

ДАЛЬНЕЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА БАЗЕ ФСА и ТРИЗ

С.С.Литвин, В.М.Герасимов

Потребность в дальнем прогнозировании

До недавнего времени особой нужды в точном дальнем прогнозировании не было: затратный хозяйственный механизм заставлял руководителей предприятий жить только сегодняшним днем. Сегодня ситуация меняется. Появилось несколько факторов, определяющих потребность в достоверном дальнем прогнозировании развития технических систем (ТС).

1. Получив обоснованный прогноз, руководство предприятия получит возможность более эффективно оперировать капиталовложениями, формировать перспективные планы развития производства. Точный прогноз снижает степень риска для предприятия по освоению новой техники.

2. Эффективный дальний прогноз позволит заранее подготовить технические задания на разработку необходимых материалов, оборудования, оснастки, обеспечивая тем самым при дальнейшем освоении новой техники резкое снижение сроков технологической подготовки производства.

3. Точный прогноз позволит выйти на принципиально новые конструкции и технологические процессы, значительно опережающие нынешний мировой уровень. Если даже использование качественно новых технических решений растянется во времени, предприятие все же будет иметь задел по технико-экономическим показателям объекта. При этом использование принципиально новых заранее спрогнозированных ТС может продолжаться весьма долго (десятки лет), пока их вновь не опередит мировой уровень. Следствием такого повышения "долгоживучести" техники станет резкое уменьшение числа людей, которые занимаются ее проектированием и созданием.

Классические методы прогнозирования дают крайне низкую точность дальних прогнозов. По различным источникам "сбываемость" (достоверность) дальних прогнозов составляет всего 7-20%.

Классические методы прогнозирования

Какие же инструменты были в арсенале прогнозистов до недавнего времени? Во-первых, все методы прогнозирования, а их сегодня известно более 100, можно разделить на две большие группы: нормативные и

исследовательские методы. Нормативные методы используются главным образом для ближнего прогнозирования и по существу являются методами планирования. К ним относятся различные варианты построения "деревьев целей-средств", перспективных графов и т.п. Наиболее известным методом из этой группы является система ПАТТЕРН-помощь планированию с использованием техники присвоения коэффициентов относительной важности. Недостатками всех нормативных методов является субъективизм оценок и неоднозначность прогнозов.

Методы исследовательского прогнозирования, в свою очередь, делятся на три основные группы.

Прогнозирование по аналогии. Как понятно из названия, эти методы основаны на аналогиях в строении и развитии различных ТС между собой, а также технических, биологических и других систем. Основным недостатком этих методов является исследование чисто внешних аналогий, а не объективных законов развития разных систем.

Методы экстраполяции основаны на изучении и продлении в будущее тенденций развития исследуемой ТС. Эти методы математически точно прогнозируют количественный рост показателей ТС; но принципиально не могут предсказать качественных скачков.

И, наконец, методы экспертных оценок основаны на выявлении и анализе мнений квалифицированных специалистов по прогнозируемой ТС. Даже лучшие из них, такие как известный метод "дельфи", не могут дать точного дальнего прогноза. Более того, часто мнение коллектива "спецов" лишь усугубляет психологическую инерцию старых привычных технических решений.

Все приведенные методы имеют ряд общих недостатков, которые снижают их эффективность, а при дальнем прогнозировании, по существу, полностью их дискредитируют. Перечислим основные недостатки известных методов дальнего прогнозирования.

1. Все эти методы базируются на переборной стратегии (метод проб и ошибок), в лучшем случае объективизированной выявлением тенденций, внешних аналогий, применением математической статистики и т.п.

2. Прогнозируются не конкретные технические решения, а лишь общее направление развития.

3. Прогнозируются лишь количественные изменения в рамках имеющейся конструкции и технологии, а не качественный скачок.

4. Прогнозирование ориентируется на сегодняшней мировой уровень. Фундаментальные противоречия, сдерживающие развитие прогнозируемой ТС, выявляются всегда с большим опозданием. Обычно прогно-

зируется "лечение болезней ТС", а не борьба с причинами этих "болезней".

5. Прогнозирование часто ведется несистемно, одномерно — лишь по некоторым показателям и тенденциям.

6. Практически отсутствует прогнозирование новых функциональных возможностей ТС. А ведь именно новые функции определяют качественный скачок в развитии ТС.

Прогнозирование на базе ТРИЗ и ФСА

Применение ТРИЗ, основанной на объективных законах развития техники, а также использование аналитического аппарата ФСА открывают новые возможности эффективного дальнего прогнозирования.

Так, с конца 40-х годов Г.С.Альтшуллер, применяя законы развития ТС и АРИЗ, сформулировал ряд технических идей, которые по существу являются дальними прогнозами развития анализируемых ТС. Вот лишь несколько примеров таких прогнозов.

1. Костюм для горноспасателей (использование жидкого кислорода для дыхания и охлаждения) — 1948г.

