

АНАЛИЗ РЕАЛИЗУЕМОСТИ ВАРИАНТОВ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ РЕСУРСНО-ВРЕМЕННЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ И НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

к.т.н. С.И. Карпов, к.т.н. Л.И. Матюшенко, к.т.н. С.Г. Назаренко
(представил д.т.н. Г.В. Певцов)

В статье рассматривается возможность использования методов сетевого планирования и управления для контроля корректности вариантов достижения целей по ресурсам и времени в условиях нестохастической неопределенности значений исходных данных.

Постановка проблемы. Необходимым условием автоматизации управления является формализация описаний соответствующих процессов. Анализ целого ряда задач принятия решений свидетельствует, что значительная часть из них могут быть представлены посредством структуры целевых установок [1]. При этом процесс реализации соответствующих задач принятия решений можно условно разбить на три последовательных этапа:

- синтез возможных вариантов достижения поставленной цели;
- анализ реализуемости сформированных вариантов с учетом запаса ресурсов и ограничений на время достижения цели;
- выбор оптимального (в смысле выбранного критерия оптимальности) варианта достижения поставленной целевой установки.

На первом этапе задача решается путем анализа структуры целевых установок и множества значений начальных условий, характеризующих сложившуюся ситуацию в предметной области. Результатом решения этой задачи является совокупность вариантов достижения целевой установки, каждый из которых может быть представлен в виде обобщенной сетевой модели. В свою очередь, каждая обобщенная сетевая модель может быть представлена в виде конечного числа традиционных сетевых моделей.

На втором этапе решается задача распределения ресурсов с учетом динамических свойств управляемой системы и соответствующих ограничений. Следует отметить тот факт, что в общем случае все временные характеристики, определяющие время нахождения системы в каком-то состоянии, или время перехода ее из одного состояния в другое, являются ограниченными случайными величинами. При этом в большинстве случаев определить за-

коны распределения этих случайных величин практически невозможно.

Анализ литературы. Синтезированный вариант достижения целей (ВДЦ) является реализуемым, если выполнены следующие условия:

- 1) соблюдается последовательность и сроки выполнения работ;
- 2) не нарушаются нормы расхода используемых ресурсов;
- 3) план реализации варианта достижения цели имеет определенную конечную длительность, не превышающую установленного значения.

Для расчета и анализа временных параметров варианта достижения целей могут быть использованы методы сетевого планирования и управления, расширенные на случай нестохастической неопределенности исходных данных, заданных в виде интервалов [2]. Переход к интервальному заданию случайных величин, описывающих временные параметры, основан на теореме Чебышева [3] и позволяет существенно упростить анализ реализуемости варианта достижения целей.

Цель статьи. Оптимизация решения задачи анализа реализуемости варианта достижения целей в соответствии с заданными ресурсными ограничениями в условиях нестохастической неопределенности временных параметров.

Основной раздел. В общем случае если время использования ресурсов задается интервалом возможных значений, то при осуществлении анализа реализуемости варианта достижения целей возникает неопределенность в вычислении времени начала и окончания работ. Вследствие этого возникает неопределенность и в вычислении количества расхода ресурсов на каждом временном промежутке. Поэтому для корректного выполнения процедуры распределения ресурсов необходимо перейти от интервального представления величин к точечному.

Так как время выполнения работ, в зависимости от развития ситуации, может принимать значения из заранее заданного конечного набора (заданного посредством соответствующего интервала), то варианту достижения целей в данном случае соответствует конечное множество планов реализации $\overline{PI} = \{PI_1, PI_2, \dots, PI_n\}$. Причем каждый элемент этого множества представляет собой план реализации, в котором время выполнения каждой из составляющих его работ задано конкретным числом. Множество \overline{PI} может быть получено путем полного перебора всех возможных значений времен выполнения работ. В случае, когда все времена выполнения работ ВДЦ заданы конкретным числом, а не интервалом, множество \overline{PI} содержит только один план реализации. Количество элементов множества \overline{PI} можно рассчитать по формуле

$$n = \prod_{s=1}^S Kz_s,$$

где Kz_s – количество возможных значений времени выполнения s -й работы; S – количество работ анализируемого ВДЦ.

Вариант достижения целей является реализуемым, если все соответствующие ему планы реализации удовлетворяют поставленным ресурсным ограничениям. Однако, даже в случае небольшого графа варианта достижения целей количество планов реализации может быть столь велико, что не позволит построить и проанализировать все планы в течение времени, отведенного на принятие решения.

Далее рассмотрен метод, позволяющий синтезировать невыполнимые планы реализации без построения всех элементов множества \overline{PI} , что существенно сокращает время, необходимое на анализ реализуемости ВДЦ.

