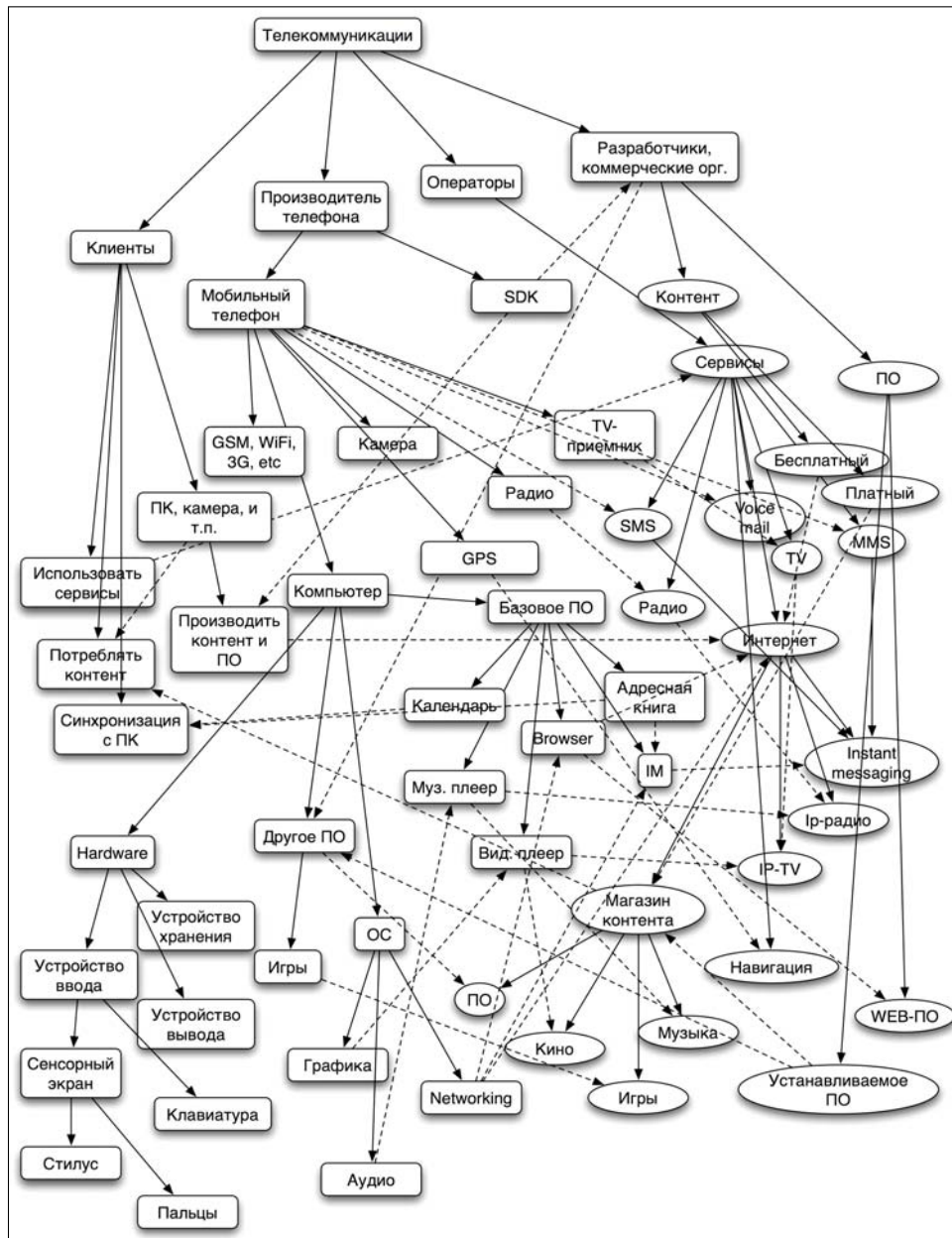


Рис. 4. Схема структуры связей рынка телекоммуникаций

Рассмотрим детально одну из веток, например, в рамках гипотезы предпочтения пользователем традиционных Web-сайтов адаптированным WAP-порталам. Традиционные Web-сайты (социальные сети, почтовые сервисы, онлайн-приложения, игры, новости и т.д.) доступны через Интернет посредством браузера ПК. Производитель мобильного устройства должен представить на рынок аппарат с полнофункциональным браузером либо с браузером с урезанным функционалом, обращающимся к серверу производителя для адаптации традиционного WEB-сайта (подобно работе мобильного браузера Opera). При этом навигация по Web-сайту на небольшом эк-

ране мобильного устройства должна осуществляться максимально комфортно.

