УДК 519.674

ГОЖИЙ О.П., *Миколаївський державний гуманітарний університет ім. Петра Могили*
КОВАЛЕНКО І.І., *Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова*
ПОНОМАРЕНКО Т.В., *Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова*

Гожий Олександр Петрович – к.т.н., доцент, декан факультету комп'ютерних наук Миколаївського державного гуманітарного університету ім. Петра Могили. Завідувач кафедри інформаційних технологій проектування.

Коваленко Ігор Іванович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри Програмного забезпечення автоматизованих систем Національного університету кораблебудування ім. адм. Макарова.

Пономаренко Тетяна Володимирівна – аспірант кафедри Програмного забезпечення автоматизованих систем Національного університету кораблебудування ім. адм. Макарова.

ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ГЕНЕРАЦИИ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ СТОХАСТИЧЕСКИХ ГРАФОВ

Рассмотрены сценарный подход для представления пространства поиска различных решений и возможность создания инструмента автоматического формирования множества альтернативных сценариев в интерактивном режиме с помощью сценарного подхода.

Scenary approach for search of solutions space submission and possibility of creation of automatic shaping of a set of the alternate scripts tool in the interactive mode with the help of scenary approach is considered.

Введение. Для представления пространства поиска различных решений (технических, проектных, инновационных и др.) используется подход, в основе которого лежат процедуры построения альтернативных стохастических графовых моделей. Такие модели известны как деревья целей, прогнозные графы и др. [1], в которых каждой элементарной операции (дуге) между событиями i и j (дуга (i, j)), может быть поставлено в соответствие число $0 < Pij \leq 1$, равное вероятности осуществления этой операции.

Взаимосвязь событий на таких графах может характеризоваться определенной логической структурой, которая базируется на двух основных логических функциях И, ИЛИ.

Однако, очевидно, что при построении некоторого множества альтернативных графов указанные логические функции могут использоваться в различных комбинациях.

В данной связи актуальными задачами развития теоретических и практических аспектов стохастических графов являются автоматизация построения и анализа таких моделей.

Постановка задачи. Целью работы является выполнение анализа возможных комбинаций логических функций И и ИЛИ, которые могут появляться в процессе построения сценариев, последующая их систематизация (типизация), и на этой основе

создание программного генератора топологий стохастических графов, позволяющего в интерактивном режиме описывать альтернативные ситуации.

Систематизация вершин стохастических графов. Проведенный анализ литературных источников [1, 2, 3] позволяет заключить, что все вершины графа можно разделить на три непересекающихся класса: И-вершины, ИЛИ-вершины, концевые (или целевые) вершины. Пространство решений определяется следующим образом: отдельное решение – это подграф И-ИЛИ-графа, который строится по правилам: в решение входит корень; если в решение входит И-вершина, то в нее включаются все ее приемники и соответствующие дуги; если в решение входит ИЛИ-вершина, то в нее включается только один из ее приемников и соответсвующая дуга.

Наиболее общей интерпретацией И-ИЛИ-графа является то, что вершинам графа соответствуют отдельные задачи, а дуги графа отражают взаимосвязь между задачами.

Для отображения различного рода альтернатив на входах и выходах вершин графа могут быть использованы логические условия $\wedge$("È"), $\vee$("ÈËÈ") è $\overline{\vee}$ ($\overline{\vee}$ – логическая операция исключающая "ИЛИ"). Причем любой тип входа может быть скомбинирован с любым типом выхода.

Опыт построения рассматриваемых моделей показал, что для отображения альтернативных ситуаций в реальном процессе среди всех типов вершин, которые образуются различными комбинациями входов и выходов, достаточно выбрать 6 типов [1]: $\wedge$åÅ, $\wedge$åÅ, $\wedge$å$\overline{\vee}$, $\vee$åÅ, $\vee$åÅ, $\vee$å$\overline{\vee}$, где е – обозначение вершины графа.

Запись типов вершин в приведенном виде рассматривается таким образом. Для произвольной вершины е графа имеются логические условия на входе и выходе (рис.1).

Например, тип $\wedge$å $\overline{\vee}$ означает, что на входе е имеет место условие "И", т.е. вершина е считается свершенной после окончания всех работ, непосредственно предшествующих ей; условие $\overline{\vee}$ на выходе вершины е означает что будет реализовываться одна и только одна работа из всех работ, исходящих из нее.

