

Федеральная целевая программа

«Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы»

Тема: «Анализ сходимости прогнозов научно-технологического развития, выполненных на базе различных методических подходов»

Этап №5: «Сопоставительный анализ надежности прогнозов развития науки и технологий»

Организация исполнитель

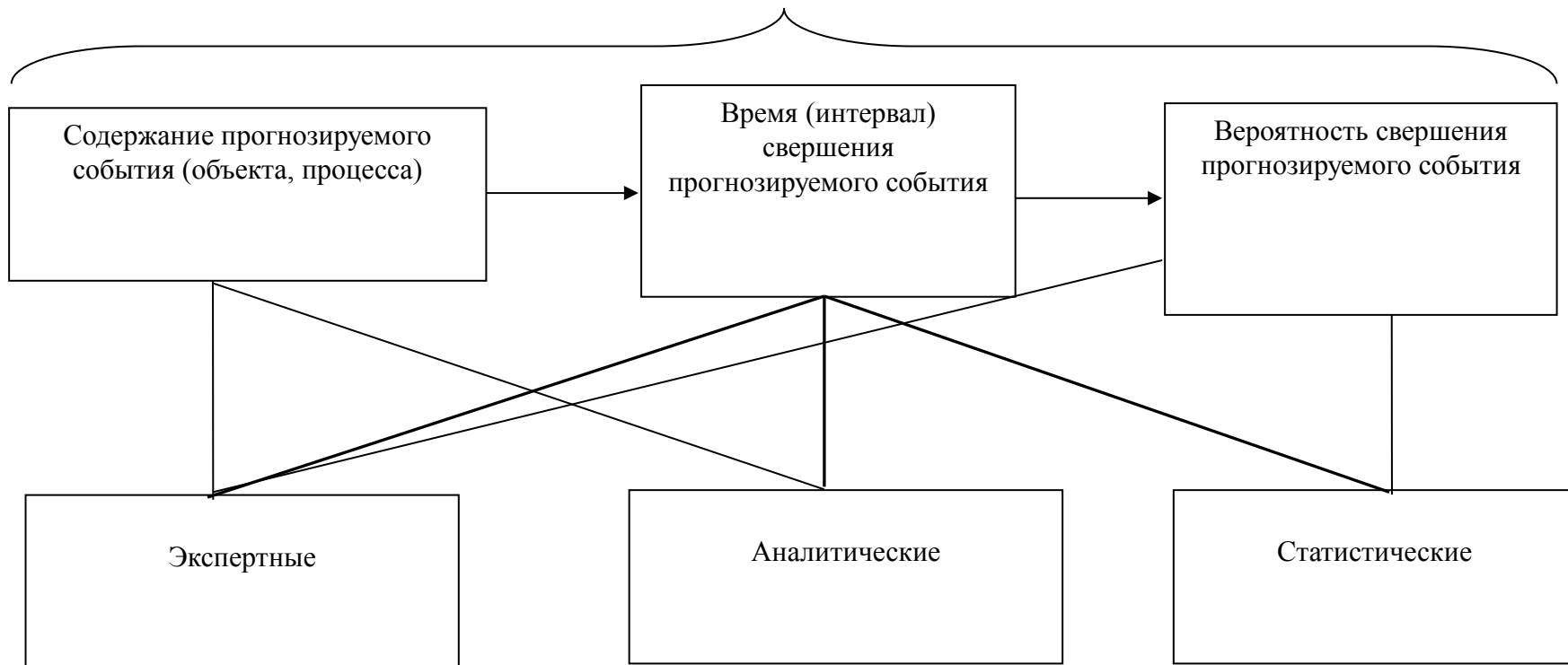
ФГБУН ИНП РАН

Директор – академик Ивантер В.В.

Руководитель проекта – д.э.н., проф. Комков Н.И.

