

УДК 658.012

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ
ОТРАСЛЕВОГО НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Н.Г.Загоруйко, Д.К.Калинцев, В.М.Лобанов

1. Важным средством повышения эффективности работы отрасли должны стать научно обоснованные прогнозы развития номенклатуры и характеристик изделий, выпускаемых ее заводами. Ясно, что такое прогнозирование должно основываться на глубоком анализе больших информационных массивов и осуществляться с помощью современных математических методов и высокопроизводительных ЭВМ.

В завершеном виде система отраслевого прогнозирования должна представлять собой сложный человеко-машинный комплекс, непрерывно работающий в диалоговом режиме с поставщиками информации и потребителями прогнозов.

Сложность и высокая стоимость такого комплекса и процесса его разработки (по предварительным данным, несколько сот человеко-лет) оправдывают те усилия по тщательному апробированию основных методологических и технологических принципов, которые должны быть положены в основу его построения. Формулируя эти принципы, авторы не претендуют на новизну: многие из них неоднократно обсуждались в статьях и выступлениях ведущих советских специалистов по системному анализу - Г.И.Марчука, В.И. Глушкова, А.Г.Аганбегяна, Д.М. Гвишиани, Н.Н.Моисеева, Г.С.Поспелова и др.

Цель данной работы - сформулировать в явном виде те отправные положения, на которых основывается конкретная разработка системы отраслевого научно-технического прогнозирования (СНТП), осуществляемая специалистами научно-исследовательских институтов Министерства промышленности средств связи СССР, Сибирского отделения АН СССР и ряда других организаций.

II. Конспективная формулировка основных методологических принципов может быть представлена в следующем виде:

1. Назначение системы - оперативно обеспечить руководство промышленного министерства информацией о наиболее вероятных перспективах развития номенклатуры, объемов выпуска и параметров технических изделий отрасли.

2. Периоды прогнозирования - система должна вырабатывать непрерывно обновляемые краткосрочные, среднесрочные и долгосрочные прогнозы.

3. Исходные данные для прогноза в системе должны представлять собой обобщенные сведения о всех существенных факторах, влияющих на развитие продукции отрасли.

4. Методы прогнозирования должны основываться на взаимодействии генераторов и селекторов гипотез.

5. Характер функционирования должен обеспечивать работу в режиме непрерывного пополнения новыми исходными данными и непрерывного контроля состояния поступающей и хранимой информации.

6. Режим использования должен представлять собой удобный для потребителя активный диалог системы с поставщиками информации и пользователями системы.

7. Устойчивость системы, постоянная эффективность ее работы должна обеспечиваться возможностью непрерывного обновления системного и функционального математического обеспечения и ориентацией на универсальную перспективную техническую базу.

8. Взаимодействие системы должно быть обеспечено как с другими системами управления отраслью (взаимодействие по горизонтали), так и с системами более низкого и более высокого иерархических уровней (взаимодействие по вертикали).

9. Стратегия разработки системы должна ориентироваться на параллельное исследование всех вышеперечисленных принципов и на последовательную разработку элементов системы и ее подсистем, которые согласуются с основными принципами и которые по мере готовности можно эффективно использовать для решения отдельных задач отраслевого прогнозирования.

Остановимся на этих принципах более подробно.

I. Назначение системы. Прогнозирование тесно связано с планированием, но не может его заменить. Обоснованный прогноз позволяет руководству министерства принимать решения о наиболее предпочтительной структуре распределения ресурсов на строительство и

реконструкцию производства, перекалфикацию кадров, переориентацию конструкторских разработок и научных исследований. Непосредственно планы реализации этих решений должны вырабатываться другими отраслевыми системами управления производством, капитальным строительством и т.д.

Разработанная СНТП должна отвечать на вопросы: Что следует ожидать в данном техническом направлении в такое-то время? Что будет выпускаться другими отраслями и фирмами в такой-то период? Что целесообразнее было бы выпускать к такому-то периоду? На вопрос, как организовать выпуск желаемой продукции к такому-то времени - должны отвечать другие отраслевые системы и службы.

