

КОНЦЕПЦИЯ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА В ГОСУДАРСТВЕННОМ ПРОГНОЗИРОВАНИИ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

Зубенко Ю.Д.

Центр исследований научно-технического потенциала
и истории науки им. Г.М.Доброва НАН Украины

Постановка проблемы.

Государственное научно-технологическое (техническое) прогнозирование за последние 40 лет [1,2] существенно улучшилось, однако остается проблема повышения его эффективности и оперативности, в частности решением следующих задач:

- задача 1 – построением общей модели прогноза;
- задача 2 – соотношением методов экспертных оценок, статистических и моделирования;
- задача 3 – определением глубины проникновения в науку и технологии;
- задача 4 – определением роли прогнозной организации и формы взаимодействия с экспертами;
- задача 5 – определением формы представления конечного прогноза.

Цель статьи.

Для решения поставленных задач предлагается адаптировать системный подход в изложении Л. фон Берталанфи, Д.М.Гвишиани, В.М.Глушкова, М.С.Згуровского к проблематике научно-технического прогнозирования в разрезе определений Г.М.Доброва и Б.А.Малицкого.

Анализ исследований.

1. Прогнозирование.

Г.М.Добров считал, что прогноз не есть предвидение, но анализ будущего [3] и фактически выделил основные концептуальные и инструментальные средства прогнозирования, когда организовал издание научного сборника “Науковедение и информатика“, т.е. содержание – научное, а форма – информационная.

В настоящее время Центр им. Г.М.Доброва практически реализует концепцию прогноза, готовя важные аналитические данные для принятия решений Правительством Украины, а также для специалистов и ученых, внедряющих научные достижения в экономику, экологию, политику и оборону страны [4]. Однако, в сфере государственного прогнозирования постоянно существовала и существует проблема повышения его эффективности и оперативности. Эту проблему пытаются решить различными средствами. Хорошие результаты в ее решении могут быть получены путем применения системного подхода [5].

2. Системный подход.

Основатель Общей теории систем Л.фон Берталанфи определил систему как совокупность взаимосвязанных объектов [6], что затем исследовали в различных аспектах ученые и специалисты различных стран, публиковавшие свои результаты как самостоятельно, так и в академическом ежегоднике “Системные исследования. Методологические проблемы“. Ученые развили концепцию системного подхода [7], а также методологические и инструментальные средства системного анализа [8].

3. Аксиоматическая Общая теория систем (ОТС).

Определение системы как совокупности взаимосвязанных объектов не является достаточным. В этом Мире все объекты взаимосвязаны, по меньшей мере гравитационным полем, а Цивилизация имеет также взаимосвязи: политические, экономические, социальные и др. Поэтому в отдельных работах специалисты определили систему более точно как подмножество (S) множества декартова произведения всех возможных входов (X) и выходов (Y) системы:

$$S \in X \times Y \dots (1),$$

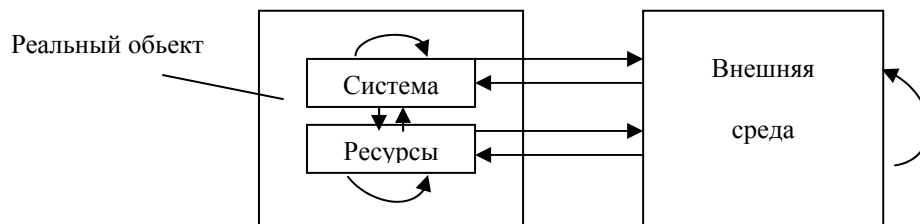
и далее применили исчисление предикатов для анализа систем [9]. Однако, в определении (1) есть два очевидных ограничения его применимости: 1) в естественных системах (Солнечная система, атом) трудно определить вход и выход; 2) выражения исчисления предикатов имеют предметноориентированный характер (в биологии, в психологии и т.п.), поэтому трудно переносимы из одной предметной области в другую.

Необходимо также отметить, что на практике каждую систему (с.) обычно связывают с предметной областью: экономическая с., информационная с., химическая с., алгебраическая с. и т.д. Кроме того, явно или неявно, но каждую систему наделяют свойствами целостности.

Исходя из вышесказанного, а также проанализировав применение к системам философских и математических инструментальных средств, автор настоящей статьи аксиоматизировал ОТС следующим образом:

- определил гипотезой систему как “совокупность свойств реального объекта, реализующих единую функцию”;
- вывел из определения системы другие основные понятия в области систем (реальный объект – носитель с., ресурсы с., внешняя среда с., граница между с. и ресурсами., граница между с. и внешней средой, системообразующие свойства, функция с., характеристики с., функциональная структура с., структура системообразующих свойств с., отношения с.);
- проанализировал возможность формального исследования систем с помощью исчисления высказываний и ЭВМ;
- показал на примерах и в различных приложениях эффективность аксиоматической Общей теории систем [10,11].

