

УДК 621.396

А.И. Тимочко

Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба, Харьков

## МЕТОД КОНТРОЛЯ КОРРЕКТНОСТИ ГРАФА СЕТЕВОЙ МОДЕЛИ, ОПИСЫВАЮЩЕЙ ПОРЯДОК И ПРАВИЛА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕСУРСОВ

*Представлен метод контроля корректности графа сетевой модели, описывающей порядок и основные правила использования ресурсов. Контроль корректности графа сетевой модели заключается в анализе его на непротиворечивость и полноту описания. Анализ полноты сетевой модели предполагает проверку возможности достижения целевой вершины при любом логически истинном наборе начальных условий. При этом определяются неопределенные по условиям достижения вершины – изолированные, тупиковые и висячие. Анализ непротиворечивости графа сетевой модели заключается в нахождении контуров графа. Для этого выделяются граничные вершины и составляется логическая цепочка образования контура.*

**Ключевые слова:** ресурс, контроль корректности, сетевая модель, непротиворечивость графа сетевой модели, полнота графа сетевой модели, целевая установка.

### Введение

**Постановка проблемы.** Предложенная в работе [1] модель для синтеза планов в системе поддержки принятия решений позволяет получить семейство сетевых моделей (СМ), описывающих порядок и правила использования ресурсов управляемой системы в конкретной ситуации. При этом совокупность полученных сетевых моделей должна подвергаться контролю корректности формализованных знаний на полноту и непротиворечивость.

Анализ последних исследований и публикаций. В работе [1] контроль корректности правил использования ресурсов, представленных в виде системы нелогических аксиом, заключается в анализе их на непротиворечивость и полноту описания.

При контроле непротиворечивости правил использования ресурсов правила совместного использования ресурсов строятся на основе соответствующих нормативных правил и определяются соответствующей аксиомой.

При контроле полноты правил использования ресурсов определяется наличие в их составе объектов анализа в посылках и элементов следствия в заключениях. Признаки, подлежащие анализу в посылках, должны быть определены в соответствующих полях базы данных.

В работе [2] структура целевых установок обоснована и использована в качестве аппарата формализации задач управления. В соответствие с этим предполагается, что знания о ресурсах описываются с помощью некоторой логической модели. Анализируя вопросы полноты сетевой модели, авторы не анализируют ее непротиворечивость.

Работа [3] в основном посвящена детальному рассмотрению процедуры поиска некорректностей в структуре ориентированного графа, которым представлена модель знаний. В работе основное внима-

ние сосредоточено на топологии графов для поиска некорректностей.

Следовательно, разработка метода контроля корректности графа сетевой модели, который бы исключил их появление как на этапе первоначального построения системы поддержки принятия решений, так и на этапе ее модификации, является актуальной задачей.

**Цель статьи.** Разработка метода контроля корректности графа сетевой модели, описывающей порядок и правила использования ресурсов в системе поддержки принятия решений.

### Изложение основного материала

При контроле корректности правил использования ресурсов, представленных в виде аксиом, выявляются не все виды некорректностей знаний. Поэтому необходима разработка соответствующего метода контроля корректности сетевой модели.

Данная процедура включает два этапа [4]:

- анализ полноты сетевой модели;
- анализ непротиворечивости сетевой модели.

Для моделей, структура знаний которых представима в виде ориентированного графа, выявление некорректностей осуществляется на основе анализа информации о структуре графа модели [4, 5]. В этом случае исследуется матрица смежности графа СМ.

### Анализ полноты графа сетевой модели

Анализ полноты СМ предполагает проверку возможности достижения целевой вершины при любом логически истинном наборе начальных условий. То есть для каждой вершины сетевой модели определяется множество вершин, которые являются достаточными и необходимыми условиями ее достижения, и следствий – вершин, для которых рассматриваемая вершина является одним из условий достижения.

В результате возможно появление неопределенных по условиям достижения вершин:

«изолированных» – при отсутствии необходимых и достаточных условий достижения;

«тупиковых» – при отсутствии следствий;

«висячих» – при отсутствии условий достижения и следствий одновременно.

В любом случае возможно возникновение ситуации, при которой невозможно достижение конечной вершины.

