

УДК 004.78

И.В. ШОСТАК, М.А. ДАНОВА

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

## ПРОБЛЕМЫ КОМПЛЕКСНОЙ КОМПЬЮТЕРИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА

*Проведен обзор публикаций о научно-техническом прогнозировании. Необходимость комплексной компьютеризации процессов научно-технического развития (НТР) крупномасштабных объектов, таких как регион, страна, обусловлена с одной стороны ускорением научно-технического прогресса, а с другой – постоянным усложнением объектов прогнозирования. Сформулирована научно-техническая проблема комплексной компьютеризации прогнозирования научно-технического развития региона. Приведена классификация прогнозов по целям, задачам, объектам, периодам упреждения и т.д. Предложены показатели, определяющие базу для прогнозирования научно-технического развития региона. Рассмотрены современные инструменты прогнозирования и приведена их классификация.*

**Ключевые слова:** диалоговая компьютерная система, научно-технический прогноз, инструменты прогнозирования, аналитические технологии.

### Введение

В эпоху глобализации к числу фундаментальных приоритетов научно-технической и инновационной политик большинства стран мира относится обеспечение мирового лидерства в сфере высокотехнологичных производств и инновационных технологий. При этом усилия государств направлены как на стимулирование научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в передовых областях науки и технологий, так и на определение национальных приоритетов научно-технического развития [1 – 4]. Этот процесс является длительным, капиталоемким, с сильной составляющей социальных факторов, поэтому соответствующие решения должны опираться на результаты долгосрочного предвидения (прогнозирования) и анализа их возможных последствий. Актуальность использования прогнозирования в научных исследованиях состоит в необходимости получения информации о предстоящих тенденциях в динамике того или иного явления – это позволяет не только уверенно ориентироваться в исследуемом объекте, но и иметь возможность управлять процессами, связанными с ним. По сути, прогноз должен создать основу для повышения качества принятия решений в сферах, где эффективность ответов на глобальные вызовы существенно зависит от результатов развития национальной науки и технологий.

В настоящее время как в большинстве стран (США, Японии, Великобритании и т. д.) [5 – 7], так и в нашей стране [8] прогнозирование осуществляется с привлечением большого числа экспертов из

разных областей, а существующие на данный момент инструменты прогнозирования [9] направлены, в основном, на автоматизацию конкретного (иногда нескольких) из этапов процесса прогнозирования. Это в свою очередь порождает ряд проблем, связанных с субъективностью и трудоемкостью процесса прогнозирования, выбором методологии и инструментов для построения прогнозов, а также отсутствием комплексной его компьютеризации. Цель данной статьи состоит в обсуждении методов и средств создания информационной технологии, а на ее основе – диалоговой компьютерной системы, которая с одной стороны обладала бы универсальностью, а с другой – возможность учета особенностей конкретного объекта прогнозирования.

### 1. Формулировка проблемы

Проблема комплексной компьютеризации прогнозирования научно-технического развития в общем случае представляет собой решение четырех взаимосвязанных прикладных задач:

- мониторинг текущего состояния объекта прогнозирования;
- хранение данных, полученных в ходе мониторинга;
- манипулирование данными в процессе прогнозирования;
- передача результатов прогноза для их дальнейшего обобщения.

Решение первой из указанных задач традиционно состоит из комплексного экспресс-анализа уровней научной и инновационной деятельности

регионов, который проводится с использованием системы, включающей группу необходимых для измерения показателей, (в том числе данных из отчетов НАН Украины, а также органов государственной статистики).

В настоящее время для решения второй из задач используют стандартные реляционные СУБД, однако их применение недостаточно эффективно, поскольку информация, хранящаяся в них, по своему содержанию достаточно разнородна, что в свою очередь затрудняет ее дальнейшее использование без специальной обработки, а именно привлечения экспертов данной области для формирования итоговых отчетов.

Третья задача в настоящее время решается с использованием стандартных методик, различных по уровню, масштабам и научной обоснованности методов и приемов прогнозирования научно-технического развития [1, 2, 5 – 7]. Развитие методов моделирования, используемых прогнозистами в области развития науки и техники, идет по пути синтеза рациональных элементов из всех известных методов и подходов.

Передача данных о результатах прогнозирования научно-технического развития (НТР) региона, в соответствии с четвертой из перечисленных выше задач, необходима для обобщения результатов на вышестоящем (национальном) уровне с целью создания информационной основы для корректировки научно-технической и инновационной политики, а также для корректировки других документов, определяющих цели долгосрочного развития.

