
ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ ПРИ РАБОТЕ С АЛГОРИТМИЧЕСКИМИ МОДЕЛЯМИ

В. П. Морозов (Санкт-Петербург)

Несмотря на успехи, достигнутые за последние десятилетия в теории и практике имитационного моделирования, проблема создания технологий, ориентированных на предметных специалистов, для которых математика и программирование не являются основной специальностью, по-прежнему остается актуальной.

Методология моделирования, разрабатываемая в Санкт-Петербургском институте информатики и автоматизации Российской академии наук (СПИИРАН), ориентирована именно на таких пользователей [1].

В основе методологии лежит алгоритмический подход, в силу своей специфики (модель предстает в виде алгоритма, отражающего представление пользователя о причинно-следственных связях моделируемого объекта) обеспечивающий эксперту возможность как самостоятельного построения моделей, так и проведения модельных экспериментов.

В СПИИРАН создан графический язык для описания алгоритмических моделей – язык алгоритмических сетей [2]. Разработаны алгоритмы и процедуры, обеспечивающие автоматический переход от графического представления к программной реализации соответствующего вычислительного алгоритма. Полученные результаты реализованы в виде ряда версий систем автоматизации моделирования (САПФИР/КОГНИТРОН). Специфика предполагаемого пользователя потребовала разработки специального подхода, закладываемого в основу поддержки принятия решений, имеющих место в ходе модельных экспериментов.

Рассматриваемый подход основан на идее ограничения класса решаемых задач до задач, множество математических моделей, методов решения и процедур получения конечных результатов которых может быть однозначно проинтерпретировано в области профессиональных знаний пользователя. Таким образом, фактически используемый математический аппарат становится как бы невидимым, «прозрачным» для лица, принимающего решения. Отсюда название подхода – прозрачные технологии [3].

Основные компоненты, лежащие в основе прозрачной технологии:

- 1) соглашение о допустимом минимуме профессиональных знаний предполагаемого пользователя (в том числе математических знаний);
- 2) множество математических моделей задач, процедур их формирования и методов их решения, определяемое в соответствии с вышеназванным соглашением и допускающее однозначную интерпретацию в области профессиональных знаний пользователя;
- 3) база математических моделей предметной области решаемых задач, как гарант возможности построения пользователем математических моделей задач;
- 4) доступный пользователю единый язык представления для описания моделей предметной области, математических моделей решаемых задач и вычислительных алгоритмов, по которым осуществляется решение.

Особенности реализации принятия решений, порождаемые прозрачными технологиями:

исключительная роль конечного пользователя в процессе принятия решений обеспечивает возможность использования перепостановки исходной задачи, как средства достижения конечной цели;

При наличии более одного метода достижения результата предпочтение отдается методу, обеспечивающему максимальное привлечение в процесс решения предметных знаний пользователя.

Принципы, закладываемые в математическое обеспечение:

1. Математическая модель задачи должна формироваться исключительно в области предметных знаний пользователя (множество предметных переменных и множество интервалов изменения их значений).

2. Из используемых методов решения желательно исключить:

- переменные, не имеющие интерпретации в предметной области;
- процедуры преобразования аналитических выражений, по которым происходят вычисления;
- процедуры, описывающие последовательность применения сформированных аналитических выражений.

Данным требованиям в максимальной степени удовлетворяет группа методов решения задач, основанных на свойствах обратной функции, получившая обобщенное название метод обращения [4].

Принципы, закладываемые в программное обеспечение:

1. Программные средства должны обеспечивать хранение и доступ к модельному обеспечению предметной области, а в особых случаях его создание и модификацию.

2. Применяемый способ формирования математических моделей задач и реализация методов их решения требуют включения в систему функции, обеспечивающей возможность автоматической генерации программ, что обуславливают разделение программного обеспечения системы на две большие части: модельно-зависимую и модельно-независимую.

Модельно-независимая часть (ядро системы) – это программы, обеспечивающие формирование математической модели задачи, выбор и реализацию метода ее решения, представлением и анализом полученных результатов и т. п. Модельно-зависимая часть – программное обеспечение, генерируемое системой в процессе решения задач пользователя.

3. Система должна обладать интуитивно понятным пользователю интерфейсом.

Предпосылкой этому может служить разработка системы в широко распространенной и давно используемой пользователями среде, имеющей средства настройки на решаемую задачу. Примером может служить среда Microsoft, включающая MS Project в качестве инструмента планирования, MS Excel в качестве средства моделирования, представления и хранения данных, MS Word в качестве текстового редактора, а MS Power Point в качестве средства создания презентаций. Средство настройки и интеграции перечисленных выше компонент – язык Visual Basic for Applications.

Проиллюстрируем сформулированные положения на примере. Предположим, что в процессе формирования программы экономического развития региона возникла потребность оценить величину привлекаемого извне трудового ресурса. В распоряжении пользователя имеется алгоритмическая модель «Трудовой ресурс», которая описана на языке алгоритмических сетей (рис. 1). Множество переменных модели и связывающие их отношения представлены в табл. 1.