2. Периоды прогнозирования. Деление на периоды прогнозирования в настоящее время достаточно условно и связано с характером тех решений, которые принимает министерство на основании прогнозов. Так, например, краткосрочный прогноз должен служить основой для планирования производства уже выпускаемой продукции и реконструкции действующих предприятий. Среднесрочными прогнозами должны определяться планы капитального строительства новых заводов. Долгосрочные прогнозы должны служить базой для планирования НИР и организации новых НИИ и КБ. Конкретные длительности этих периодов в годах зависят от динамики развития и будут разными для разных отраслей промышленности.

3. Исходные данные. Среди существенных факторов, влияющих на тенденции в изменении характеристик выпускаемой продукции, отметим следующие:

- характеристики аппаратуры, выпускаемой в настоящее время;
- информация о потребностях в продукции и рынках ее сбыта;
- содержание проводимых ОКР;
- содержание проводимых НИР;
- содержание патентов и авторских свидетельств;
- сведения о составе производственной базы, кадров и финансов.

Каждая из этих частей должна быть связана с соответствующей подсистемой. Например, в подсистеме "Патенты" должны накапливаться подробные данные о содержании всех патентов и авторских свидетельств по классам изобретений, имеющим отношение к отрасли, об авторах этих изобретений, организациях-заявителях и т.п. В СНТП должна передаваться лишь обобщенная информация об интенсивности потока заявок на изобретения в некотором направлении или об активности изобретателей той или иной фирмы и т.д.

Подсистема "Кадры" будет решать широкий круг задач, связанных с анализом и планированием состава работников отрасли. В СНТП не потребуются данные о каждом человеке в отдельности. Для прогнозирования возможностей отрасли нужны будут общие сведения о количестве, возрасте, профиле и уровне образования ее специалистов.

Аналогично этому будет строиться взаимодействие СНТП и с другими отраслевыми информационными подсистемами.

4. Методы прогнозирования. Прогнозирование развития любой системы должно основываться на динамическом взаимодействии двух элементов: генератора, который вырабатывает гипотезы о будущем состоянии системы, и селектора, который отбирает одну или несколько из этих гипотез, исходя из анализа их преимуществ и недостатков, учета реальных ограничений на ресурсы системы.

В генераторе гипотез СНТП предполагается использование ретроспективного статистического анализа и группового экспертного анализа.

Ретроспективный анализ используется тогда, когда отсутствует модель функционирования изучаемого объекта, т.е. когда объект представляет для исследователя "черный ящик", но имеется большой статистический материал о работе объекта в прошлом в виде протоколов типа "входные условия - результат". В этом случае обработка статистических данных, например, методами распознавания образов или анализа временных рядов может обнаружить закономерности в связях различных входных условий с теми или иными результатами работы объекта. На основании этих закономерностей можно предсказать поведение объекта в некоторых новых для него условиях.

Однако современное производство меняется очень быстро, и закономерности, обнаруживаемые на прошлых данных, сохраняются относительно недолго, так что ретроспективный анализ может использоваться обычно при краткосрочных и, возможно, среднесрочных прогнозах.

Групповой экспертный анализ применяется тогда, когда либо структура объекта изучена слабо и прошлых данных мало для ретроспективного анализа, либо тогда, когда нужно делать долгосрочные прогнозы. В этих условиях можно надеяться на то, что сделанные специалистами (экспертами) интуитивные предположения при соответствующей обработке дадут некоторое общее представление о будущем развитии того или иного научно-технического направления.

В качестве экспертных прогнозов можно рассматривать также утверждения специалистов, сформулированные ими в научных отчетах, статьях, книгах, авторских свидетельствах. Способы автоматической обработки экспертных мнений, сформулированных на естественном языке, представляют собой одну из трудных и важных задач разработки СИП.

Очевидно, что целесообразно использовать оба пути прогнозирования: прошлый опыт работы системы и интуицию специалистов, которые будут дополнять и контролировать друг друга.

Другой составной частью системы прогнозирования является селектор. Он использует динамическую модель отрасли, адекватно отражающую структуру и характер взаимодействия отдельных ее частей, а также взаимодействие ее со смежными отраслями - поставщиками материалов и комплектующих изделий.

Такие модели широко используются сейчас в системах планирования основных экономических показателей.

В СИП генератор и селектор должны объединяться в функциональную подсистему "Прогноз".

