

## Место теории слабых сигналов в технологии Форсайта

Козлов В.А. (Москва, Россия)

Третьяк В.П. (Москва, Россия)

**Аннотация.** Ниже приводится обзор содержания и методов решения задач, связанных с предвидением изменений состояния неустойчивых экономических систем и процессов, имеющих непосредственное отношение к теории слабых сигналов и путей использования потенциала этих подходов в реализации Форсайт-проектов.

**Ключевые слова:** технология Форсайта; методология Форсайта; слабые сигналы.

### **Форсайт - технология предвидения и ее методы**

Еще совсем недавно слово Форсайт в отечественной литературе ассоциировалось с фамилией героев известного произведения Голсуорси<sup>1</sup>. Сейчас дело изменилось. Однако трактовок сути Форсайта имеется множество. Первое на что хочется обратить внимание, что Форсайт сам по себе – это не метод, а скорее *технология*, вбирающая в себя приемы, разработанные в рамках *различных научных методов*.

Существует мнение, что «Форсайт» представляет собой процесс общенационального отбора новых направлений, в ходе которого

---

<sup>1</sup> Третьяк В.П. Форсайт в вопросах и ответах. М., 2011, с.14. В январе 2006 г., когда в конкретном сибирском регионе – Иркутском – впервые в России было решено проводить региональный Форсайт, русскоязычный Интернет на запрос о термине «Форсайт» давал только ссылки на «Сагу о Форсайтах» Голсуорси. В настоящее время в русскоязычном Интернете ссылок на Форсайт насчитывается множество, причем, это один из тех редких случаев, когда новинка получает большее распространение сначала в регионе, а затем в стране.

достигается консенсус мнений различных субъектов национальной инновационной системы, и устанавливаются связи между ее элементами. Поэтому наибольшее распространение этот *метод* получил в странах с развитой культурой кооперации, сотрудничества внутри национальной инновационной системы, развитие которой поддерживает правительство».<sup>2</sup>

Если исходить из такой логики, что методы предсказания проходят ряд этапов в развитии, скажем от предсказаний по наитию с элементами теологических мистификаций к предсказаниям светским, опирающимся на действующие в эмпирике тенденции, то, следовательно, совершенствуются методы экстраполяции, моделирования процессов. Затем, в эти методики вкрапляются элементы методов, содержащие субъективные оценки: экспертные опросы, морфологический анализ и т.п. Это приводит к распространению сценарных методов, которые дали толчок развитию Форсайта.

Однако, данная логика вряд ли корректна. Здесь происходит смешение понятий метода и технологии предвидения. В Форсайте, в конечном счете, важен не столько результат предсказания, сколько процесс его получения. Но самым главным в Форсайте представляется процесс обнародования в среде участников с разнонаправленными интересами вариантов возможных точек бифуркации будущего. Именно в концентрации усилий участников процесса преобразований (представителей бизнеса, властей, работников, потребителей, гражданских институтов) на некоем прогнозном состоянии и в согласованности их действий прогноз превращается в активное предвидение.

---

<sup>2</sup> Шелюбская Н.В. «Форсайт» – механизм определения приоритетов формирования общества знаний стран Западной Европы.

Поскольку технология Форсайта, по нашему мнению еще не достигла *канонизированной* формы, постольку нам представляется возможным предложить некую рабочую формулировку и отметить некие, на наш взгляд, существенные черты этой технологии. «Форсайт представляет собой созидательную технологию воздействия на формирующееся будущее с помощью согласования партикулярных интересов различных слоев гражданского общества и по средствам стимулирования их активности в сфере использования новейших технологий в производстве».<sup>3</sup> Итак, первая черта технологии форсайта - *согласования партикулярных интересов* различных слоев гражданского общества.

«Форсайт – это предвидение или активный прогноз, который включает элементы активного влияния на будущее. Это, организованная как систематический процесс, попытка заглянуть в будущее науки, технологии, экономики и общества с целью оценки научных и технологических достижений и определения важнейших направлений стратегических исследований и сфер, где могут появиться технологии, способные принести наибольшие выгоды обществу. Это – согласованное ведущими группами интересов представление о будущем на базе научных прогнозов и признанных приоритетных нужд»<sup>4</sup>. Второй существенной чертой этой технологии является *самоактивизация участников* зарождающегося будущего в деле его претворения по *собственной инициативе*.