При реализации разработки сценария могут встречаться ситуации, когда дальнейшее осуществление процесса, т.е. выполнение исходящих из событий дуг-работ существенно зависит от реализации дуг на входе событий. Для отображения таких ситуаций, могут быть введены дополнительно два типа вершин, которые условно обозначаются как

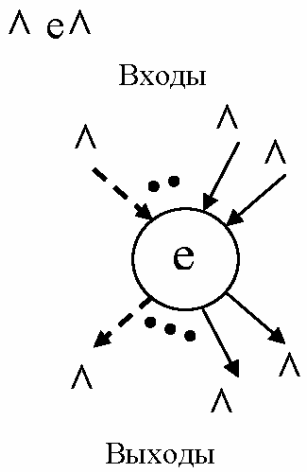
$$\vee \text{å}\ \overline{\vee}(P_i),\ \ i\ \text{å}\ \tilde{A}_{\text{å}}^{-}$$

$$\vee \text{å}\ \vee(P_i),\ \ i\ \text{å}\ \tilde{A}_{\text{å}}^{+}$$

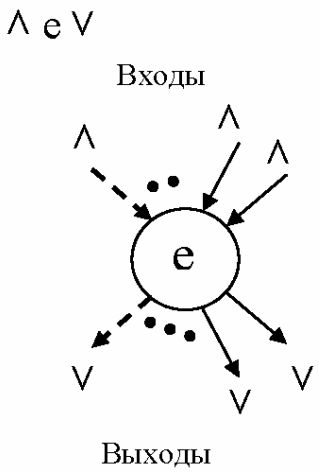
где $\tilde{A}_{\text{å}}^{-}$ – множество событий, из которых исходят работы, входящие в вершину е; $\vee$å $\overline{\vee}(P_i)$ обозначает тип вершины, реализация которой на выходе зависит от реализации дуги i на входе события е с данным логическим условием; $\tilde{A}_{\text{å}}^{+}$ – множество событий (вершин), которые выходят из вершины е.

Перечисленные типы вершин исчерпывают различные ситуации, допускающие альтернативы, но модель позволяет использовать не только указанные типы вершин, но и любую комбинацию из входов и выходов, систематизированных в таблице 1.

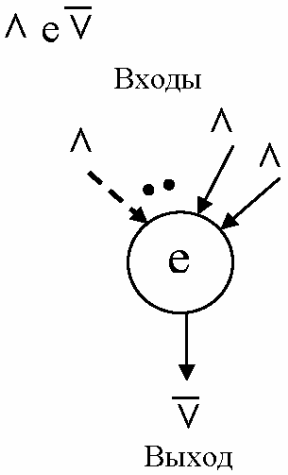
Вершина 1.



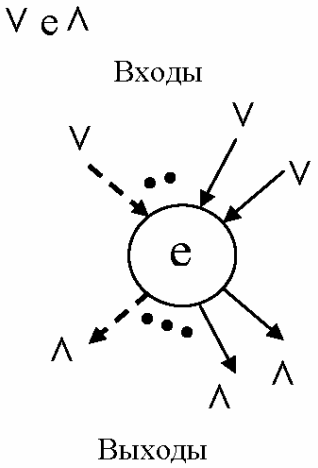
Вершина 2.



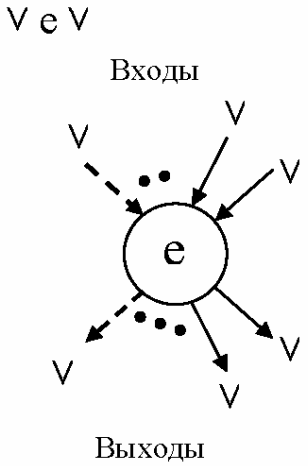
Вершина 3.



Вершина 4.



Вершина 5.



Вершина 6.

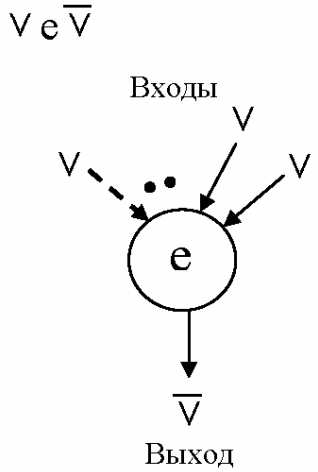


Рис. 1. Графическое представление логических условий характерезующее типовые вершины графа

Таблица 1.