Аксиоматическая ОТС позволяет представить модель отношений системы с ее ресурсами и внешней средой следующим образом:



где система имеет две структуры: функциональную и системообразующих свойств, т.е.:



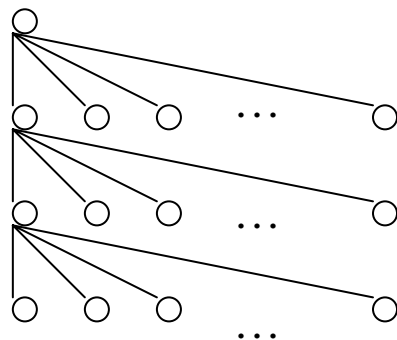
а структуры ресурсов и внешней среды носят эмпирический характер:



4. Статическая модель объекта прогнозирования научно-технологического развития.

Зададимся целью структурировать прогноз. Выделим два объекта прогнозирования: 1) наука, 2) технологии.

Науку можно структурировать в соответствии с известными классификаторами:



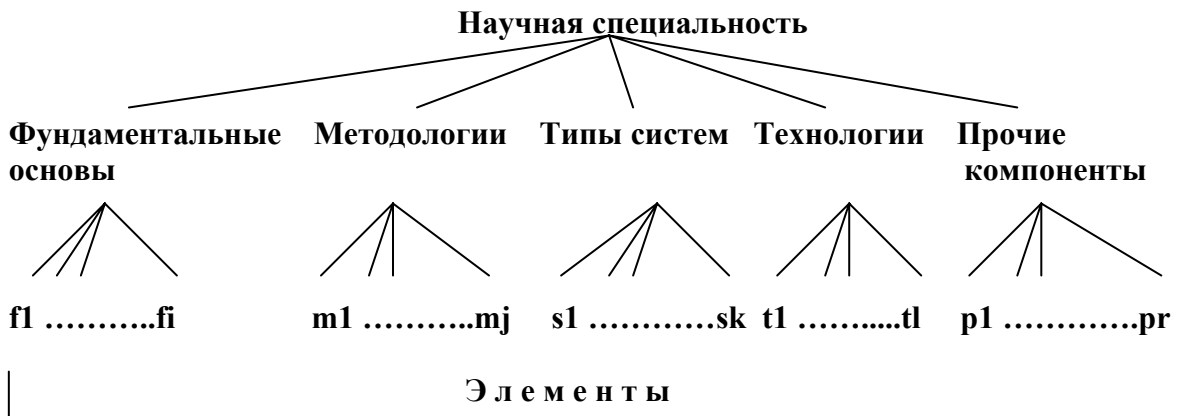
Наука

Отрасли науки (физика, химия, биология и т.д.) (NO)

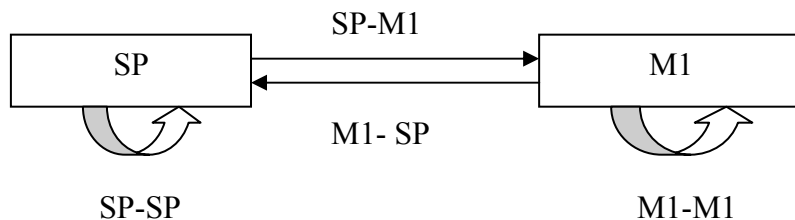
Научные дисциплины (в физике: астрономия, акустика, оптика, механика, теплотехника и т.д.) (ND)

Научные специальности (в теплотехнике: калориметрия, термодинамика, термометрия и т.д.) (NS)

Научную специальность структурируем эмпирически следующим образом:



Предположим, что Наука образует некоторую систему познания (SP). Выделим из реального мира (M) систему SP и образуем отношения SP с усеченным реальным миром $M1 = M - SP$:



Если Наука – система, то она должна иметь системообразующие свойства и функцию. Как известно, системообразующие свойства у системы – информационные, а функцию Науки определим, в соответствии с аксиоматической ОТС, следующим образом. Функция должна реализовывать все отношения системы, т.е.

$$F = \langle SP-SP, SP-M1, M1-SP \rangle \dots (2).$$

Эта же функция определяется элементами системы, т.е.

$$F = F(NO, NP, NS, fi, mj, sk, tl, pr) \dots (3).$$

Внешние отношения определяются внутренними элементами системы или

$F(NO, NP, NS, fi, mj, sk, tl, pr) = \langle SP-SP, SP-M1, M1-SP \rangle \dots$ (4).