Кроме того, результатом форсайта является предлагаемая *пиксельная картина* будущего формируемая взглядами на него различных слоев общества, которые порой поступаются частью своих

---

<sup>3</sup> "Отраслевые рынки" № 1-2 (13) 2007 // [www.virtass.ru](http://www.virtass.ru)

<sup>4</sup> Так многие из нас представляли себе суть Форсайта в прошлом году//«Форсайт Иркутской области: 20 вопросов и ответов». Иркутск 2006 с.4

интересов, в расчете на долгосрочные выгоды. Это также отличительная черта форсайта.

Следует обратить внимание, что Форсайт – это не документ. Это *процесс*, постоянно уточняющегося видения будущего с учетом активности заинтересованных участников, вовлеченных в область его формирования. Форсайт может успешно формироваться лишь там, где имеются элементы *развитого* гражданского общества, поскольку предвидение есть продукт не только деятельности *ученых*, но и результат активного участия различных социальных слоев общества, активных граждан<sup>5</sup>, включая бизнесменов, политиков, потребителей. *Повторяемость* форсайт-проектов – это тоже существенная характерная черта технологии предвидения.

Но одним из важнейших результатов применения форсайта является улавливание тенденций того, что будет доминировать в будущем, а сегодня не вызывает интереса у окружающих. Это одна из важнейших черт форсайта. Именно об этой черте попытаемся поговорить, рассматривая возможности теории слабых сигналов.

### **Методологические основы Форсайта**

Методология Форсайта (Methodology) выбирается исходя из задач Форсайт - проекта и определенной области применения Форсайта (Score). Методы и инструментарии, используемые в Форсайте, достаточно многообразны.

На одном полюсе сосредоточены попытки количественно оценить существующие тенденции и их последствия с использованием специально разработанных моделей и компьютерных средств.

Другая достаточно большая группа методов основывается на знаниях экспертов, на разработке специальных процедур и приемов

---

<sup>5</sup> "Отраслевые рынки" № 1-2 (13) 2007 // [www.virtass.ru](http://www.virtass.ru)

работы с экспертами. В практике же разработки Форсайта чаще всего используется сочетание методов.

Порой, описывая методологию Форсайта, пользуются условным треугольником методов. В Греции процесс Форсайта рассматривался как взаимодействие трех сил – специализации, взаимодействия и творчества, которые могут быть представлены в виде треугольника (см. Рис 1.). Каждый угол треугольника соответствует определенному элементу, который имеет комплекс методов и техник планирования и принятия решений, показанный внутри треугольника.



Рис. 1. Треугольник методов Форсайта

Обратите внимание, упоминаний о теории слабых сигналов здесь нет. Тем не менее, определение сбалансированной комбинации трех элементов представляет собой критическую важность для методологии Форсайта.

Несколько позже, к критериям креативности, экспертизы и взаимодействия прибавилась доказательность (англ. evidence-based approach), которая в последнее время начинает играть все большую роль, а статистике и количественным исследованиям уделяется особое внимание.

