**Глава 1. Общее описание проблемы. Постановка задачи**

Существующие реализации цветных сетей Петри не рассматривают вопросов анализа возможных последствий для модели в условиях изменении параметров и свойств сети вне заданных значений. Подобный анализ позволил бы выявить «узкие» места реализованной модели - непредусмотренные изменения могут привести к критическим ситуациям в моделируемой системе, анализ применяется для выявления подобных условий.

В данной работе предлагаются методы проведения анализа сети, подходы к описанию исследуемых изменений и применению их к существующей сети Петри. Для обоснования эффективности предложенных методов предлагается программная система.

**Предмет исследования**: цветные сети Петри.

**Цель:** разработать методы анализа цветных сетей Петри в условиях изменения свойств модели вне заданных переделов и создать программную систему для демонстрации результатов работы предложенного анализа.

Для достижения поставленной цели были поставлены следующие **задачи**:

- исследование теории цветных сетей Петри

- разработка и описание методов анализа модели, описанной цветной сетью Петри

- разработка программной системы для демонстрации предложенных методов

Разрабатываемые методы анализа не должны противоречить общей теории сетей Петри и также быть описаны формально. Эта глава посвящена исследованию теории сетей Петри и описанию математической модели анализа.

* 1. **Математическая модель цветной сети Петри**

Сеть Петри определяется пятеркой , где

,  - множество позиций;

,  - множество переходов;

 - функция следования;

 - функция предшествования;

 - начальное маркирование (состояние) сети;

 - множество положительных целых чисел.

Функции  и  задают множества дуг  и  соответственно.

Дуги, предшествующие позиции , обозначим множеством , а дуги, предшествующие переходу , множеством .

Здесь запись  означает наличие дуги , а запись  - дуги . Аналогично, дуги, следующие из  и , представим множествами , .

Входные позиции перехода  объединяются в множества его предшественников , а выходные позиции – в множества позиций–последователей .

Маркирование сети представляется вектором , где  - число меток в позиции . Переход  возбужден при маркировании  и может сработать, если выполняется условие , то есть число меток  больше или равно числу дуг , что соответствует .

Срабатывание перехода  приводит к тому, что каждая позиция  теряет  меток, а каждая из позиций  получает  меток.

Цветная сеть Петри отличается тем, что токены могут быть разных типов. Также, токены могут иметь параметры – значения свойств соответствующих типов токенов. В данной работе рассматривается введение и различных типов токенов и различных свойств токенов. Разделение на типы и добавление параметров к токенам накладывает следующие изменения в математической модели сети Петри:

- Маркирование сети теперь определяется не с помощью целых чисел (количества токенов в состояниях). Маркирование должно содержать информацию о количестве всех видов токенов в каждом состоянии и о значениях свойств в токенах.

TODO: [новая формула]

- Срабатывание перехода теперь зависит не от числа токенов во входных позициях и количестве дуг. Срабатывания переходов теперь описываются функциями от количества токенов указанных типов и значений свойств токенов. Количество дуг теперь может не иметь значения – количество токенов необходимое для срабатывания перехода, и количество токенов помещаемых в выходные позиции теперь указывается в функциях переходов, также как и значения свойств токенов.

TODO: [новая формула]

Введение цветных сетей Петри повышает удобство моделирования и позволяет описывать более сложные процессы и явления. Чем сложнее становятся модели, тем сложнее становится человеку предсказать зависимости в поведении системы. Описывая сложную систему, разработчик модели сталкивается с необходимостью разделять ее на более мелкие части и описывать их по-отдельности. Также, разработчик не может учесть всех возможных вариантов и ситуаций в системе – реализуется только та часть функциональности, которая представляет наибольший интерес и которая считается важной в описываемом процессе (по определению модель – это упрощенное представление реального процесса).

Как результат – модель системы не предусматривает определенное множество сценариев работы. А предсказать хотя бы примерные последствия этих сценариев невозможно из-за сложности модели.

* 1. **Математическая модель анализа**