Допустим, что у производителя телефона имеется операционная система (ОС) с полноценным браузером, но требующая дополнительных аппаратных вычислительных ресурсов. Одной из альтернатив сценариев является выбор более мощной платформы и инновационного устройства ввода, что решит вопрос запуска инновационной ОС и позволит предоставить пользователю качественно новые эргономические возможности (удобство, комфорт и т.п.) на мобильном устройстве при сохранении полноценного функционала браузера. А по предварительным оценкам экспертов согласование функционала устройства с указанной тенденцией положительно повлияет на конкурентоспособность конечного изделия [16].

Далее рассмотрим модель стратегии развития реального инновационного персонального устройства связи, появившегося на рынке в 2007 г., с точки зрения согласования с информационной моделью и выдвинутыми гипотезами. Таким устройством стал продукт компании Apple под названием iPhone. Несмотря на вначале скептическое отношение многих экспертов к технологиям и подходам, реализованным в данном устройстве, практика показала, что устройство несомненно является революционным, объединяя в единое целое группу персональных устройств с привязкой к ним бизнес-логики для извлечения коммерческого успеха и прибыли. Так, например, спорное мнение о применении сенсорного экрана, аргументированное недостатком тактильных ощущений при использовании клавиатуры устройства в режиме телефона, пропагандировалось маркетологами как несомненный недостаток, из-за которого такой продукт не может иметь успеха. Однако эргономика устройства управления и возможности, открывающиеся при использовании мультисенсорного экрана без применения стилуса, оказались настолько велики, что появилась новая тенденция на рынке компьютерных устройств ввода, аппаратных и программных интерфейсов взаимодействия с человеком [16].

Этапы развития мобильного устройства Apple iPhone и схематическая модель альтернативы сценария приведены на рис. 5 [17,18]. Пунктирными стрелками показаны функциональные связи между субъектами и объектами сценария, соответствующие этапам развития альтернативы. Особое внимание следует обратить на то, что в процессе создания модели происходило постепенное покрытие гипотез 1 – 6 функциональными связями, что, в свою очередь, позволяет вывести из модели и более детальную информацию, сопоставляющую функциональные связи и задействованные для их образования объекты, субъекты и системы соответствующим тенденциям, а также оценить и уточнить параметры этих связей с помощью методов качественного анализа.

Схема визуального отображения профилей альтернативы сценария развития Apple iPhone приведена на рис. 6. При генерации профилей были учтены следующие факторы: социальные, технологические, индивидуально значимые (эргономика, предпочтения, адаптация к внутренней и внешней среде, простота и скорость доступа к функционалу и услугам), образовательные, экономические, стратегические и политические. Профиль охватывает временные срезы на базе ключевых дат за два года.