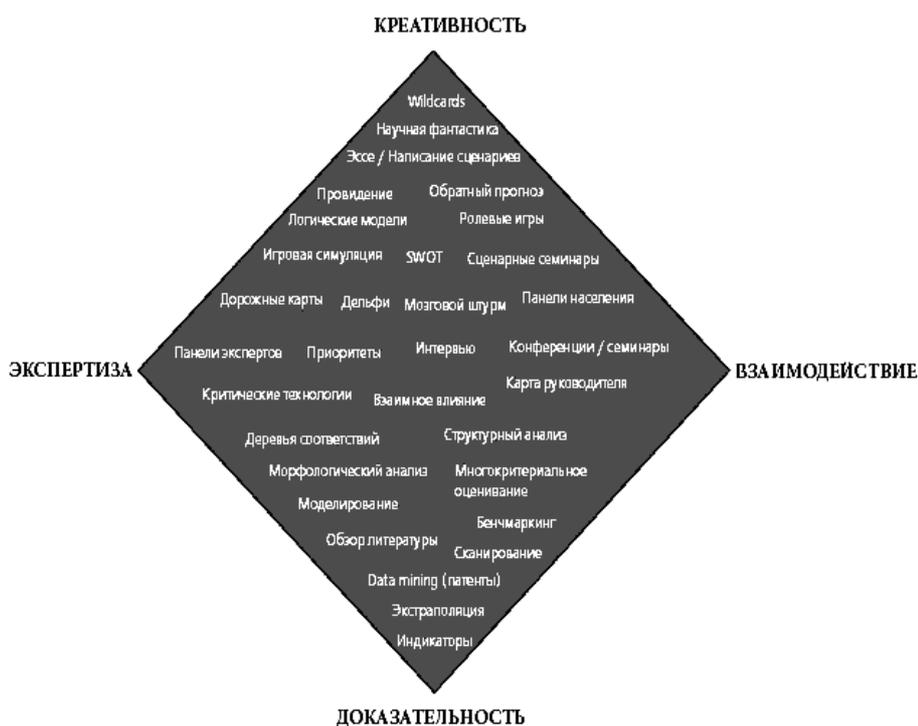


Рис. 2. Ромб методов Форсайта.

Обратите внимание, и здесь нет упоминаний о теории слабых сигналов.

Некоторые исследователи группируют следующим образом<sup>6</sup> применяемые методы в Форсайт – проектах.

Backcasting	Обратное сценарирование
Bibliometrical analysis	Библиографический анализ
Brainstorming	Мозговые штурмы
Citizens Panels	Общественные панели

<sup>6</sup> Идеология и методология Форсайта- Форсайт –портал СФУ // <http://foresight.sfu-kras.ru/node/49>

Cross-Impact Analysis	Анализ взаимных воздействий
Delphi	Метод дельфи
Environmental Scanning	Сканирование источников
Essays	Испытания
Expert Panels	Экспертные панели
Futures Workshops	Разработка будущего
Gaming	Игры
Key Technologies	Выделение ключевых технологий
Literature Review	Обзор источников
Megatrend Analysis	Анализ глобальных трендов
Modelling and simulation	Моделирование и симуляции
Multi-criteria Analysis	Мультикритериальный анализ
Scenarios	Сценирование
Stakeholder Mapping	Картирование стейкхолдеров
SWOT Analysis	СВОТ-анализ
Technology Roadmapping	Картирование технологий
Trend Extrapolation	Экстраполяция трендов

Как интересно, и в этом перечне теории и приемы выявления слабых сигналов отсутствуют.

Итак, во-первых, нет одного метода форсайта, во-вторых, в рамках любого форсайт – проекта следует творчески принимать решения относительно того, какую комбинацию методов следует использовать, и какие существующие источники информации привлечь. И в-третьих, из приведенных попыток обобщения методов форсайта отчетливо видно, что возможности и приемы теории слабых сигналов не привлекались. Нам представляется, что это следует делать, поскольку одной из важнейших черт форсайта является улавливания тенденций того, что будет доминировать в будущем, а сегодня не вызывает интереса у окружающих.

### **Форсайт и слабые сигналы в экономике**

Трудности предсказания изменений во внешней среде даже за сравнительно короткий период привели к возникновению концепции

управления по слабым сигналам (признакам, при появлении которых необходимо осуществлять подстраховывающие мероприятия) крупнейшего американского специалиста в области менеджмента И. Ансоффа<sup>7</sup>. Управление по слабым сигналам это такое управление, когда руководство фирмы принимает ответственные решения на основе неточной, имеющей предварительный характер информации о рынке. Слабые сигналы, представляют собой, по сути, *ранние* индикаторы некоторых *значимых в будущем* событий.

Слабые сигналы называются слабыми потому, что они настолько малы, что легко теряются среди других, более значимых факторов. На самом деле они могут быть очень важны, их выявление и правильное толкование может быть вопросом успеха или неудач компании. Тем не менее, традиционное бизнес-мышление, обычные методы стратегического планирования и многие другие традиционные инструменты фактически ограничивают нашу способность распознавать и использовать слабые сигналы.

Классическое прогнозирование, методы планирования и исследования будущего исходят из представления о социально-экономических системах, как о детерминированных механизмах. Они исходят из предпосылки, что маленькие воздействия всегда приводят к небольшим изменениям результатов.

В реальности, слабые сигналы, продуцируются субъектами экономики в результате осуществления ими своей деятельности и выводятся в окружающие их информационные поля, где их могут выявить другие экономические субъекты, осуществляющие целенаправленную деятельность в этом направлении – мониторинг среды.

Многие предприятия, осуществляя мониторинг окружения, руководствуются данными прогнозов сбыта, анализа конкурентов,

---

<sup>7</sup> Ансофф И. Стратегическое управление. М.: Экономика, 1989 – 519 с.