2. Изготовление листового стекла (вместо роликов — расплав олова) — 1959г.

3. Разделитель для нефтепродуктов (вместо дисков и щеток) — жидкий аммиак) — 1962г.

4. Сушка цемента (вместо цепей) — расплав металла) — 1968г.

5. Ледокол (полупогружное судно) — 1968г.

Спустя 20–30 лет после их фиксации прогнозы эти стали один за другим сбываться. Сегодня можно констатировать поразительный для дальнего прогнозирования факт: все прогнозы Альтшуллера стопроцентно сбылись или явно сбудутся в ближайшее время.

В конце 70-х годов появились первые материалы по прогнозированию на базе ТРИЗ, а затем работы эти были развернуты широким фронтом. Г.С.Альтшуллер, Б.Л.Злотин и А.В.Зусман, Ю.П.Саламатов и И.М.Кондраков и ряд других специалистов ТРИЗ давали не только теоретические рекомендации по "тризному" прогнозированию, но и (в традиции ТРИЗ) конкретные прогнозы по развитию тепловых труб, погружных насосов и других ТС. В этом же русле велась работа и авторами этих строк. Дальнейшие рекомендации основаны на нашем опыте такой работы.

Принципы дальнего прогнозирования на базе ТРИЗ

Сначала уточним сам термин "дальнее прогнозирование". Обычно под ним понимается прогноз на достаточно отдаленное будущее — 10–15 и

более лет вперед. Однако, с позиции ТРИЗ дальность прогноза — понятие вовсе не временное. Так, история техники показывает, что внедрение какой-то достаточно простой технической новинки часто растягивается на долгие годы (конструкции из славов с эффектом памяти формы), а в то же время некоторые принципиально новые ТС внедряются очень быстро (телевидение, лазер).

И так, что же мы понимаем под дальним прогнозом развития конкретной ТС? Каковы основные принципы дальнего прогнозирования (ДП) с позиций ТРИЗ и ФСА?

1. ДП должно базироваться на объективных законах развития ТС в системном анализе объекта прогнозирования, т.е. на основе всех видов анализа — компонентного, структурного, функционального, параметрического, генетического.

2. ДП должно выводить на новый принцип действия ТС, обеспечивать качественный скачок, а не модернизацию в рамках старой конструкции и технологии.

3. Дальний прогноз должен быть обеспечен конкретными техническими решениями. Мало сказать, что система станет, скажем, более динамичной, надо обязательно показать, каким образом это будет достигнуто. Только такой подход гарантирует: точность, достоверность прогноза.

4. ДП должно выводить ТС на уровень показателей, значительно превышающий сегодняшнюю мировую. При этом реализация прогноза даже при весьма длительных сроках внедрения оставляет создателям новой ТС основательный запас показателей, а следовательно, и запас времени на производство "опережающей продукции". Понятно, что для такого резкого броска вперед ДП должно уметь ставить (выявлять) и решать не обычные задачи, а опережающие, прогностические — те, которых еще нет в сегодняшней ТС.

5. ДП должно быть направлено не на борьбу с недостатками сегодняшней ТС, а на выяснение и устранение причин этих недостатков. Прогнозист при этом обязан "докопаться" до глубинных, физических ограничений, сдерживающих качественное развитие ТС.

6. Дальний прогноз должен быть многомерным — по всем законам развития техники. Прогноз по какому-то одному закону чаще всего оказывается ошибочным.

7. ДП должно вскрывать новые неожиданные функциональные возможности ТС. Человек и человечество даже не догадываются, чего еще можно от этой системы спросить. А ведь каждая ТС — потенциальный носитель множества скрытых функций, базирующихся как на имеющихся ресурсах ТС, так и на возможностях нового принципа действия, полу-

чаемого в результате ДП.

Содержание работ по дальнейшему прогнозированию ТС

I. Анализ ТС - прототипа.

I.1. Компонентный анализ - исследование иерархии и состава ТС.

I.2. Структурный анализ - исследование взаимосвязей элементов ТС.

I.3. Функциональный анализ.

Определение всех внешнеобъектных функций ТС, ее связей с другими ТС разного ранга, природой, человеком. Анализ тенденций изменения внешних функций, потребностей в исследуемой ТС. Анализ альтернативных вариантов выполнения внешних функций и т.д. Построение функциональной модели ТС.

I.4. Генетический анализ.

Анализ истории развития ТС, выявление тенденций ее развития. Исследование неравномерности развития элементов ТС. Выявление новых качеств и свойств, появившихся в результате изменений, производившихся когда-либо в ТС.

I.5. Параметрический анализ.

Определение физических пределов развития ТС, определяющих ключевые противоречия, препятствующие ее дальнейшему развитию. Эти "фундаментальные пределы развития" определяются физическими, экономическими, экологическими и другими факторами.