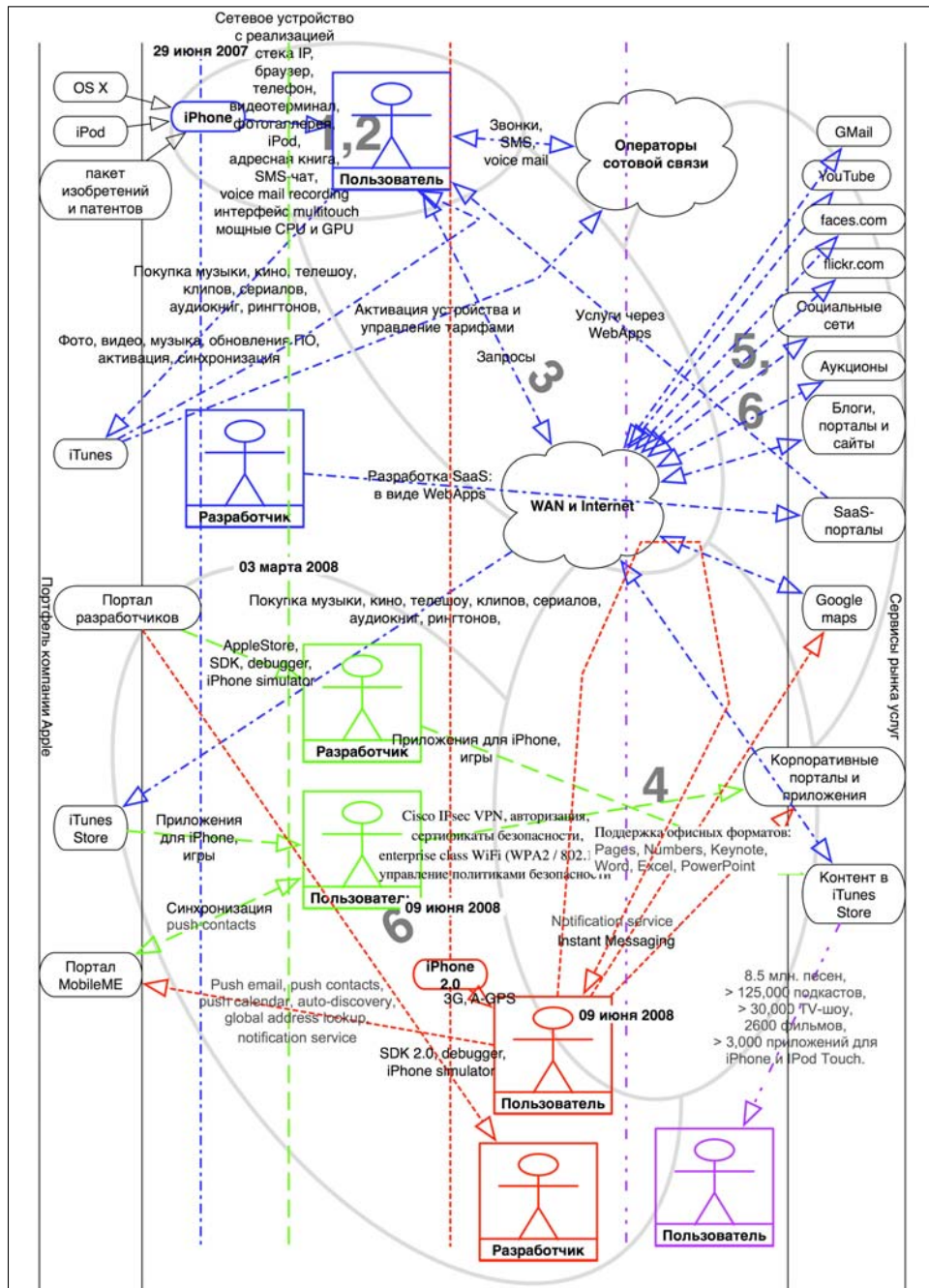


Рис. 5. Схематическая модель альтернативы сценария мобильного устройства Apple iPhone

Анализ факторов, рост значения которых вызван использованием прорывных технологий, показывает, что антисобытия, влияющие на успех реализации альтернативы сценария, были нейтрализованы либо внешними тенденциями, либо тенденциями, инициированными разработчиком в ходе выведения на рынок и популяризации прорывной технологии. Следует отметить также, что функциональные связи, образованные новыми продуктами, являются, в конечном счете, замкнутыми между широким кругом по-

требителей и сервисами, при этом покрывая значительный сегмент рынка телекоммуникаций.

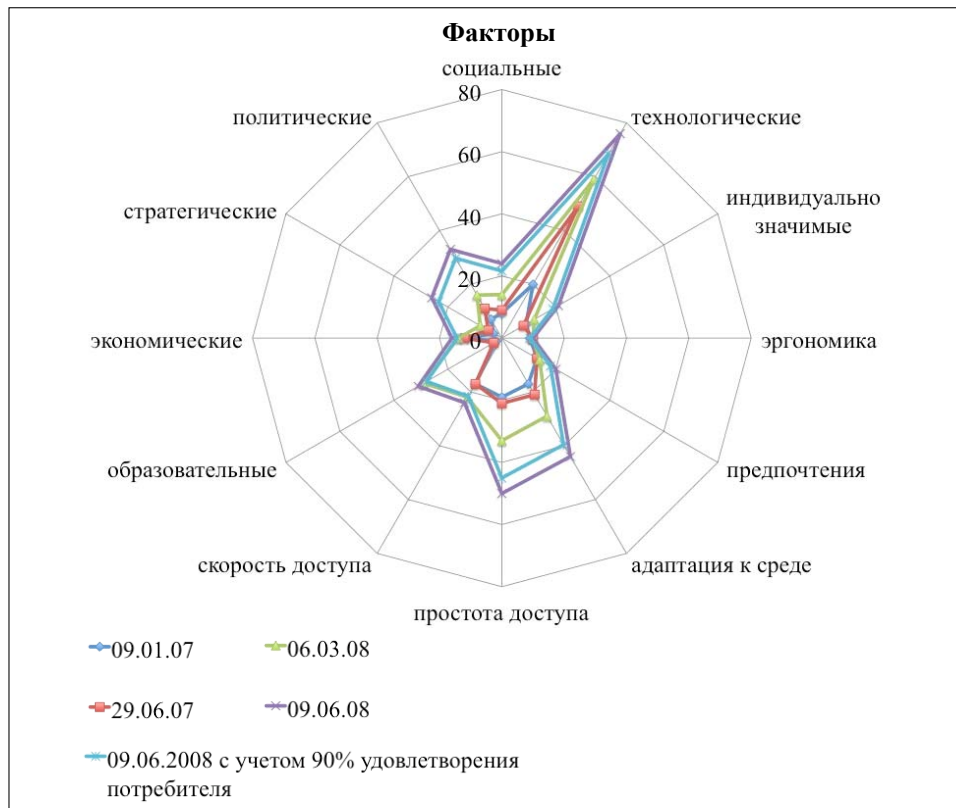


Рис. 6. Схема визуального отображения профилей альтернативы сценария развития мобильного устройства Apple iPhone