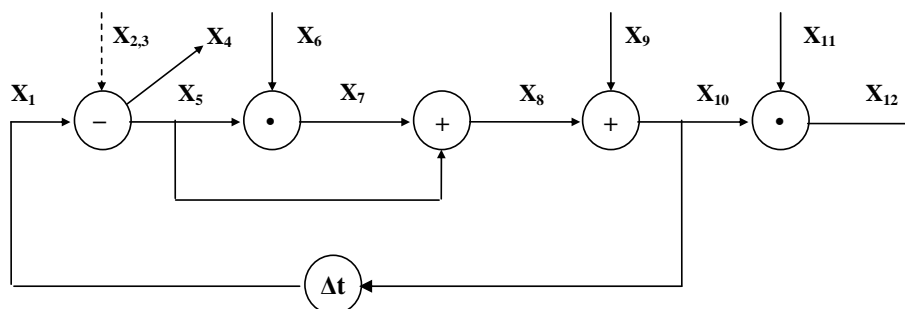


Рис. 1. Алгоритмическая сеть модели «Трудовые ресурсы»

Таблица 1

Переменные и расчетные формулы модели «Трудовые ресурсы»

[1] Входные переменные		[2] Расчетные переменные	
[3] Наименование переменной	[4] Наименование переменной	[5] Расчетная формула	
[6] X_1 – население в начале года	[7] X_4 – убывшее население	[8] $X_4 = X_1 * X_2$	
[9] X_2 – доля убывшего населения	[10] X_5 – оставшееся население	[11] $X_5 = X_1 * X_3$	
[12] X_3 – доля оставшегося населения	[13] X_7 – естественный прирост населения	[14] $X_7 = X_5 * X_6$	
[15] X_6 – коэффициент естественного прироста населения	[16] X_8 – коренное население	[17] $X_8 = X_5 + X_7$	
[18] X_9 – механический прирост населения	[19] X_{10} – население в конце года	[20] $X_{10} = X_8 + X_9$	
[21] X_{11} – доля трудового ресурса	[22] X_{12} – трудовой ресурс региона	[23] $X_{12} = X_{10} * X_{11}$	
[24]	[25]	[26] $X_1(t+1) = X_{10}(t)$	

Задача пользователя выйти на значение механического прироста населения (переменная X_9), обеспечивающего требуемое значение трудового ресурса (переменная X_{12}).

Первый способ достижения необходимого результата — «подгонка», в ходе которой требуемое значение получается путем задания различных значений переменной X_9 с последующим установлением соответствия расчетного значения переменной X_{12} заданной величине.

Второй способ основывается на применении упомянутого выше метода обращения. Используя исходную модель (рис. 1), пользователь описывает решаемую задачу, а именно: указывает, что переменная X_{12} не вычисляется, как в исходной модели, а должна равняться заданному значению. На этом действия пользователя заканчиваются.

На основании полученной информации, система определяет множество входных переменных модели, влияющих на величину трудового ресурса ($V_1 = \{X_2, X_3, X_6, X_9, X_{11}\}$). Полученное множество анализируется на возможность формирования аналитического выражения функции, обратной функции, описывающей модель ($V_2 = \{X_2, X_3, X_6, X_9, X_{11}\}$).

Множество V_2 определяется, исходя из возможностей аналитического преобразователя, используемого системой, которые, в свою очередь, определяются в соответствии с изложенными выше принципами, закладываемыми в математическое обеспечение. Очевидно, что $V_2 \subseteq V_1$.

Согласно постановке задачи, результат должен быть обеспечен за счет механического прироста населения $X_6 \in V_2$, следовательно, может быть применен метод обращения, и система построит соответствующую расчетную программу, которая графически может быть представлена в виде алгоритмической сети (рис. 2), не вызывающей у пользователя проблем с интерпретацией результатов расчета.

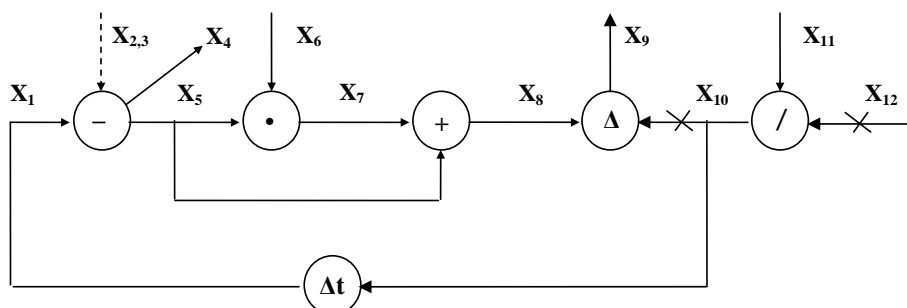


Рис. 2. Обращенная алгоритмическая сеть модели «Трудовые ресурсы»

После автоматической генерации расчетной программы нужный результат получается за один просчет путем подстановки заданных и требуемых значений переменных.

Как видно из примера, процедура получения результата проста и не выводит пользователя за границы его профессиональных знаний.

Принятие решений, основанное на описанных принципах прозрачных технологий, реализовано в ряде систем, в том числе ряде версий систем автоматизации моделирования САПФИР/КОГНИТРОН, автоматизированной системе советчика руководителя проекта разработки программных изделий АСС, системе автоматизации управления проектами САПФИР-АСС [5].

Литература

1. **Иванищев В. В., Марлей В. Е.** Введение в теорию алгоритмических сетей. –СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2000. – 179 с.
2. **Иванищев В.В., Марлей В.Е., Морозов В.П.** Система автоматизации моделирования САПФИР-Искра. Основы построения системы: Препринт № 99 ЛИИАН. –Л.: 1989. – 63 с.
3. **Морозов В.П.** Программные системы, ориентированные на привлечение знаний экспертов в процессе решения задач//Программные продукты и системы. –2001. – № 1. – С. 33–35.
4. **Морозов В.П.** Задачи на вычисление при наличии ограничений. Метод обращения//Алгоритмическое моделирование: инструментальные средства и модели. –СПб.: СПИИРАН, 1992. – С. 112–137.
5. **Морозов В.П.** Система управления проектами на основе алгоритмических моделей//VIII Санкт-Петербургская международная конференция «Региональная информатика-2002» («РИ-2002»), Санкт-Петербург, 26-28 ноября 2002 года: Материалы конференции в 2-х частях. Часть 2. – СПб., 2002. – С. 45–46.