

## О ПРИМЕНЕНИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОТБОРА ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА

Багриновский К.А., Яковец Т.Ю.

(Москва)

Статья посвящена методам использования современных средств принятия стратегических решений (систем гибридного интеллекта) для исследования проблем определения приоритетных направлений научно-технического прогресса в условиях его неравномерного развития.

Проблема определения приоритетных направлений научно-технического прогресса (ПН НТП) относится к числу важнейших в теории и практике долгосрочного экономического прогнозирования. Для ее решения предлагается исходить из успешно развиваемого представления о неравномерности научно-технического развития (НТР) [1–4].

Как показывает мировой опыт, в основе данного процесса лежит циклический характер смены "кондратьевских волн" и их принципов – технологических укладов (ТУ). Если рассматривать механизм НТР с момента промышленной революции, то сейчас в наиболее развитых странах мира отмечается активное распространение пятого ТУ с начала промышленной революции XVIII в.

В России в конце XIX в. наблюдался бурный стихийный рост первого и второго ТУ в условиях рыночного механизма и при значительном участии иностранного капитала. Отраслевые темпы роста базовых для них отраслей (железнодорожного транспорта, машиностроения, металлургии, химии) достигали 15% в год.

Третий ТУ стал прогрессивно внедряться с начала XX в. в США, а потом в других странах. Россия в это время участвовала в первой империалистической, а затем была охвачена гражданской войной, по окончании которой восстанавливала разрушенное хозяйство. И только в конце 1920-х годов СССР целенаправленно начал переходить к третьему ТУ, хотя его основные "точки роста" были заложены еще в плане-прогнозе ГОЭЛРО. Стратегический маневр для макроструктурной перестройки хозяйства, вызванный этим переходом, происходил в основном за счет благосостояния трудящихся. В результате была закреплена технологическая многоукладность, а сельское хозяйство, пищевая и легкая промышленность оказались замороженными на уровне первых двух ТУ.

Четвертый ТУ тоже целенаправленно внедрялся в нашей стране начиная с 1950-х годов одновременно с западными странами. Однако такая синхронность была только вначале, затем наметилось отставание. Это связано как с тем, что импорт из Германии в связи с репарацией примерно в 10 раз превышал экспорт (особенно в части машиностроительных заводов), так и с опытом интенсивного использования материальных и трудовых ресурсов, накопленным в период войны, а также конверсией военной экономики. Именно в эти годы (1951–1955 гг.) темпы роста национального дохода СССР были около 10%.

Обычно высокие темпы роста характерны только для второго этапа ТУ. На третьем для ведущих отраслей они составляют всего 5–6%. Именно такими они и были в СССР в 1960–1980 гг., отличаясь от проэкстраполированных в первоначальном варианте Программы КПСС (1961 г.), составлявших 10–12% и свойственных лишь второму этапу развития.

С середины 1975 г. обозначились все признаки спада экономики СССР. Кризис ее оттянула внешнеторговая политика страны — экспорт энергоресурсов при благоприятной внешнеэкономической конъюнктуре. При этом вырученные средства не были своевременно направлены на новые "точки роста" — ПН НТП пятого ТУ. Поэтому при изменении указанной конъюнктуры не в нашу пользу страна скатилась в кризисное состояние, и оно усугубилось политическими и межнациональными сложностями.

Переход к новому уровню технологического развития требует коренных преобразований в выборе и реализации ПН НТП на базе долгосрочного прогнозирования и теории цикличности НТР.

Уровень современного НТП определяется прежде всего развитием фундаментальных наук, а квалифицированный труд становится решающим в эпоху всеобщего оскудения запасов природных ресурсов и превышения мыслимых пределов нагрузки на окружающую среду. Нужно обратить особое внимание на подготовку специалистов в учебных заведениях любого уровня, начиная с повышения уровня образования в школах. Необходимо создать государственные сети информационных систем, позволяющих следить за достижениями мировой научно-технической мысли и использовать их; поощрять разработку нововведений и изобретательство, стимулировать научную деятельность крупных специальных организаций (в системе академий наук и т.п.). Надо все более активно проводить политику разработки и применения новшеств на государственных предприятиях.