Структурная схема использования разных методов прогнозирования для определения различных элементов (составных частей) прогнозов

Составные части прогнозируемого события



Иерархическая классификация методов прогнозирования



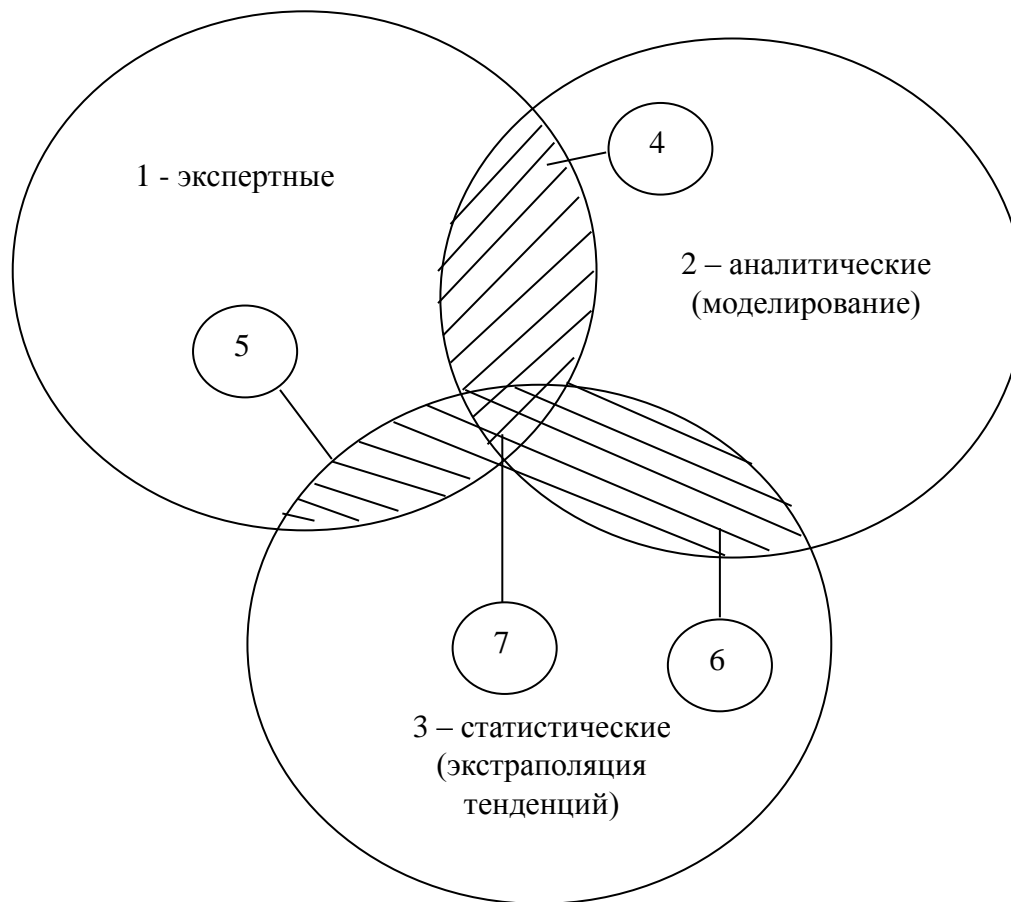
Экспертные оценки долевого участия методов в прогнозах

№ №	Название ведущего Исследовательского мирового центра	Доля методов прогнозов							
		Сходимость прогнозов в 1950 – 1990гг	Э	А	С	Сходимость прогнозов в 1990 – 2020гг	Э	А	С
			1950-1990 гг.				1990-2010 гг.		
1	Ранд корпорейшн	60-90	50	40	10	50-80	40	50	10
2	Массачусетский технологический университет	70-90	30	60	10	80-90	35	50	15
3	Департамент энергетики США	64-80	20	40	40	60-75	20	35	45
4	Корпорация Цортона	-	-	-	-	60-90	10	45	45
5	Совет экономичес-ких консультантов	-	-	-	-	70-90	10	40	50
6	Совет по исследова-ниям промышлен-ности	80-90	20	50	30	60-90	20	50	30
7	Стенфорский университет	40-80	40	40	10	50-80	40	40	10
8	Гарвардский университет	60-9-	40	30	30	60-90	30	30	40
9	Институт перспек-тивных технологи-ческих исследований (ЕС)	-	-	-	-	70-80	30	50	20
10	Совместный исследовательский центр	-	-	-	-	60-80	40	30	30
11	Федеральное министерство образования и науки (Германия)	40-90	40	30	30	70-90	40	30	30
12	Обсерватория перс-пектив развития про-мышленных техно-логий (Испания)	-	-	-	-	60-70	40	40	20
13	Кабинет министров Японии	-	-	-	-	50-80	20	50	30
14	Центр научно-тех-нологического прог-нозирования	-	-	-	-	60-90	40	50	4 10