I.6. По результатам работ п.п I.1-I.5 формулирование прогностических технических противоречий I-го типа (ПТП-I) т.е. ПП, определяющихся фундаментальными пределами развития ТС-прототипа.

2. Анализ прототипа по законам развития ТС

2.1. Определение положения ТС на "линии жизни"- графике изменения главных показателей ТС во времени.

2.2. Применение к ТС выявленных в ТРИЗ законов развития техники, их механизмов и конкретных приемов.

2.2.1. Закон повышения идеальности.

2.2.2. Закон повышения динамичности

2.2.3. Закон согласования параметров взаимодействующих ТС.

2.2.4. Закон повышения полезности (степени организации структуры).

2.2.5. Закон повышения полноты частой ТС.

2.2.6. Закон повышения универсальности.

2.2.7. Закон повышения степени "пустотности"

2.2.8. Закон перехода ТС в надсистему

2.2.9. Закон перехода рабочих органов ТС на микроуровень,

2.3. По результатам работ п.п. 2.1-2.2. формулирование ПТП-2 типа: "в соответствии с законом система должна быть (указать состояние, свойство, новое качество), но при этом недопустимо ухудшается (указать нежелательный эффект)".

3. Функционально-идеальное моделирование (свертывание) ТС по верхнему иерархическому уровню.

3.1. Формулирование условий свертывания.

3.2. Построение функционально-идеальной модели.

3.3. Формулирование прогностических требований к элементам модели.
3.4. Формулирование ПТП-3, обеспечивающих реализацию модели. Смысл ПТП-3: как минимальным числом оставшихся после свертывания элементов обеспечить выполнение (и даже перевыполнение, т.е. качественный скачок показателей) внешних функций ТС.

4. Анализ возможностей применения фонда известных физических, химических, геометрических и биологических эффектов для реализации внешних функций ТС новым способом.

Формулирование ПТП-4 типа: "применение данного эффекта резко повышает эффективность выполнения функции, но при этом недопустимо ухудшается (указать нежелательный эффект)".

5. Выявление априорного сверхэффекта, т.е. дополнительных потенциальных возможностей предполагаемого разрешения прогностических ПТП.

5.1. Определение изменений, которые произойдут в ТС в результате разрешения ПТП: повышение функциональных возможностей ТС; появление новых свойств, качеств, параметров - потенциальной базы новых возможных функций ТС; возможные, нежелательные последствия разрешения ПТП.

5.2. Корректировка комплекса ПТП по результатам п.5.1 - устранение части задач в результате сверхэффекта без их специального решения; корректировка оставшихся задач; формирование новых задач на базе негативного сверхэффекта (ПТП-5, т.е. опережающая постановка проблем, которые возникнут, если будут решены задачи предыдущего слоя).

5.3. Определение ключевого ПТП, разрешение которого дает наибольшее число дополнительных положительных эффектов.

6. Усиление выявленных ПТП, их предельное обострение.

7. Разрешение с помощью ТРИЗ ключевого ПТП.

8! Выявление сверхэффекта от полученного решения (аналогично п.5)

9. Повторение работ по п.п. 6-8 для всех последующих ключевых ПТП.

10. Согласование между собой отдельных линий прогнозирования, связанных с разрешением различных ПТП. Составление сводного прогноза-описания новой конструкции и технологии ТС.

11. Составление по результатам ДП технического задания на разработку необходимых материалов, оборудования, оснастки и т.п., необходимых для реализации прогноза (прогнозная подготовка производства).

12. Составление "хозяйственного прогноза" - плана перестройки производства, необходимой для реализации прогноза.

Состояние работ по ДП на базе ТРИЗ и ФСА

Предлагаемые рекомендации по дальнейшему прогнозированию, естественно, не являются истиной в последней инстанции. Пока это - исследовательская работа, и она еще в самом разгаре. Однако, у авторов уже есть некоторый практический опыт работ по описанной методике. Так, в течение 1979-87гг. на ЛПЭО "Электросила" им.С.М.Кирова было проведено в рамках ФСА дальнейшее прогнозирование развития ряда ТС: линейный датчик для индикации положения регулирующего органа в активной зоне ядерного реактора; электрокипятильник погружной бытовой; технологический процесс изготовления катушек статорных обмоток электрических машин переменного тока; судопропускные ~~устройства~~ сооружения гидроузла с малым перепадом воды; электромясорубка.

Все предложенные прогнозы прошли экспертизу специалистов и были признаны принципиально новыми решениями, открывающими большие перспективы для прогнозируемых ТС. По результатам всех этих прогнозов поданы десятки заявок на изобретения, получены авторские свидетельства. Один прогноз (линейный датчик) уже сбылся - новый датчик уже выпускается. По судопропускным сооружениям начата прогнозная подготовка производства.

Методика прошла также "обкатку" с 1986г. при обучении в Ленинградском народном университете научно-технического творчества при Выборгском ДК и ЛОС ВОИР, а также в школе ТРИЗ и ФСА на ЛПЭО "Электросила".