№	**Логическое описание возможных типов входов**	**Обозначение**
1	Логическая операция $\wedge$	$\wedge$ å
2	Логическая операция $\vee$	$\vee$ å
3	Логическая операция $\overline{\vee}$, вводится только для приведения графа к одной конечной вершине	$\overline{\vee}$ å
	Логическое описание возможных типов выходов	**Обозначение**
1	Логическая операция $\wedge$	å $\wedge$
2	Логическая операция $\overline{\vee}$, $\sum_{ej} = 1$, j å $\tilde{A}_{å}^{+}$	å$\overline{\vee}$
3	Логическая операция $\vee$, $0 < (P_{ej}) < 1$ для всех j å $\tilde{A}_{å}^{+}$	å $\vee$
4	Логическая операция $\vee$, реализация на выходе зависит от реализации (i,e) на входе события (вершины) е, $0 < (P_{ej}) \le 1$ для всех j å $\tilde{A}_{å}^{+}$, i å $\tilde{A}_{å}^{-}$	å $\vee (P_i)$
5	Логическая операция $\overline{\vee}$, реализация на выходе зависит от реализации (i,e) на входе события (вершины) е, $\sum P_{ej} = 1$, для всех j å $\tilde{A}_{å}^{+}$, i å $\tilde{A}_{å}^{-}$	å $\overline{\vee}(P_i)$

В основу построения программного генератора топологий стохастических графов могут быть положены известные формулы комбинаторики, описывающие процедуры формирования перестановок, сочетаний, рекуррентных соотношений и др. Для этого исходное множество типовых входов и выходов на вершинах стохастического графа можно разбить на три класса:

– множество элементов входа $M_{âõ} = \{\wedge å, \vee å, \overline{\vee} å\}$;

– множество элементов выхода $M_{âûõ} = \{å\wedge, å\vee, å\overline{\vee}, å \vee (P_i), å\overline{\vee}(P_i)\}$;

– множество элементов вход-выход

$$M_{âõ\text{-}âûõ} = \{\wedge å, \vee å, \overline{\vee} å, å\wedge, å\vee, å\overline{\vee}, å \vee (P_i), å\overline{\vee}(P_i)\}.$$

Генерация возможных комбинаций логических условий и соответственно альтернативных топологий стохастических графов реализуется с использованием следующих выражений [4]:

– обычные перестановки $G_n = n!$, где n – числа элементов входа, выхода или входа-выхода ($n_{вх} = 3$; $n_{вых} = 5$; $n_{вх\text{-}вых} = 8$)

– перестановки с повторениями $G_n^{m_1, m_2, \ldots m_k} = \dfrac{n!}{m_1!, m_2!, \ldots m_k!}$, где m_i – количество повторяющихся элементов.

– обычные сочетания $C_n^l = \dfrac{n!}{l!(n-1)}$, где l – число элементов в сочетании.

– сочетания с повторениями $C_{n+l-1}^l = \dfrac{(l+m-1)!}{l!(n-1)}$.

Формализация при построении графа включает следующие этапы:
– выявление всех элементов объекта;
– определение характеристик элементов (названий, номеров, весов, вероятности осуществления событий);
– установление связей между вершинами;
– определение характеристик связей – весов ребер и дуг;
– выбор формы изображения вершин и ребер, ввод условных обозначений в случае необходимости
– представление графа геометрическим способом.

Блок-схема алгоритма программной реализации генератора графовых топологий представлена на рисунке 3.

Выводы: Рассмотренный в работе подход, использующий выделение типовых вершин стохастических графов, позволяет создать инструмент автоматического формирования множества альтернативных сценариев в интерактивном режиме.

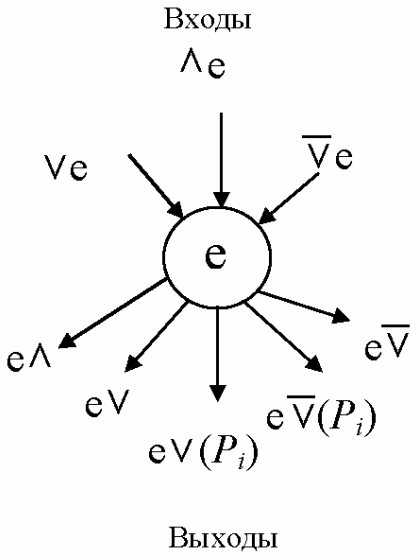


Рис. 2. Графическое представление типовых входов и выходов на вершинах (событиях) стохастического графа