5. Характер функционирования. В ходе функционирования система будет постоянно пополняться новыми данными. Она должна иметь возможность непрерывно вести контроль за состоянием своего банка данных с целью своевременного обнаружения ошибок во вводимой информации, обобщении фактов, поступающих в разное время и из разных источников, и генерировать вопросы поставщикам информации (ставить "проблемы"). Для этой цели могут быть использованы методы распознавания образов и методы эмпирического предсказания, в частности, алгоритмы заполнения пропусков в эмпирических таблицах. Вся эта группа методов слежения за состоянием информационного массива в СИП должна объединяться в подсистемах "Гомеостат" и "Проблемы".

6. Режим использования. Процесс общения пользователей с системой тем удобнее, чем выше уровень языка общения, поэтому в перспективе можно мыслить систему, воспринимающую сформулированные на естественном языке запросы "с голоса".

В системе прогнозирования диалоговый режим принципиально важен. Это связано с тем, что, во-первых, сами методы решения задач прогнозирования во многом являются человеко-машинными, поэтому диалог необходим программистам-профессионалам, "ведущим систему"; во-вторых, диалог на языке общения, близком к естественному, пред-

почтителен для тех пользователей системы, которые не являются профессиональными программистами (а таких в системе большинство).

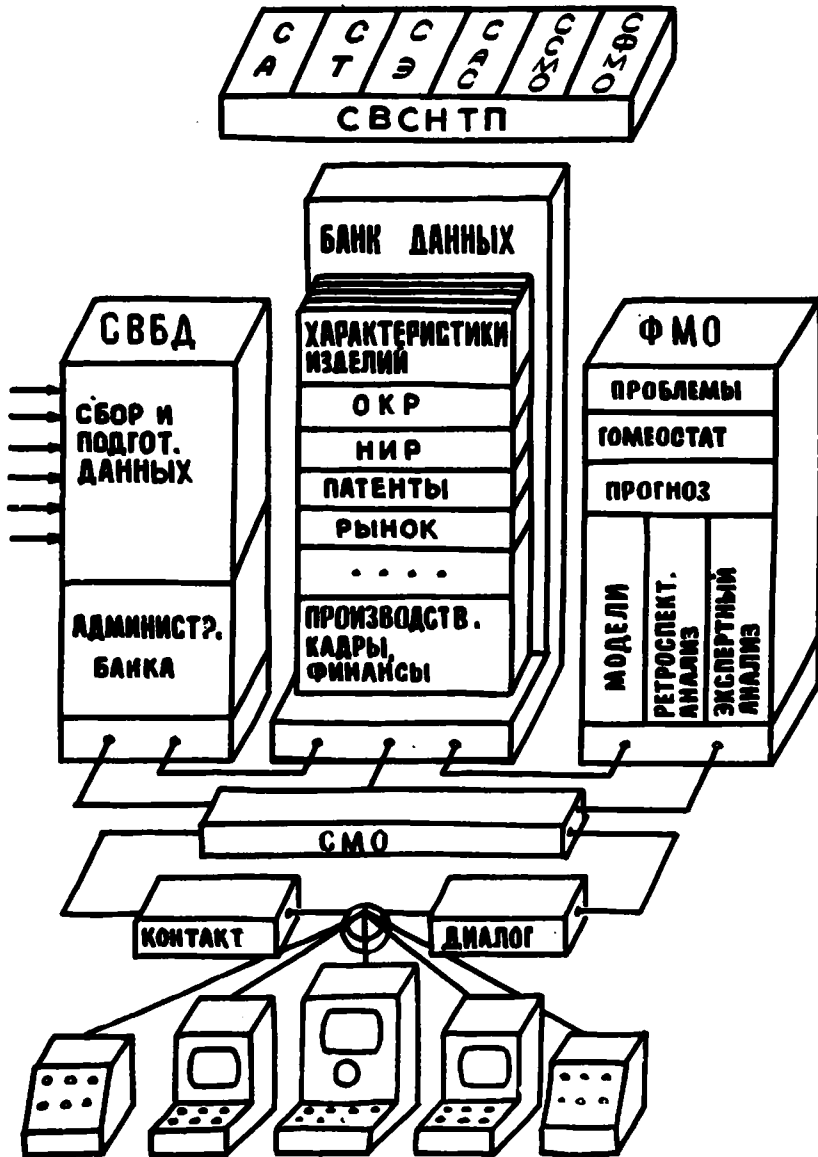
7. Устойчивость системы к ее моральному старению может быть обеспечена за счет выбора такой структуры системного и функционального матобеспечения, которая позволяла бы легко менять содержимое отдельных частей системы, пополнять ее новыми методами и алгоритмами. Техническая база СНТП должна позволять наращивание машинных мощностей по мере развития системы, ее стыковку с другими системами и подсистемами, быть удобной для обслуживания и использования.