Распределение методов прогнозирования по стадиям и технологическим укладам, %

	Прогнозы фундаментальных и поисковых исследований	Научно- технологические прогнозы	Прогнозы распространения (диффузии) технологий	Социально- экономические прогнозы
1950-1990 гг.	2-3	70	7-8	20
1990-2010 гг.	5	50	15	30
2010-2040 гг.	7-8	40	12-13	40

Взаимосвязи экспертных, аналитических и статистических методов прогнозирования



Обозначения:

4 – экспертно-аналитическое моделирование

5 – экспертно- статистический анализ

6 – аналитико-статистический прогноз

7 – совмещение экспертных, статистических и аналитических прогнозов

Условия адекватного применения методов прогнозирования научно-технологического развития

Признаки прогнозируемых объектов, процессов и условий выполнения прогнозов	Методы прогнозирования научно-технологического развития		
	Аналитические: разнообразные математические модели; метод прогнозного графа; сетевые методы; метод сигнального графа; S-образные кривые; дифференциальные уравнения; имитационное моделирование	Статистические: простое скользящее среднее; сглаживание ряда; взвешенное скользящее среднее; метод Хольта; метод Хольта-Винтерса; экспоненциальное сглаживание; метод Брауна; метод авторегрессии	Экспертные: ПАТТЕРН; Дельфи; поэтапные и иерархические ИЛМ; деревья целей; метод комиссии; экспертные панели; мозговой штурм
Четкая формулировка цели прогноза и условий ее достижения	Желательно	Желательно	Обязательно
Наличие объективной информации о предыстории прогнозируемого объекта (процесса)	Обязательно	Желательно	нет
Наличие достоверной статистической информации о прогнозируемом объекте (процессе)	Желательно	Обязательно	нет
Наличие квалифицированных методологов и организаторов прогнозных исследований	Желательно	Желательно	Обязательно
Оценка компетентности и отбор экспертов	Желательно	Желательно	Обязательно
Наличие квалифицированных и компетентных экспертов	Обязательно	Обязательно	Обязательно
Наличие благоприятной среды выполнения прогнозных исследований	Желательно	Желательно	Обязательно
Наличие квалифицированных экспертов-аналитиков, владеющими аналитическими и статистическими методами	Обязательно	Обязательно	Нет
Наличие условий, содействующих успешному выполнению прогнозов	Желательно	Желательно	Обязательно

Признаки однородности научно-технологической среды

- Наличие мощного исследовательского потенциала по направлению прогнозных исследований;
- Развитая инновационная инфраструктура в секторе прогнозных исследований;
- Эффективная координация исследований по направлению, установленному прогнозом;
- Конкурентная среда в секторе прогнозных исследований;
- Активная потребность в прогнозируемых нововведениях со стороны реального сектора экономики;
- Наличие однородной среды и отсутствие организационно-нормативных препятствий для трансфера новых технологий;
- Наличие механизмов ориентации и трансфера прогнозных инновационных решений.

Название признака эффективной организации прогнозов

- Наличие квалифицированных организаторов и опытных методологов прогнозных исследований;
- Возможности организаторов по привлечению квалифицированных экспертов-аналитиков;
- Возможности привлечения квалифицированных аналитиков для обработки аналитической и статистической информации;
- Неконфликтные отношения организаторов прогнозов со своим заказчиком.