## ВЫВОДЫ

Приведенная методология моделирования альтернатив сценариев желаемого будущего позволяет в соответствии с выбранным вектором цели сопровождать процесс принятия решения при создании сценариев с помощью предложенной информационной модели, образующей базу и поле знаний, описывающих все объекты, субъекты, системы, а также отношения меж ними и окружающей внешней средой. Поле знаний формируется, начиная с первого предварительного этапа процесса предвидения, пошагово организуя знания в виде семантически связанной структуры фреймов.

В состав информационной модели входят статическая структурная компонента для описания исследуемой системы, статическая функциональная компонента как прообраз моделей альтернатив сценариев, а также факторы, характеризующие профиль альтернатив сценариев, набор тенденций, в том числе индуцированных множеством критических технологий.

Применение приведенной методологии моделирования позволит качественно повысить уровень достижения желаемых сценариев, предоставит ЛПП возможность контролировать и управлять процессом их создания.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Згуровский М.З., Панкратова Н.Д. Технологическое предвидение. — Киев: Политехника НТУУ «КПИ», 2005. — 165 с.
2. Згуровський М.З. Сценарний аналіз як системна методологія передбачення // Системні дослідження та інформаційні технології. — 2002. — № 1. — С. 7–38.
3. Згуровский М.З., Панкратова Н.Д. Информационная платформа сценарного анализа задач технологического предвидения // Кибернетика и системный анализ. — 2003. — № 4. — С. 112–124.
4. Месарович М., Такахара И. Общая теория систем: математические основы. — М.: Мир, 1978. — 311 с.
5. Савастьянов В.В. Технологическое предвидение информационно-компьютерных технологий связи // Системні дослідження та інформаційні технології. — 2005. — № 4. — С. 131–140.
6. Информационный портал «Издание о высоких технологиях» аналитического агентства РБК. — <http://www.cnews.ru>.
7. Панкратова Н.Д. Системная оптимизация конструктивных элементов современной техники // Кибернетика и системный анализ. — 2001. — № 3. — С. 119–131.
8. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. — СПб.: Питер, 2000. — 384 с.
9. По материалам круглого стола «Широкополосный доступ — российские реалии и перспективы» // Мир связи, CONNECT! — 2007, №7. — С. 39–40.
10. Галиахметов А.Р. Беспроводка в поисках бизнес-модели. — [http://iks-navigator.ru:80/topics/thematic/wideband\\_access/2325143.html](http://iks-navigator.ru:80/topics/thematic/wideband_access/2325143.html).
11. Зачем на рынок услуг платного телевидения выходят все новые и новые игроки? (Результаты опроса) // Broadcasting. Телевидение и радиовещание. — [http://broadcasting.ru/newstext.php?news\\_id=32898](http://broadcasting.ru/newstext.php?news_id=32898).
12. Цифровое телевидение в России: движение в правильном направлении // European Audiovisual Observatory ООО. — «Гротек». — 2008. — [http://www.obs.coe.int/about/oea/pr/digitaltv\\_groteck\\_ru.html](http://www.obs.coe.int/about/oea/pr/digitaltv_groteck_ru.html).
13. Згуровский М.З., Панкратова Н.Д. Системная стратегия технологического предвидения в инновационной деятельности // Системні дослідження та інформаційні технології. — 2003 — № 3. — С. 7–24.
14. Fox S., Anderson J.Q., Rainie L. The Future of the Internet // Pew internet & American life project, Jan 9, 2005. — [http://www.pewinternet.org/pdfs/PIP\\_Future\\_of\\_Internet.pdf](http://www.pewinternet.org/pdfs/PIP_Future_of_Internet.pdf).
15. Эксперты подсмотрели будущее компьютеров и связи // Информационный портал «Издание о высоких технологиях» аналитического агентства РБК. — <http://internet.cnews.ru/news/top/index.shtml?2009/01/19/334964>.
16. iPhones Take Over the Internet // The wall street journal. — Dec 4, 2007. — <http://blogs.wsj.com/biztech/2007/12/04/iphones-take-over-the-internet/>.
17. Официальный сайт Apple Inc. Видеоматериалы с мероприятий «Apple Event». — <http://phobos.apple.com/WebObjects/MZStore.woa/wa/viewPodcast?id=275834665>.
18. Электронная версия журнала «Домашний ПК». — <http://www.dpk.com.ua/files/pics/iphone-timeline-1.jpg>.

Поступила 14.10.2008