Для более правильного выбора ПН НТП можно применять современные методы, основанные на системе гибридного интеллекта (СГИ) [5, 6]. СГИ — это адаптивная система взаимодействий решения интеллектуальных задач путем оптимального использования способностей каждого специалиста (человека) и возможности ЭВМ для составления интегрированных моделей объектов в целях прогнозирования их динамики и выработки управляющих решений.

Наиболее характерные черты СГИ: 1) глубокая взаимная адаптация всех компонентов системы; слаженность работы участников; признание общей ответственности за ее результаты; гибкое распределение лидирующего и вспомогательного положения между участниками в зависимости от поставленной задачи и хода ее решения; 2) совместный анализ и преобразование информации применительно к индивидуальным особенностям участника, который в данный момент определяет ход решения общей задачи с тем, чтобы сформировать у него адекватную модель ситуации как основы принятия решения; 3) антропоцентрический характер системы, в которой представлены специалисты, ЭВМ и другие средства накопления знаний, но главная роль всегда принадлежит человеку — эксперту.

СГИ является эффективным инструментом для совместного (коллективного) прогнозирования таких сложных явлений, как выбор ПН НТП. В работе системы участвуют многие специалисты, обладающие частными моделями прогнозного характера; эксперты по финансам и ресурсному обеспечению; юристы и политологи.

В процессе работы СГИ происходят взаимная адаптация различных подходов к оценке ПН НТП и определение множества эффективных направлений. Система позволяет проводить синтез вариантов решений, объединяя мнения и суждения непосредственных участников-экспертов и искусственных объектов (ЭВМ, книг и т.п.), работающих с ней.

В простейшем варианте СГИ реализуется в виде организационно-деятельностной игры, в которой возможно формирование коалиции участников и происходит взаимная адаптация частных моделей и решений.

В ходе организационно-деятельностной игры, проведенной в Дагомысе в 1990 г. \*, было выделено несколько подходов к определению ПН НТП. Здесь же дается методическое обобщение полученной стратегии выбора ПН НТП с помощью коллектива специалистов.

\* Активное участие в ее проведении принимали А.А. Голуб, В.В. Логвинец, А.Г. Петров, А.А. Тартинова, Т.Г. Трусова, Ю.А. Гиллер и др.

Первоначально выделялся перечень наиболее актуальных народнохозяйственных проблем, связанных с развитием нового ТУ. В их числе: микроэлектроника, биотехнология, информатика, а также обеспечение надежной инфраструктуры, разумной обороны, поддержание внешнеэкономических связей и т.п. Затем был разработан список научно-технических направлений, которые способствуют решению сформулированных выше проблем. В него вошли: 1) роботы, гибкие производственные системы; 2) космическая техника; 3) энергосберегающие технологии, нетрадиционные энергоресурсы (высокотемпературная сверхпроводимость, физика высоких энергий, термояд); 4) новые поколения материалов; 5) безотходные технологии (мембранная, лазерная); 6) техника освоения океана; 7) новые экологически чистые средства транспорта; 8) техника сферы услуг; 9) медицинская техника, борьба с наиболее распространенными заболеваниями; 10) технический переворот в просвещении; 11) техника науки; 12) техника сферы управления; 13) бытовая электротехника; 14) экологически чистое продовольствие; 15) экологически чистая энергетика; 16) комфортное жилье; 17) биоинженерия; 18) внешнеэкономическая научно-техническая деятельность, торговля лицензиями; 19) новейшие информационные технологии; 20) телекоммуникации и связь; 21) новые информационные технологии в распространении шедевров мирового искусства.

Данный перечень может быть продолжен (перечислены лишь основные из тех, что выбрала группа экспертов, принимавшая участие в игре).

Следующим этапом игры было формирование критериев отбора НТ направлений по степени их важности, например: 1) новизна выбранного направления НТП; 2) техническая эффективность; 3) связь с другими направлениями НТП; 4) предполагаемые результаты реализации; 5) потребность (объем рынка); 6) наличие и уровень конкурирующих альтернативных направлений; 7) патентная защита; 8) сроки, необходимые для достижения целей; 9) вероятность коммерческого успеха; 10) участие в международном разделении труда; 11) уровень комфортности условий жизни человека; 12) наличие научно-технического задела; 13) экологическая чистота; 14) мультипликативный эффект.