Экспертные оценки степени использования методов для различных стадий ИННОВАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА

№№ п/п	Название стадии полного инновационно-технологического цикла	Степень применения метода в %		
		Экспертные	Экстраполяционные	Математическое моделирование
1	Фундаментальные и поисковые исследования	Полностью (100%)	Нет (0%)	Нет (0%)
2	Замысел о создании новой технологии (теоретико-прикладные исследования)	Преобладают (90%)	Нет (0%)	Частично (10%)
3	Разработка новой технологии и ее модернизация	Частично (20%)	Преобладают (70%)	Частично (10%)
4	Промышленное освоение новой технологии (производство)	Частично (20%)	Частично (20%)	Преобладают (60%)
5	Использование продуктов, созданных с помощью новых технологий (эксплуатация)	Частично (10%)	Преобладают (70%)	Частично (20%)

Достоинства и недостатки некоторых моделей и методов

Модель и метод	Достоинства	Недостатки
<i>Регрессионные модели и методы</i>	простота, гибкость, прозрачность моделирования; единообразие анализа и проектирования	сложность определения функциональной зависимости; трудоемкость нахождения коэффициентов зависимости; отсутствие возможности моделирования нелинейных процессов (для нелинейной регрессии)
<i>Авторегрессионные модели и методы</i>	простота, прозрачность моделирования; единообразие анализа и проектирования; множество примеров применения	трудоемкость и ресурсоемкость идентификации моделей; невозможность моделирования нелинейностей; низкая адаптивность
<i>Модели и методы экспоненциального сглаживания</i>	простота моделирования; единообразие анализа и проектирования	недостаточная гибкость; узкая применимость моделей
<i>Нейросетевые модели и методы</i>	нелинейность моделей; масштабируемость, высокая адаптивность; единообразие анализа и проектирования; множество примеров применения	отсутствие прозрачности; сложность выбора архитектуры; жесткие требования к обучающей выборке; сложность выбора алгоритма обучения; ресурсоемкость процесса обучения
<i>Модели и методы на базе цепей Маркова</i>	простота моделирования; единообразие анализа и проектирования	невозможность моделирования процессов с длинной памятью; узкая применимость моделей
<i>Модели и методы на базе классификационно-регрессионных деревьев</i>	масштабируемость; быстрота и простота процесса обучения; возможность учитывать категориальные переменные	неоднозначность алгоритма построения дерева; сложность вопроса останова

Характерные признаки Идеальной системы прогнозирования

Категория	Признаки	Описание
Источник данных	Разнообразие экспертов и методов	Данные должны поступать от широкого круга экспертов и участников из разных стран, культур, возрастов, уровня благосостояния, образования, опыта и др.
	Разнообразие источников	Данные должны поступать из широкого круга источников и в разном формате, при этом пристальное внимание уделяется источникам из стран иных, чем США и англо-говорящие регионы.
	Мета-база данных Мета-информация	Ключевые мета данные должны классифицироваться по критериям, откуда, когда и как они были собраны, а также по качеству, уровню интереса и глубины данных. Блоки Модели должны быть сортированы по региону, возрасту разработчика и др.
	Ликвидность, кредитоспособность, точность, частота использования, надежность источника данных	Применяются комплексные методы для обеспечения точности данных, их надежности, соответствия цели, времени, цитируемости, частоте употребления. Данные должны описываться и храниться таким образом, чтобы их было возможно взаимно заменять или интерпретировать, независимо от формата первоисточника.
	Базовая основа информации	Сбор исторической информации, трендов, данных ключевых источников, которые могут использоваться для сравнения и анализа поступлений новой информации.
	Разнообразие качественных источников сбора данных	Сбор данных посредством разнообразных качественных методик, таких как мастер-классы, игры, симуляции, мнения, текстовый поиск, результаты других технологических прогнозов и др.
	Разнообразие количественных источников сбора данных	Данные должны собираться из огромного количества форматов, типов и видов данных, включая коммерческие и частные источники.
Методы прогнозирования	Комплексные методологии прогнозирования	Система должна использовать комплексные методики на входе прогнозных действий для снижения противоречий и охвата самого широкого спектра и горизонтов возможного будущего. Ретро прогнозирование или бэккастинг (Backcasting) должны стать одним из процессов, позволяющим идентифицировать ключевые возможности, внутренние резервы и движущие силы потенциальных противоречий, «узких мест», уделяя особое внимание измерению уровней интереса к ним, их признакам и особенностям. Техники по расширению технологического и прогнозного видения («мозговые штурмы», интервью, мастер-классы и поступления из открытых источников информации) должны стать ключевыми компонентами процесса прогнозирования.
	Новейшие методы	Система должны учитывать новейшие встроенные методики, такие как ARG, виртуальный мир, социальные сети, рынки предсказаний, симуляции.
	Качественные	Система использует качественные методы прогнозирования.
	Количественные	Система использует количественные методы прогнозирования.