## 2. Описание особенностей предметной области «Прогнозирование НТР»

Как известно, теоретической и методологической основой прогнозирования научно-технического развития является научная область — прогностика, изучающая главные принципы и закономерности процесса разработки прогнозов и их использования в различных областях человеческой деятельности. При этом научно-технический прогноз в данной науке трактуется как прогноз, объектом которого являются проблемы и процессы развития науки и техники, представляет собой комплексную вероятностную оценку содержания, направлений и объемов будущего развития науки и техники в той или иной области [5].

Процесс прогнозирования принято делить на ряд последовательных этапов:

1-й этап – составление программы прогностического исследования (цели, задачи, проблемы, гипотезы, методы, структура, организация исследования).

2-й этап – построение базовой модели прогнозируемого объекта, на этой основе разрабатывается поисковый и нормативный прогноз.

3-й этап – определение прогнозируемого фона, то есть анализ факторов, воздействующих на состояние и динамику объекта, осуществление поискового прогнозирования.

4-й этап – осуществление расчетов возможных показателей поисковой модели, вероятных их значений и конструирование возможных результатов.

5-й этап – нормативное прогнозирование, оценка достоверности и точности прогнозных моделей.

Типология прогнозов может строиться по различным критериям в зависимости от их целей, задач, объектов, периода упреждения и т.д.

В соответствии с величиной периода упреждения прогнозы для объектов науки и техники условно можно подразделить на:

- оперативные (до 1 года),
- краткосрочные (до 5 лет),
- среднесрочные (от 5 до 15 лет),
- долгосрочные (от 15 до 30 лет),
- дальнесрочные (свыше 30 лет).

В зависимости от характера исследуемых объектов выделяют следующие виды прогнозов:

- экономические;
- природных ресурсов;
- научно-технические;
- демографические;
- социального развития

Выделяют следующие виды научно-технических прогнозов:

- развития науки как одной из сфер человеческой деятельности;
- фундаментальных и прикладных исследований;
- развития и использования достижений научно-технического прогресса в народном хозяйстве;
- последствий научно-технического прогресса.

В зависимости от масштабности исследуемого объекта выделяют прогнозы следующих уровней:

- мирового научно-технического прогресса (объект – планета);
- развитие науки и техники в границах отдельной страны или региона (объект – страна, регион);
- комплексных научно-технических задач (межотраслевые объекты);
- развития отдельных отраслей промышленности (объект – отрасль).
- видов продукции и технологических процессов (объект – виды производства);
- машин, блоков, узлов, деталей, материалов (объект – соответственно устройство, способ, материал).

### 3. Специфика процесса прогнозирования НТР региона

Выбор приоритетных областей развития науки и техники, определение перечня критических технологий осуществляются на основе прогнозирования научно-технического развития. Особую важность прогнозирование научно-технического развития приобретает при разработке стратегических планов и программ технологического развития крупных объектов – страны, региона, отрасли, подотрасли и т.п. В законе Украины «Про стимулирование развития регионов» [9] отражено понятие региона, а также необходимость и мероприятия по развитию регионов.

Прогнозирование НТР региона основано на сравнении анализируемых показателей, непосредственно влияющих на уровень НТР региона с аналогичными данными, характеризующими общий уровень развития государства:

- уровень материально-технического обеспечения исследований и разработок;
- уровень финансирования науки;
- уровень экономической эффективности инновационной деятельности;
- уровень развития инновационной инфраструктуры;
- инновационная емкость инвестиций в промышленность.

На основе системы аналитических оценок выявляются проблемные ниши в НТР региона, обосновывается необходимость развития тех или иных направлений науки и техники, формируется перечень

научно-технических проблем, подлежащих решению в прогнозируемом периоде.

В нашей стране необходимость научно-технического прогнозирования зафиксирована в трех законах Украины: "О научной и научно-технической деятельности" [10], "О приоритетных направлениях развития науки и техники" [11], "О приоритетных направлениях инновационной деятельности в Украине" [12].

### 4. Обзор существующих инструментов прогнозирования

Для автоматизации большей части операций при построении прогноза, а также во избежание ошибок, связанных с вводом данных применяют специальные компьютерные программы – инструменты прогнозирования. Такие приложения могут быть как локальными (для использования на одном компьютере), так и интернет-приложениями (доступными в виде веб-сайта). Для специалиста, занимающегося прогнозированием, интерес представляют два типа компьютерных пакетов [13]:

- статистические пакеты, позволяющие проводить регрессионный анализ, анализ временных рядов и другие виды математического анализа;
- пакеты для прогнозирования, специально созданные для подобных целей.