Суть данного метода заключается в следующем. В первую очередь нужно построить множество $\overline{W} = \{\overline{W}_1, \dots, \overline{W}_n\}$, каждый элемент, которого является совокупностью работ, которые могут выполняться одновременно (параллельно). При этом предполагается, что совокупность работ может выполняться параллельно, если соблюдаются следующие условия: работы могут выполняться одновременно, исходя из структуры графа ВДЦ (это значит, что для любых двух работ не существует такого пути от исходных событий к конечным, который содержит обе эти работы); для выполнения работ требуется расход запаса воздействий одного и того же ресурса; временные интервалы выполнения работ перекрываются.

После этого для каждого элемента множества \overline{W} вычисляется требуемое количество ресурса на определенном временном интервале, после чего рассчитанное значение сравнивается с запасом воздействий используемого ресурса на этом же временном интервале. Вариант достижения целей является реализуемым с точки зрения потребления ресурсов, если для всех типов ресурсов системы истинно следующее выражение:

$$\forall_{s=1}^n \overline{W}_s \subset \overline{W} \Rightarrow \left\{ \sum_{j=1}^{k_s} \sum_{q=1}^Q \max_{t=t_s^1}^{t_s^2} \text{Hp}(R_i, t)_{qj} \leq \min_{t=t_s^1}^{t_s^2} 3(R_i, t) - \lambda(R_i) \right\},$$

где k_s – количество работ, принадлежащих подмножеству \overline{W}_s ; Q – количество норм расхода запаса воздействий i -го ресурса; $T_s^{**} = [t_s^{**1}, t_s^{**2}]$ – временной интервал, на котором возможно одновременное выполнение работ, принадлежащих подмножеству \overline{W}_s ; $\text{Hp}(R_i, t)_{qj}$ – q -я норма расхода запаса

воздействий i -го ресурса j -й работой в момент времени t ; $Z(R_i, t)$ – запас воздействий R_i ресурса в момент времени t ; $\lambda(R_i)$ – минимальный запас воздействий ресурса, не подлежащий расходованию (определяется заранее).

Если указанное условие не выполняется, то выделяются совокупности работ $\overline{W}_T \subset \overline{W}$, для выполнения которых требуется больше ресурса, чем существует в наличии. После этого синтезируются планы реализации, содержащие на установленных временных промежутках полученные совокупности работ \overline{W}_T . Синтез осуществляется на основе ВДЦ, определяющего последовательность выполнения работ, путем перебора всех возможных значений продолжительностей работ, принадлежащих рассматриваемому варианту достижения целей. Кроме этого, при синтезе следует учесть тот факт, что время начала j -й работы, принадлежащей множеству \overline{W}_{Tj} , также может принимать ограниченный набор значений из интервала $[t^1_j, t^0_j]$. Полученные планы реализации варианта достижения целей не удовлетворяют существующим ресурсным ограничениям и нуждаются в соответствующей корректировке с помощью процедуры перераспределения ресурсов [4].

Выводы. Применение предлагаемого подхода к контролю корректности варианта достижения цели позволяет выявить нереализуемые по ресурсам и времени варианты без предварительного синтеза всех вариантов за счет учета в явном виде нестохастической неопределенности данных при реализации задач принятия решений и, как следствие, повысить оперативность и обоснованность принимаемого решения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ярушек В.Е., Козлов С.А. Метод построения сетевой модели задачи управления организационными системами // Автоматизированные системы управления и приборы автоматики. – Х.: ХГУ. – 1988. – Вып. 86. – С. 18 – 22.
2. Карпов С.И. Анализ реализуемости вариантов решений при интервальном задании начальных условий // Информатика. – К.: Наук. думка. – 1998. – Вып. 5. – С. 41 – 44.
3. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. – М.: Наука, 1969. – 576 с.
4. Зуховицкий С.И., Радчик И.А. Математические методы сетевого планирования. – М.: Наука, 1965. – 256 с.

Поступила 6.05.2003

КАРПОВ Сергей Иванович, канд. техн. наук, преподаватель Харьковского военного университета. Окончил ХВУ в 1995 году. Область научных интересов – автоматизированные системы управления и обработки информации.

МАТЮШЕНКО Леонид Иванович, канд. техн. наук, начальник НИО научного центра при ХВУ. Окончил КВИРТУ ПВО в 1983 г. Область научных интересов – автоматизи-

зированные системы управления и обработки информации.

НАЗАРЕНКО Сергей Геннадьевич, канд. техн. наук, заместитель начальника НИО научного центра при ХВУ. Окончил ХВВКИУ РВ в 1992 г. Область научных интересов – автоматизированные системы управления и обработки информации.