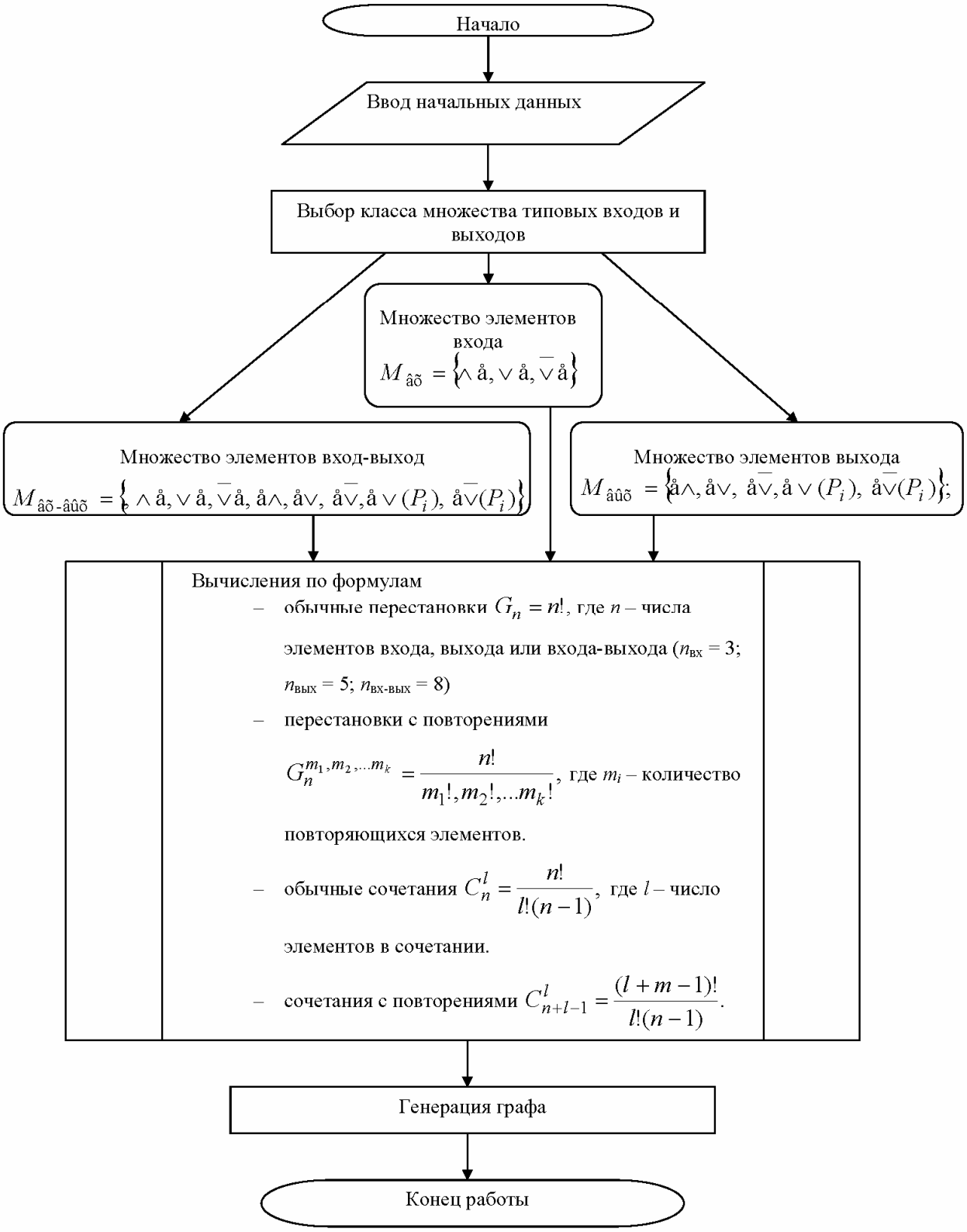


Рис.3. Блок-схема алгоритма программной реализации

Література

1. Гамбаров Г.М, Статистическое моделирование и прогнозирование. – М.: Финансы и статистика, 1990. – 383 с.
2. Попов В.В.. Половинкин А.И. Теоретическое творчество: теория, методология, практика. – М.: НПО "Информ-система", 1995. – 408 с.
3. Половинкин А.И. Автоматизация поискового конструирования. – М.: Радио и связь, 1981.
4. Сигорский В.П. Математический аппарат инженера. – К.: Техника, 1975. – 766 с.