В настоящее время существует большое количество систем (программ) для прогнозирования, которые постоянно обновляются и дорабатываются, с учетом современных потребностей (табл. 1).

Таблица 1

Классификация современных инструментов прогнозирования

Инструмент прогнозирования	Знания	Модели	Применение
Statistica, SPSS, E-views	специальное математическое образование	регрессионные, нейросетевые	исследовательская
Microsoft Excel, OpenOffice.org	базовые знания статистики	алгоритмические, регрессионные	широкого назначения
ForecastPro,	базовые знания математики и статистики	алгоритмические	бизнес-прогнозирование
Matlab, Неросети, Генетические алгоритмы	специальное математическое образование	алгоритмические, регрессионные, нейросетевые	исследовательская, разработка приложений
AnyLogic, iThink, Matlab Simulink, GPSS	требуется специальное математическое образование	имитационные	разработка приложений, моделирование

Описание основных инструментальных средств научно-технического прогнозирования приведены ниже:

- Система STATISTICA производится компанией StatSoft Inc., основанной в 1984 г в городе Тулса (Оклахома, США). Пакет STATISTICA имеет более 350 тыс. зарегистрированных пользователей

во всем мире и является наиболее динамично развивающимся пакетом на рынке статистического программного обеспечения. В системе STATISTICA реализованы регрессионные методы анализа временных рядов для переменных с запаздыванием (лагом) или без него.

- Система Forecast Pro, разработанная компанией Business Forecast Systems, центральный офис которой находится в Белмонте, Массачусетс. Forecast Pro лидер на рынке среди программ прогнозирования. Система Forecast Pro, предназначена для статистического прогнозирования доходов, объема продаж, потребностей в услугах и других важных параметров.

- Надстройки в программных продуктах Microsoft Excel, OpenOffice.org предназначены для прогнозирования сезонных продаж. Рассматриваются две сезонности (периодичности): годовая и недельная.

Также получили широкое распространение программные продукты, основанные на аналитических технологиях. В их основе - технологии искусственного интеллекта, имитирующие природные процессы, такие как деятельность нейронов мозга или процесс естественного отбора. Наиболее популярными и проверенными из этих технологий являются нейронные сети и генетические алгоритмы. Первые коммерческие реализации на их основе появились в 80-х годах и получили широкое распространение в развитых странах. Один из известных программных продуктов от компании California Scientific Software появился в 1990г.

- Системы моделирования нейронных сетей Brain Maker. Данный программный продукт удобен при прогнозировании в сфере бизнеса и финансов; для его освоения от аналитика не требуется углубленных знаний в области математики или программирования; эффективен при работе в случаях, когда правила, по которым изменяется прогнозируемая величина, неизвестны и трудновыявляемы.

Генетические алгоритмы – это специальная технология для поиска оптимальных решений, которая успешно применяется в различных областях науки и бизнеса. В этих алгоритмах используется идея естественного отбора среди живых организмов в природе, поэтому они называются генетическими. Генетические алгоритмы часто применяются совместно с нейронными сетями, позволяя создавать предельно гибкие, быстрые и эффективные инструменты анализа данных.

Разработчики программного обеспечения постоянно стремятся усовершенствовать математический аппарат, используемый в их продуктах, а также максимально упростить их использование и интерпретацию полученных результатов.

## Выводы

Необходимость комплексной компьютеризации процессов НТР крупномасштабных объектов, таких как регион, страна, обусловлена с одной стороны

ускорением научно-технического прогресса, а с другой – постоянным усложнением объектов прогнозирования.

Результатом комплексной компьютеризации должна стать компьютерная система диалогового типа, обладающая с одной стороны известной универсальностью, а с другой возможностью максимального учета особенностей конкретного объекта.

Поскольку недостаточная эффективность прогнозов НТР непосредственным образом вытекает из субъективности, привносимой в процесс прогнозирования широким использованием методов экспертного оценивания, для повышения эффективности необходима разработка новых методов и средств компьютерной поддержки формирования прогнозов.