которые экстраполируются. Однако такой метод, основанный на тенденциях, имевших место в прошлом, не может дать верное представление о спонтанных будущих явлениях стратегического характера.

Поэтому в условиях динамичных непредсказуемых изменений среды целесообразно применение систем раннего предупреждения, которые могут быть использованы для контроля за слабыми сигналами, поскольку суть следящей системы состоит в воспроизведении на выходе с определенной точностью входного задающего воздействия, которое изменяется по заранее неизвестному закону – т.е. слабого сигнала. При этом для эффективной работы следящей системы в систему управления предприятием по слабым сигналам должен быть интегрирован механизм обработки слабых сигналов, который служит для их выявления и анализа.

Управление по слабым сигналам для фирмы, действующей в условиях быстрых изменений на рынке, является мощным инструментом конкурентной борьбы, особенно на наиболее важном, начальном, этапе освоения нового рынка.

### **Математические основы теории слабых сигналов**

Спектр методов, используемых при реализации управления по слабым сигналам, довольно широк: от качественных методов, основывающихся на экспертных мнениях, до количественных методов, которые обеспечивают получение результатов, независимых от реализующих метод субъектов.

Разделом математики, занимающимся изучением задач, в которых малые отклонения исходных параметров приводят к значительным изменениям конечных результатов является, в частности, теория некорректных задач, разработанная известным

русским математиком академиком Тихоновым А.Н.<sup>8</sup> – создателем факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ им. М.В.Ломоносова.

Характеристика корректных и некорректных задач приводится ниже. В качестве основного объекта рассматривается операторное уравнение:  $Az = u$ , где  $A$  - линейный оператор, действующий из гильбертова пространства  $Z$  в гильбертово пространство  $U$ . Требуется найти решение операторного уравнения  $z$ , соответствующее заданной неоднородности (или правой части уравнения)  $u$ .

Такое уравнение является типичной математической моделью для многих физических, так называемых обратных, задач, если предполагать, что искомые физические характеристики  $z$  не могут быть непосредственно измерены, а в результате эксперимента могут быть получены только данные  $u$ , связанные с  $z$  с помощью оператора  $A$ .

Французским математиком Ж. Адамаром<sup>9</sup>, еще в начале XX века, были сформулированы следующие условия корректности постановки математических задач, которые можно рассмотреть на примере записанного операторного уравнения. Задача решения операторного уравнения называется корректно поставленной (по Адамару), если выполнены следующие три условия (условия корректности):

- 1) задача имеет решение при любых допустимых исходных данных (решение существует для  $\forall u \in U$ );
- 2) каждым исходным данным  $u$  соответствует только одно решение (решение единственно);

---

<sup>8</sup> Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач. Учебное пособие для вузов.- М.: Наука, 1986 – 288 с.

<sup>9</sup> Hadamard J. Sur les problèmes aux dérivées partielles et leur signification physique. – Bull. Univ. Princeton, 1902, 13.

3) решение устойчиво, т.е. “малым” изменениям правой части и соответствуют “малые” изменения решения  $z$ .

Смысл первого условия заключается в том, что среди исходных данных нет противоречащих друг другу условий, что исключало бы возможность решения задачи.

Второе условие означает, что исходных данных достаточно для однозначной определённости решения задачи. Эти два условия обычно называют условиями математической определённости задачи. Условие 2) обеспечивается тогда и только тогда, когда оператор  $A$  является взаимно однозначным. Условия 1) и 2) означают, что существует обратный оператор, причем его область определения  $D$  (или множество значений оператора  $A$ ) совпадает с  $U$ .

Условие 3) означает, что обратный оператор является непрерывным. Третье условие обычно трактуется как физическая детерминированность задачи. Это объясняется тем, что исходные данные физической задачи, как правило, задаются с некоторой погрешностью. При нарушении же третьего условия как угодно малые возмущения исходных данных могут вызывать большие отклонения в решении. Задачи, не удовлетворяющие хотя бы одному условию корректности, называются некорректными задачами (или некорректно поставленными).

Более того, Ж. Адамар считал, что только корректные задачи должны рассматриваться при решении практических задач и оказался неправ. Широко известны примеры некорректно поставленных задач, к изучению и численному решению которых приходится прибегать при рассмотрении многочисленных прикладных задач. Нужно отметить, что устойчивость и неустойчивость решения связаны с тем, как определяется пространство решений  $Z$ . Выбор пространства решений (в том числе и нормы в нем) обычно определяется требованиями прикладной задачи. Задачи могут быть некорректно

поставленными при одном выборе нормы и корректно поставленными при другом.