8. Взаимодействие. Формат информации, представляемой в банке данных СНТП, должен согласовываться с форматами других отраслевых систем, а также подсистем более низкого и более высокого иерархических уровней. На обеспечение взаимодействия СНТП с другими системами должна быть ориентирована ее подсистема матобеспечения "Контакт".

Все специализированные подсистемы АСУ отрасли должны быть связаны между собой и по требованию одной подсистемы пересылать ей информацию из любой другой подсистемы. Приоритет в очередности решения задач разными подсистемами устанавливается "Супервизором" - подсистемой, которая управляет всей этой сетью подсистем АСУ.

9. Стратегия разработки. Общая компоновка СНТП представлена блок-схемой. (На рисунке введены следующие сокращения: СВСНТП - служба ведения системы научно-технического прогнозирования; СА - служба административная; СТ - служба технического обслуживания; СЭ - служба эксплуатации СНТП; САС - служба анализа и совершенствования СНТП; ССМО - служба системного матобеспечения; СФМО - служба функционального матобеспечения; СВБД - служба ведения банка данных; ФМО - функциональное матобеспечение; СМО - системное матобеспечение.) Все указанные на ней подсистемы и перечисленные выше отправления положений требуют самостоятельных исследований и разработок. При этом максимальное должно использоваться то, что уже имеется в существующих операционных системах и системах хранения информации ("банках данных"), в пакетах прикладных программ. По предварительным данным, общий объем матобеспечения системы будет составлять несколько сотен тысяч машинных команд. Вместе с тем, учитывая динамичность отрасли, СНТП должна быть динамичной, т.е. легко изменяемой, адаптирующейся к новой ситуации. Быстрая переделка громоздкой системы невозможна, если с самого начала не ориентироваться на мощные технологические средства создания про-

БЛОК-СХЕМА СИСТЕМЫ ОТРАСЛЕВОГО НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ



граммных продуктов. Создание такого технологического комплекса (ТЕКОМ), который позволит переложить на ЭВМ основную часть рутинной работы по программированию и документированию матобеспечения, является первоочередной задачей разработки СНТП.

В работе по прогнозированию должны использоваться отдельные подсистемы или блоки по мере их освоения или разработок. К настоящему времени разработаны и используются для решения отдельных задач прогнозирования пакет прикладных программ ОТЭКС, который включает в себя около двадцати программ для решения задач ретроспективного анализа, а также серия программ, предназначенных для обработки групповых экспертных оценок. Проходит стадию адаптации подсистема "Селектор" в виде машинной модели, увязывающей основные экономические показатели отрасли. Эта подсистема была ранее разработана в ИМ СО АН СССР под руководством член-корр. АН СССР Макарова В.Л. и эффективно используется в ряде отраслей промышленности, в частности, в ОАСУ Минприбора (подсистема "Перспектива"). Освоены и включены в будущую систему пакеты по линейному и нелинейному программированию. В стадии завершения технологический комплекс ТЕКОМ для конструирования больших прикладных программ (руководитель - Свириденко Д.И.).

Собственно человеко-машинная система прогнозирования должна складываться одновременно с разработкой СНТП. При этом сближение человека и машины в такой системе должно быть встречным. Технические и алгоритмические возможности системы должны развиваться в сторону создания удобств для пользователей системы, а пользователи, в свою очередь, должны будут изучать методы взаимодействия с системой, технические особенности ее использования. На этом пути предстоит решить много научных, технических, инженерно-психологических и организационных задач.

Поступила в ред.-изд.отд.
10 марта 1980 года