## Литература

1. Денисов, Ю.Д. *Технологическое прогнозирование и научно-технические приоритеты в индустриально развитых странах [Текст] / Ю.Д. Денисов, А.В. Соколов. – М.: ЦИИИ, 1998. – 222 с.*
2. Loveridge, D. *United Kingdom Foresight Programme. PREST / D. Loveridge, L. Georghiou, M. Nevada. – University of Manchester, 2001. – 320 p.*
3. Попович, О.С. *Стан формування цілісної системи пріоритетних напрямів розвитку науки і техніки в Україні [Текст] / О.С. Попович // Проблеми науки. – 2002. – № 7. – С. 31 – 35.*
4. *Об утверждении плана мероприятий по реализации основ политики Российской Федерации в области развития науки и технологий на период до 2010 года и дальнейшую перспективу [Текст]. Распоряжение Правительства РФ от 7 февраля 2006 г. № 156-р. – 2006.*
5. Зинов, В.Г. *Прогнозирование научно-технического развития [Текст]: учеб. пособие / В.Г. Зинов, Ю.Н. Кусакина. – М.: ГАУ, 2005. – 180 с.*
6. Твисс, Б. *Прогнозирование для технологов и инженеров. Практическое рук-во для принятия лучшего решения [Текст] / Б. Твисс; пер. с англ. под ред. А.И. Коршунова. – Н. Новгород: Парсек НН, 2002. – 320 с.*
7. Глушков, В.М. *О прогнозировании на основе экспертных оценок [Текст] / В.М. Глушков // Кибернетика. – 1969. – № 2. – С. 24.*
8. Маліцький, Б.А. *Методичні рекомендації щодо проведення прогнозно-аналітичного дослідження в рамках Державної програми прогнозування науково-технологічного та інноваційного розвитку України [Текст] / Б.А. Маліцький, О.С. Попович, В.П. Соловійов. – К.: Фенікс, 2004. – 52 с.*
9. *Закон України "Про стимулювання розвитку регіонів" від 08 вересня 2005 року № 2850-IV*

[Текст] // Відомості Верховної Ради України. – 2005. – № 51. – С. 548.

10. Закон України "Про наукову і науково-технічну діяльність" від 1 грудня 1998 року №285 – XIV [Текст] // Відомості Верховної Ради. – 1999. – №23. – С. 20.

11. Закон України "Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки" від 11 липня 2001 року, № 2623-III [Текст] // Відомості Верховної Ради України. – 2001. – № 48. – Ст. 253.

12. Закон України "Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні" від 16 січня 2003 року № 433-IV [Текст] // Відомості Верховної Ради. – 2003. – № 13. – С. 354.

13. Инструменты прогнозирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki>. – 15.02.2012 г.

Поступила в редакцию 24.02.2012

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф., проф. кафедры ПО ЭВМ С.Ю. Шабанов-Кушнаренко, ХНУРЭ, Харьков.

### ПРОБЛЕМИ КОМПЛЕКСНОЇ КОМП'ЮТЕРИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ПРОГНОЗУВАННЯ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОГО РОЗВИТКУ РЕГІОНУ

*І.В. Шостак, М.О. Данова*

Проведено огляд публікацій про науково-технічне прогнозування. Необхідність комплексної комп'ютеризації процесів науково-технічного розвитку (НТР) великомасштабних об'єктів, таких як регіон, країна, обумовлена з одного боку прискоренням науково-технічного прогресу, а з іншого - постійним ускладненням об'єктів прогнозування. Сформульована проблема комплексної комп'ютеризації прогнозування науково-технічного розвитку регіону. Приведена класифікація прогнозів за цілями, завданнями, об'єктами, періодам попередження і т. д. Запропоновані показники, що визначають базу для прогнозування науково-технічного розвитку регіону. Розглянуті сучасні інструменти прогнозування і приведена їх класифікація.

**Ключові слова:** діалогова комп'ютерна система, науково-технічний прогноз, інструменти прогнозування, аналітичні технології.

### INTEGRATED PROBLEMS OF COMPUTERIZATION OF FORECASTING SCIENTIFIC AND TECHNICAL DEVELOPMENT OF THE REGION

*I.V.Shostak, M.A.Danova*

A review of publications of scientific and technological forecasting. The need for comprehensive computerization of the processes of scientific and technological development (STD) of large-scale objects, such as region, country, on the one hand due to the acceleration of scientific and technological progress, and on the other - a permanent complication of objects prediction. Formulated problem integrated computerization of forecasting scientific and technical development of the region. The classification of forecasts, depending on their goals, objectives, facilities, pre-emption period, etc. is shown. Proposed indicators defining base to forecast scientific and technical development of the region. Considered modern tools forecasting and brought its classification.

**Key words:** interactive computer system, the scientific and technical forecast, tools of forecasting, analytical technologies.

**Шостак Игорь Владимирович** – д-р техн. наук, доц., проф. каф. инженерии ПО Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина.

**Данова Мария Александровна** – аспирант на каф. инженерии ПО Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина, e-mail: danovamariya@gmail.com.