Эксперты определили веса, отражающие значимость каждого критерия.

Обозначим номер НТ направления через  $i$ ,  $i = 1, \dots, m$ , а номер критерия —  $j$ ,  $j = 1, \dots, n$ . Элемент  $a_{ij}$  матрицы  $A$  выражает степень соответствия НТ направления  $i$  критерию  $j$ . Иными словами, его значение определяет относительную оценку того вклада, который дает осуществление НТ направления  $i$  в достижение наивысшего уровня по критерию  $j$ .

После нормировки выбираются наиболее значимые НТ направления по величине взвешенной суммы относительных оценок, т.е. по значению:  $c_i = \sum_{j=1}^n \rho_j a'_{ij}$  где  $a'_{ij} = a_{ij} / \sum_{i=1}^m a_{ij}$  — нормированные оценки;  $\rho_j$  — веса критериев, определяемые на предыдущем этапе;

Выбранные таким образом НТ направления образуют множество ПН НТП, которые разбиваются на четыре большие группы, относящиеся к достижению следующих основных целей: а) человек (его здоровье, образование, среда обитания); б) природа (экологически допустимые технологии, энергетика, освоение Мирового океана); в) общество (социальное развитие, обеспечение обороны, коммуникации); г) технология (совершенствование по направлениям). При этом одно и то же ПН НТП может относиться к разным группам. Затем проводилось ранжирование внутри каждой группы.

После этого сделан следующий важный шаг: было решено придерживаться того взгляда, согласно которому в настоящий момент страна стоит перед выбором альтернативы развития и целей общества в зависимости от складывающейся ситуации. Определены следующие альтернативы общественного развития: гуманистическая, технократическая, их сочетание.

В первом случае из группы ПН НТП перечень проранжированных направлений формировался так: человек — природа — общество — технология. Во втором: технология —

общество — природа — человек. В качестве третьего варианта была разработана комбинация: технология — человек — природа — общество. Таким образом, в результате проведенных процедур был сформирован проранжированный перечень ПН НТП в зависимости от альтернативы.

Заключительный этап игры состоял в разработке предложений по законодательству в области научно-технической политики, которое должно включать ряд разделов.

1. Возможные альтернативы социально-экономического развития, опирающиеся на тот или иной тип научно-технической политики, определяющей направления использования НТ достижений; выбор альтернативных вариантов развития — задача Верховного Совета страны.

2. Механизм формирования ПН НТП, на базе которого может быть реализована та или иная альтернатива социально-экономического развития; субъектами, участвующими в механизме принятия решений о выборе приоритетов, могут быть ГКНТ, АН СССР, Сочинское научно-информационное объединение, комитеты Верховного Совета СССР.

3. По каждому из выбранных комплексных ПН НТП разрабатываются конкретные программы, и государственное финансирование осуществляется целевым порядком по каждой из программ, реализующей какое-либо из ПН НТП.

4. Управление внедрением выбранных программ может осуществляться избираемой для этого Администрацией программ.

5. Способ реализации ПН НТП включает экономический, правовой и организационные механизмы.

Таким образом, в результате организационно-деятельностной игры была укрупнено смоделирована методология выбора и ранжирования ПН НТП в зависимости от альтернативы дальнейшего развития страны, а также сформулированы рекомендации по формированию механизма реализации ПН НТП [4].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кондратьев Н.Д. Проблема экономической динамики. М.: Экономика, 1989.
2. Глазьев С.Ю. Экономическая теория технического развития. М.: Наука, 1990.
3. Яковец Т.Ю. Структурные циклы и экологическое прогнозирование // Плановое хоз-во, 1990. № 9.
4. Макаров В.Л., Львов Д.С., Голуб А.А. и др. Приоритетные направления научно-технического прогресса в СССР и пути их реализации. М.: ЦЭМИ АН СССР, 1991.
5. Багриновский К.А., Логвинев В.В. Интеллектуальная система в отраслевом планировании. М.: Наука, 1989.
6. Венда В.Ф. Системы гибридного интеллекта. М.: Машиностроение, 1990.

Поступила в редакцию  
29 IV 1991