Таким образом, выявить некорректности данного вида можно путем анализа матрицы смежности, соответствующей рассматриваемому графу СМ:

1. Если все элементы строки и столбца, соответствующие анализируемой вершине равны нулю, то данная вершина является «изолированной».

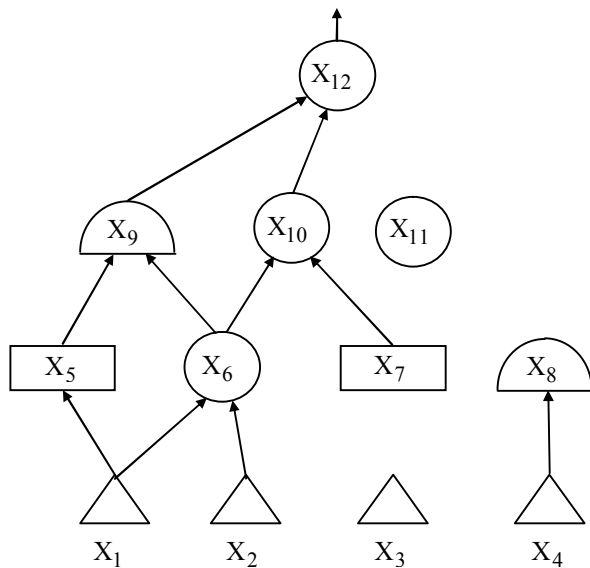


Рис. 1. Фрагмент неполного графа сетевой модели и соответствующая ему матрица смежности

**Анализ непротиворечивости графа сетевой модели**

Из свойств отношений между вершинами сетевой модели (антисимметричность, антирефлексивность, транзитивность) следует, что наличие контуров графа сетевой модели свидетельствует о противоречивости этих отношений при рассмотрении порядка достижения конечной вершины.

Контуром называется конечный путь  $\theta = \{X_i, X_j, \dots, X_k, X_i\}$  на графе, у которого совпадают конечная и начальная вершина пути, где  $X_p, (p = \overline{i, j, k})$  – вершина любого типа.

Существенным этапом при устранении данного вида противоречий является их локализация. При этом под локализацией противоречий подразумевается выявление и выделение множества противоречивых элементов знаний.

Локализация множества противоречивых отношений возможна посредством выделения граничных (контурообразующих) вершин, и последующего

2. Если среди элементов строки, соответствующей рассматриваемой вершине СМ, нет ни одного отличного от нуля, то вершина – «тупиковая».

3. Если все элементы столбца равны нулю, то соответствующая вершина является «висячей».

В отношении конечных вершин и начальных условий анализ полноты производится только на наличие «изолированных» вершин.

Приведенные правила анализа графа СМ на полноту описания вытекают из свойств матрицы смежности.

Фрагмент графа СМ, некорректной с точки зрения полноты, и соответствующая матрица смежности ( $X_3, X_{11}$  – «изолированные»,  $X_7$ , – «висячая» и  $X_8$  – «тупиковая» вершины) приведены на рис. 1.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

составления логической цепочки достижения вершин в процессе образования контура.

Существует ряд методов поиска контуров на ориентированном графе [1, 4]. В одних – поиск контуров осуществляется без учета информации о процессе последовательного изменения структуры графа, в других – требуются существенные затраты вычислительных ресурсов.

Предлагается контроль непротиворечивости осуществлять на основе анализа значений уровней иерархии вершин сетевой модели в процессе их вычисления. Для определения номеров уровней иерархии вершин сетевой модели могут быть использованы стандартные процедуры ранжирования вершин ориентированного графа.

Суть выявления контуров заключается в следующем: для вершин, принадлежащих контуру, невозможно однозначно определить номер уровня иерархии. Это обусловлено тем, что контур является замкнутым и длина пути до вершин, входящих в него, равна бесконечности.

Поэтому, если в процессе расстановки уровней иерархии некоторой вершине номер уровня иерархии присваивается повторно, значит, присутствует контур, и данная вершина является начальной вершиной контура. После чего вся цепочка вершин, составляющая контур, может быть определена путем повторного прохождения контура от выявленной начальной вершины.