Некорректные задачи решаются на основе использования регуляризирующих алгоритмов, предложенных академиком Тихоновым А.Н.

Неустойчивые процессы в экономике можно изучать также с использованием теории катастроф<sup>10</sup> и теории хаоса<sup>11</sup>. Эти теории являются подразделами теории нелинейных динамических систем, описываемых нелинейными дифференциальными уравнениями.

Потеря системой устойчивости называется катастрофой. Катастрофа — это скачкообразное изменение, возникающее при плавном изменении внешних условий. Математическая теория, анализирующая поведение нелинейных динамических систем при изменении их параметров, называется теорией катастроф.

Элементарная теория катастроф является в известном смысле обобщением задач на минимум и максимум в математическом анализе.

Теория катастроф определяет область существования различных структур, границы их устойчивости. Для изучения же динамики систем необходимо знать каким именно образом новые решения уравнений "ответвляются" от известного решения. Ответ на такие вопросы дает теория бифуркаций (разветвлений), то есть возникновения нового решения при критическом значении некоторого параметра. Момент перехода (катастрофический скачок) зависит от свойств системы и уровня флуктуаций. В реальных условиях при углублении неравновесности в открытой системе возникает

---

<sup>10</sup> Тим Постон, Иэн Стьюарт Теория катастроф и ее приложения. М.: Мир, 1980.

<sup>11</sup> Ахромеева Т. С., Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г., Самарский А. А. Нестационарные структуры и диффузионный хаос. М.: Наука, 1992.

определенная последовательность бифуркаций, сопровождающаяся сменой структур.

Аттра́ктор (от англ. attract — притягивать) — множество фазового пространства динамической системы, к которому она стремится с течением времени. Большинство типов движения систем описывается простыми аттракторами, являющиеся ограниченными циклами. Хаотическое движение описывается странными аттракторами, которые очень сложны и имеют много параметров.

Теория хаоса утверждает, что небольшие изменения могут породить огромные последствия. Но одной из центральных концепций в этой теории является невозможность точного предсказания состояния системы в будущем (наподобие невозможности точного предсказания местоположения элементарной частицы в квантовой теории). В то же время, теория хаоса утверждает, что способ выражения таких непредсказуемых систем оказывается верным не в точных равенствах, а в представлениях о характере поведения системы в будущем — в графиках странных аттракторов.

Таким образом, теория хаоса, о которой многие думают как о непредсказуемости, оказывается, в то же время, наукой о предсказуемости даже наиболее нестабильных систем. Теория хаоса полезна как средство интерпретации научных данных по-новому. Вместо традиционных X-Y графиков, ученые теперь могут интерпретировать фазово-пространственные диаграммы которые — вместо того, чтобы описывать точное положение какой-либо переменной в определенный момент времени — представляют картину общего поведения системы в будущем.

Линейные системы никогда не бывают хаотическими. Для того, чтобы динамическая система была хаотической, она должна быть нелинейной. Динамическая система, классифицируемая как хаотическая, должна быть чувствительна к начальным условиям.

Чувствительность к начальным условиям в такой системе означает, что все точки, первоначально близко приближенные между собой, в будущем имеют значительно отличающиеся траектории. Таким образом, произвольно небольшое изменение текущей траектории может привести к значительному изменению в её будущем поведении.

Этап кризиса характеризуется крайней неустойчивостью: малейшее движение в сторону от траектории может заставить систему сменить сценарий своего развития. Она может отправиться “на второй круг” своей эволюции, лишь немного отличающийся от предыдущего, а может ценой незначительного усилия перейти на принципиально иную, новую орбиту движения.

Сейчас предмет изучения науки – мир, для которого характерны кризисы и обвалы процессы, все чаще встречающиеся в нашей повседневной жизни. Мир неустойчивостей, когда малые и локальные изменения влекут за собой глобальные последствия. Мир, в котором идут процессы становления и возникновения порядка из хаоса. Мир, в котором чередующиеся этапы предопределенности и непредсказуемости образуют причудливую череду событий, которые нас окружают и частью которых мы являемся.