Функция F должна удовлетворять следующим условиям: целостность, устойчивость, стационарность и стабильность свойств.

Таким образом, мы можем моделировать объект прогнозирования научно-технологического развития как систему в следующих его частях:

- 1) моделировать науку как систему познания;
- 2) в каждой научной специальности моделировать различные типы систем;
- 3) технологию, как некоторый граф операций, представить как часть структуры системообразующих свойств некоторой реальной или потенциальной системы.

5. Динамическая модель объекта прогнозирования научно-технологического развития.

Определим динамическую модель объекта как его статическую модель в функции времени. Статическая модель в форме системы позволяет сформулировать характеристики и параметры модели и выявить их отношения. Для прогнозирования такой модели рассмотрим три характерных случая.

- 1) Характеристики и параметры измеримы и мы имеем по ним статистические данные. В этом случае для их прогнозирования можно использовать статистические методы типа экстраполяции, вычисления математического ожидания, корреляции и т.п.
- 2) Между характеристиками и параметрами установлены функциональные и временные отношения. В этом случае для их прогнозирования можно использовать расчет математических функций.
- 3) Характеристики, параметры и отношения между ними не установлены и носят неопределенный характер. В этом случае возможно использование экспертных оценок.

Выводы.

* Решение задачи 1. Общая модель прогноза может быть построена с использованием структур аксиоматической ОТС.

* Решение задачи 2. Общая модель прогноза должна быть структурирована на элементарные задачи, для каждой из которых должен быть указан метод её решения (экспертных оценок, статистический, моделирования, другие).

* Решение задачи 3. Во внешней среде и ресурсах каждой системы присутствуют другие системы, затем третьи, четвертые и т.д. Глубина проникновения в науку и технологии должна определяться на стадиях разработки статической и динамической моделей и во время практического прогнозирования.

* Решение задачи 4. ЦИПИН должен играть главную роль в организации прогнозирования, в разработке статической и динамической моделей, обработке статистических данных, расчете функций и взаимодействии с экспертами (индивидуально, на семинарах, групповых решениях, совещаниях и симпозиумах); при этом данные должны аккумулироваться в форме электронных баз данных с автоматизированными программами расчета и электронном обмене данными с экспертами.

* Решение задачи 5. Заказчиком государственных прогнозов является Правительство и правительственные организации, поэтому форма и содержание прогноза должны быть ориентированы, прежде всего, на этот контингент работников, т.е. в форме небольшой (100-150 страниц) книги, хорошо изданной, с убедительными данными и иллюстрациями, которую хотел бы иметь каждый государственный руководитель и каждый депутат Верховного Совета. Детальная информация по прогнозу может быть помещена в web-страницу ЦИПИНА.

ЛИТЕРАТУРА.

1. Прогноз по проблеме "Совершенствование управления народным хозяйством на основе применения средств автоматизации, вычислительной техники и использования современных научных методов" // Государственный Комитет СССР по науке и технике, Москва, 1969.
2. Методичні рекомендації щодо проведення прогнозно-аналітичного дослідження в рамках Державної програми прогнозування науково-технологічного та інноваційного розвитку України // ЦДПН Національної Академії Наук України, Київ, "Фенікс", 2004.
3. Добров Г.М. Прогнозирование науки и техники. // Москва, "Наука", 1969. – 208 с.
4. Маліцький Б.А., Попович А.С. З чого починати впровадження прогнозно-аналітичних досліджень в практику формування та реалізації науково-технологічної політики держави // "Проблеми науки", №2, 2004, с.2-8.
5. Смирнов Л.П. Системный подход к научно-техническому прогнозированию // IV Киевский симпозиум по науковедению и научно-техническому прогнозированию; Тезисы докладов. – Киев, "Наукова Думка", 1972, - часть 2, с.3-8.
6. Бергаланфи Л. фон. Общая теория систем. // Москва, "Мир", 1960. – 328с.
7. Глушков В.М. О прогнозировании на основе экспертных оценок // Москва, "Кибернетика", 1969, №2, с.2-4.
8. Згуровский М.З., Панкратова Н.Д. Системный анализ (проблемы, методология, приложения). // Киев, "Наукова Думка", 2005. – 743с.
9. Месарович М., Такаха Я. Общая теория систем: математические основы. // Москва, "Мир", 1978. – 311с.
10. Зубенко Ю.Д. Системный анализ // Учебное пособие. ДонНТУ, Донецк, 1995. – 150с.
11. Yuriy Zubenko <http://www.google.com> (публикации в Интернет на испанском языке)