Таким образом метод контроля корректности сетевой модели включает в себя следующие этапы:

1. Формирование матрицы смежности графа СМ.
2. Анализ матрицы смежности в соответствии с приведенными правилами и выявление «изолированных», «тупиковых» и «висячих» вершин.
3. Корректировка СМ (доопределение) при выявлении неполноты графа сетевой модели.
4. Расстановка номеров уровней иерархии вершин и контроль графа СМ на наличие контуров.
5. Корректировка сетевой модели при выявлении ее противоречивости.

Контроль корректности сетевой модели необходим как на этапе ее первоначального построения, так и на этапе ее модификации.

## Выводы

1. Разработан метод контроля корректности графа СМ, описывающей порядок и правила использования ресурсов в системе поддержки принятия решений.
2. Данный метод включает фактически две процедуры анализа сетевой модели:
  - на полноту;
  - на непротиворечивость.

## МЕТОД КОНТРОЛЮ КОРЕКТНОСТІ ГРАФА МЕРЕЖЕВОЇ МОДЕЛІ ЩО ОПИСУЄ ПОРЯДОК І ПРАВИЛА ВИКОРИСТАННЯ РЕСУРСІВ

О.І. Тимочко

*Представлений метод контролю коректності графа мережевої моделі, що описує порядок і основні правила використання ресурсів. Контроль коректності графа мережевої моделі полягає в аналізі його на несуперечність і повноту опису. Аналіз повноти мережевої моделі припускає перевірку можливості досягнення цільової вершини при будь-якому логічно дійсному наборі початкових умов. При цьому визначаються невизначені за умовами досягнення вершини – ізольовані, тупикові і висячі. Аналіз несуперечності графа мережевої моделі полягає у знаходженні контурів графа. Для цього виділяються граничні вершини і складається логічний ланцюжок утворення контуру.*

**Ключові слова:** ресурс, контроль коректності, мережева модель, несуперечність графа мережевої моделі, повнота графа мережевої моделі, цільова настанова.

## THE NETWORK MODEL COUNT CORRECTNESS CONTROL METHOD, DESCRIBING ORDER AND RULES OF THE USE OF RESOURCES

O.I. Tymochko

*The network model count correctness control method, describing an order and basic rules of the use of resources is presented. The network model count correctness control consists in the analysis of it on uncontradiction and plenitude of description. The analysis of plenitude of network model supposes verification of possibility of reaching a special purpose summit at any logically veritable set of initial conditions. Indefinite on the terms of achievement tops are thus determined – isolated, deadlock and hangings. The analysis of network model count uncontradiction consists in finding of contours of count. For this purpose tops are selected and the logical chainlet of formation of contour is made.*

**Keywords:** resource, control of correctness, network model, uncontradiction of count of network model, plenitude of count of network model, a special purpose.

## Список литературы

1. Козлов С.А. Особенности методики контроля графа сетевой модели в системах поддержки принятия решений / С.А. Козлов, А.И. Тимочко, Б.Н. Судаков, Д.Э. Двухглазов // Сборник научных трудов ХВУ. – Х.: НАНУ, ПАНИ, ХВУ, 1996. – Вып. 5 (24). – С. 86-92.
2. Низиенко Б.И. Метод формализации знаний об использовании ресурсов в интеллектуальных управляющих системах / Б.И. Низиенко, С.И. Карпов // Автоматизированные системы управления и приборы автоматики: всеукраинский межведомственный научно-технический сборник. – Х.: ХТУРЭ, 1998. – Вып. 107. – С. 37-41.
3. Тимочко А.И. Модель ресурсов для синтеза планов в системе поддержки принятия решений / А.И. Тимочко, Д.Э. Двухглазов // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС, 2014. – Вып. 2 (118). – С. 109-115.
4. Герасимов Б.М. Человеко-машинные системы принятия решений с элементами искусственного интеллекта / Б.М. Герасимов, В.А. Тарасов, И.В. Токарев. – К.: Наукова думка, 1993. – 184 с.
5. Козлов С.А. Методика контроля корректности баз знаний открытых экспертных систем / С.А. Козлов, Б.И. Низиенко // Фундаментальные и прикладные проблемы создания сложных информационных систем. 1-ая военно-научная конференция ЖВАУРЭ ПВО: Тезисы докладов. – Житомир: ЖВАУРЭ ПВО, 1994. – С. 55.

Поступила в редколлегию 21.01.2014

**Рецензент:** д-р техн. наук доцент М.А. Павленко, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.