Продолжение таблицы

Команда экспертов - прогнозистов	Разнообразие экспертов и постоянный набор экспертов, поиск кадров	Команда экспертов должна быть разноплановой, из разных стран, разных культур, разного возраста, состоять из специалистов разных научных дисциплин и др. Следует использовать подходящие соответствующим культурам льготы и вознаграждения для поддержания требуемого уровня активности участия экспертов.
	Ongoing recruitment	Нужно обновлять персонал и постоянно вести набор новых команд экспертов для обеспечения свежести мысли, научного взгляда на задачи и диверсификацию перспектив.
	Участие общества	Широкое и активное общественное участие является критичным для активного обобщения широкого спектра мнений, взглядов, сигналов и прогнозов. Применение мер поощрения, принятых в рамках определенных культур, свойственных экспертам, верных методик позволит достичь критической массы участия общества в прогнозировании.
Выход данных	Готовность к использованию	Данные должны быть готовы для использования, переноса в нужное место, легко распределяемы внутри и за пределами системы в широко применяемых форматах.
	Интуитивное представление, презентация	Информация на выходе из системы должна быть доступна как в просто информативном, так и в интуитивном формате. Использование разных инструментов визуализации приветствуется.
	Качественные и количественный	Редкие качественные и количественные данные и элементы их обработки должны быть доступны для их дальнейшего анализа.

Заключение

1. Сложившаяся в начале XXI века структура научно-технологических прогнозов включает три составных части: прогнозируемое событие, временной интервал свершения прогнозируемого события; вероятность свершения прогнозируемого события в указанном временном интервале.

2. Анализ распределения трех известных методов прогнозирования (экспертные, аналитические, статистические) в сложившихся системах прогнозирования в США, странах ЕС и Японии показал, что:

- каждый метод имеет свою нишу в практиках научно-технологического и социально-экономического прогнозирования;
- существующие технологии и практики выполнения прогнозов объединяют разные методы прогнозирования, а выбор их сочетания зависит от выполнения условий соответствия свойств прогнозируемых событий требованиям адекватного применения методов прогнозирования;
- эффективность методов и технологии прогнозирования во многом зависит от выполнения правил соответствия свойств прогнозируемых событий условиям адекватного применения методов.

3. Установлено, что на надежность (сходимость) прогнозов научно-технологического развития влияют следующие факторы:

- степень соответствия выбираемых методов прогнозирования свойствам прогнозируемых объектов и процессов;
- уровень однородности научно-технологической среды, в которой реализуются инновационные идеи и перспективные решения о создании новых технологий;
- уровень организации прогнозных исследований;
- степень однородности внешней среды, в которой происходит диффузия созданных новых и модернизируемых технологий.

Заключение

4. Известны несколько предположений о качестве и эффективности прогнозирования:
- не существует способа определения прогнозируемой альтернативы, которая будет реализована со 100% вероятностью. Независимо от используемых методов всегда будет существовать элемент неопределенности до тех пор, пока подойдет время горизонта прогноза;
 - всегда существуют определенные «слепые» пятна в прогнозах и почти невозможно прогнозировать совершенно новые технологии, для которых еще не существует сложившихся парадигм;
 - предоставление результатов прогнозов технологических сдвигов и возможных угроз потенциалу существующих технологий помогает ЛПР при формировании социальной, экономической и технологической политики. Новая политика в этих сферах, в свою очередь, влияет на будущее.
5. На основе анализа публикаций, посвященных изучению свойств созданных в ведущих странах систем прогнозирования, установлено, что не существует единой методики, которая бы доминировала и являлась универсальной для каждой прогнозной ситуации. Существует немало доказательств того, что сочетание отдельных прогнозов по разным методикам дает выигрыш в точности прогнозирования. Добавление количественных прогнозов к качественным нередко снижает точность прогноза в целом, поскольку дать точные количественные оценки гораздо сложнее. Исследования пока не выявили условий или способов оптимального сочетания методик прогнозов.