С точки зрения математики катастрофа и хаос – это резкая перестройка системы, качественный скачок ее состояния: неожиданный поворот жизненного пути, социальная революция, экономический кризис. И важно в преддверии этих кризисных ситуаций найти нужный путь, не дающий “застрять” в кризисе. Помогают в этом знаки судьбы – “флаги катастроф”, предупреждающие умеющего их читать, что пришел подходящий момент для головокружительного прыжка вверх. А если упустить момент, то можно свалиться в весьма долгосрочную стагнацию.

Отличие детерминированных, хаотических и стохастических систем демонстрирует следующее наблюдение. Погрешность

результатов определяется как различие между изменениями в тестируемом и исходном состояниях системы. Детерминированная система практически не будет иметь погрешности (устойчивый, постоянный результат). Если погрешность будет увеличиваться по экспоненте со временем - система является хаотической. Стохастическая система будет иметь погрешность, имеющую определенный закон распределения.

Слабые сигналы, которые в конечном итоге приводят к прорывам в разработке новых продуктов, услугах, процессах, решениях и прочем чаще всего находятся на границе хаоса.

Люди и компании, которые научились смотреть на эту границу - иногда ближе к области порядка и структурности, иногда ближе к области случайности и неопределенности, получают преимущества от возможности видеть и учитывать слабые сигналы.

Нам представляется, что при проведении Форсайт-проектов следует шире использовать методы, способные по слабым сигналам в экономических и социальных процессах, выявлять доминирующие в будущем, явления и процессы.

## **Литература**

1. Ансофф И. Стратегическое управление. М.: Экономика, 1989.
2. Ахромеева Т. С., Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г., Самарский А. А. Нестационарные структуры и диффузионный хаос. М.: Наука, 1992.
3. Тим Постон, Иэн Стьюарт Теори катастроф и ее приложения. М.: Мир, 1980
4. Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач. Учебное пособие для вузов.- М.: Наука, 1986
5. Третьяк В.П. Форсайт в вопросах и ответах. М., 2011.

Козлов Владимир Александрович  
 Доктор технических наук  
 Профессор кафедры  
 Маркетинга и Форсайта  
 МГУТУ  
 Окончил: Инженерную  
 академию им. А.Ф.  
 Можайского – Ленинград  
 (1967-1972);  
 Механико-математический  
 факультет МГУ Москва (1986-  
 1989);  
 Высшую школу экономики –  
 Москва (1996-1999)  
 Преподает курсы:  
 «Маркетинг», «Экономика  
 отраслевых рынков».



Vladimir Kozlov  
 Marketing and Foresight  
 Department of MSUTM,  
 professor  
 Graduated from:  
 The Engineering academy in  
 Leningrad (1967-1972);  
 The Mechanical- mathematical  
 faculty of the Lomonosov MSU  
 (1986 – 1989) Moscow;  
 The Higher School of Economics  
 (1996 – 1999) Moscow  
 Doctor of Technical sciences -  
 cybernetics (1997) Moscow  
 Lecturer of «Marketing»,  
 «Industrial Organizations»  
 courses.

Третьяк Владимир Петрович  
 (1951)  
 Окончил Ленинградский  
 университет – Ленинград (1974)  
 Обучался в аспирантуре  
 Московского университета –  
 Москва (1978-1981)  
 Доктор экономических наук  
 (1987) Ленинград  
 Преподаватель курсов  
 «Экономика отраслевых рынков»  
 с 1999г. Брендинг с 2000г.



Vladimir Tretyak (1951)  
 Student (1974) Leningrad  
 PhD (1978-1981) Moscow  
 Doctor of Economic Science  
 (1987) Leningrad  
 Lecturer of “Industrial  
 Organization” course (since  
 1999). Branding since 2000.

## The Weak Signals Theory and the Foresight Technology

**Vladimir Kozlov (Moscow, Russia)**

**Vladimir Tretyak (Moscow, Russia)**

**Key words:** Foresight Technology; Methodology of the Foresight; Weak Signals.

**Summary:** The main idea of this article is the reasoning for implementation the weak signals theory in foresight projects. One of the foresight most important objects is determination of the tendencies which on the one hand will dominate in the future, but on the other hand are not

noticed in the current situation. Authors give attention not only to the expert methods, but also to the qualitative researches based on the ill-posed problems theory, the catastrophe theory and the chaos theory. The authors suppose that the methods detecting future-dominant processes by weak signals should be used in the foresight programs. Thus, the list of the foresight methods should be supplemented with the methods of weak signals detecting.