

*З.К. Хабдуллина, Habdullina@rii.kz, А.Б. Хабдуллин, aset85@mail.ru,
Рудненский индустриальный институт, Казахстан,
Ар.Б. Хабдуллин, armanio91@mail.ru, Казахский агротехнический
университет им. С. Сейфуллина*

ПОСТРОЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ И ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Построение информационной модели системы электроснабжения объектов электротехнических и геомеханических комплексов выполнена с помощью сетей Петри [1–3], которые являются распространенным современным аппаратом для моделирования, анализа, синтеза и проектирования дискретных систем с параллельно протекающими процессами. Моделирование в сетях Петри осуществляется на событийном уровне, т.е. определяется, какие действия происходят в системе, какие состояния предшествовали этим действиям и какие состояния примет система после выполнения действий.

Выполнение событийной модели в сетях Петри описывает поведение системы электроснабжения объектов электротехнического и геомеханического комплекса. В дальнейшем разработанная схема (рис. 1) проанализирована с помощью сетей Петри.

При моделировании в сетях Петри места символизируют какое-либо состояние системы, а переходы — действия, происходящие в системе электроснабжения. Система, находясь в каком-то состоянии, может порождать определенные действия, и наоборот, выполнение какого-то действия переводит систему из одного состояния в другое [4, 5].

Сеть Петри представляет собой ориентированный граф электроснабжения электротехнических и геомеханических комплексов:

$$C = (T, P, F, M_0), \quad (1)$$

где $T = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$, $n > 0$ — конечное множество переходов;

$P = \{p_1, p_2, \dots, p_r\}$, $r > 0$ — конечное множество позиций;

$F : P \cup T \text{ и } P \times T \rightarrow (0, 1)$ — функция инцидентности, указывающая наличие дуг, связывающих места с переходами и переходы с местами;

$M_0 : P \rightarrow \{1, 2, 3, \dots\}$ — начальная маркировка.

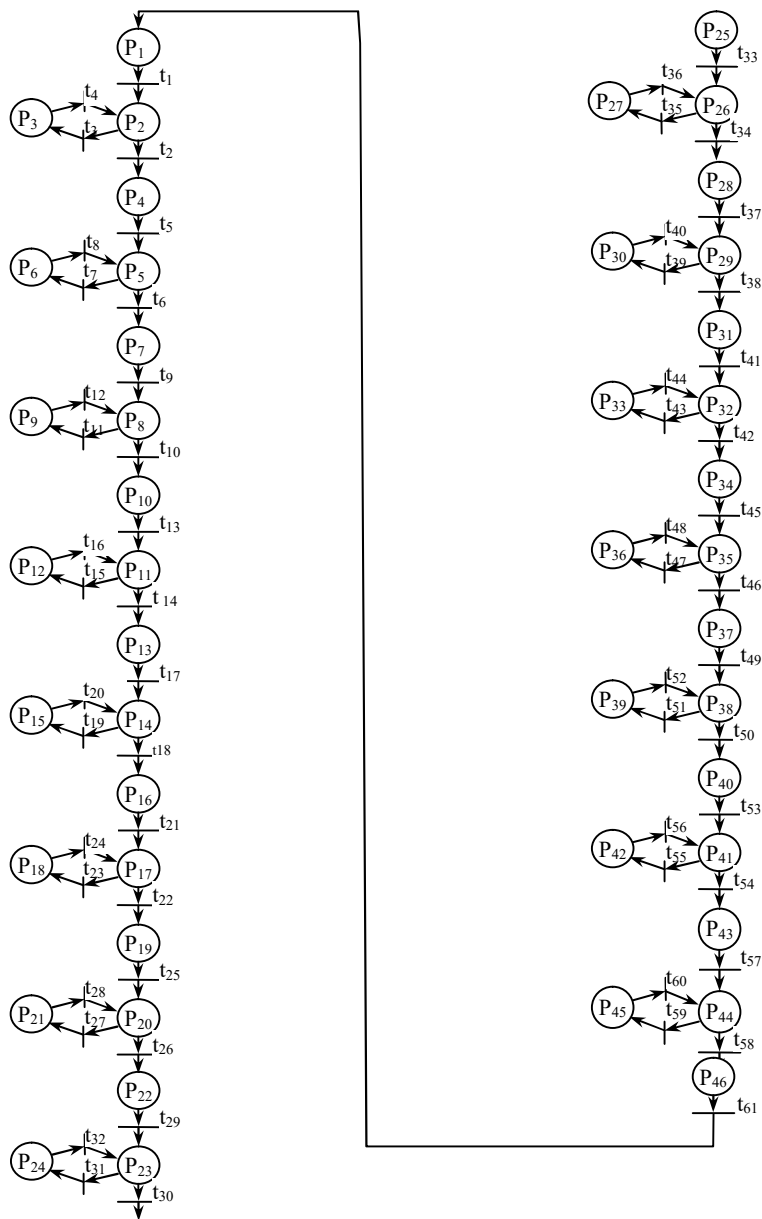


Рис. 1. Моделирование систем управления объектами электроснабжения с помощью сетей Петри

Сеть Петри определяется как двудольный граф, т.е. вершины графа относятся к одному из двух классов — позициям и переходам. Позиции изображаются окружностями, переходы — отрезками прямой. Дуги в сетях Петри направленные, и каждая дуга связывает вершины только разных классов.

Сеть Петри, представленная выше, имеет сложную структуру вследствие наличия параллельных процессов в системе управления. Существуют два основных метода анализа сетей Петри:

- матричные методы;
- методы, основанные на построении дерева покрываемости и графа достижимости.

Первая группа методов основана на матричном представлении маркировок и последовательностей запуска переходов.

Граф достижимости представляется выражением

$$GD = (V, E), \quad (2)$$

где $V = \{M_1, M_2, \dots, M_q\}$ — массив вершин (маркировок, соответствующих вершинам); $E = \{e_1, e_2, \dots, e_p\}$ — массив дуг, связывающих вершины.

Дерево покрываемости (рис. 2) маркировок сети представляет собой связанный граф, в вершинах которого находятся маркировки, достигающие в результате последовательного запуска разрешенных переходов, а на дугах, соединяющих вершины, запускаемые переходы. Путь от корня к каждой маркировке отражает последовательность запусков. Корнем дерева является начальная маркировка. При неограниченном накапливании меток в позиции на дереве образуется петля, а в маркировке на месте, соответствующем заикливившейся позиции, ставится « ω » — символ бесконечно большого числа.

Дерево покрываемости удобно оформить в виде графа (рис. 3). При этом более наглядно видны заикливающиеся переходы, а тупиковые маркировки характеризуются отсутствием дуг, исходящих из данной маркировки. При достижении старой маркировки достаточно соединить дугой предыдущую маркировку и уже существующую «старую».

С помощью полученного графа достижимости (рис. 3) определяются следующие свойства подсети [1]:

- живая (тупиковых состояний нет);
- ограниченная (нет символа « ω »);
- безопасная (отсутствуют заикливания);
- обратимая (существует дуга, направленная к маркировке MO);
- отсутствие пассивных переходов.

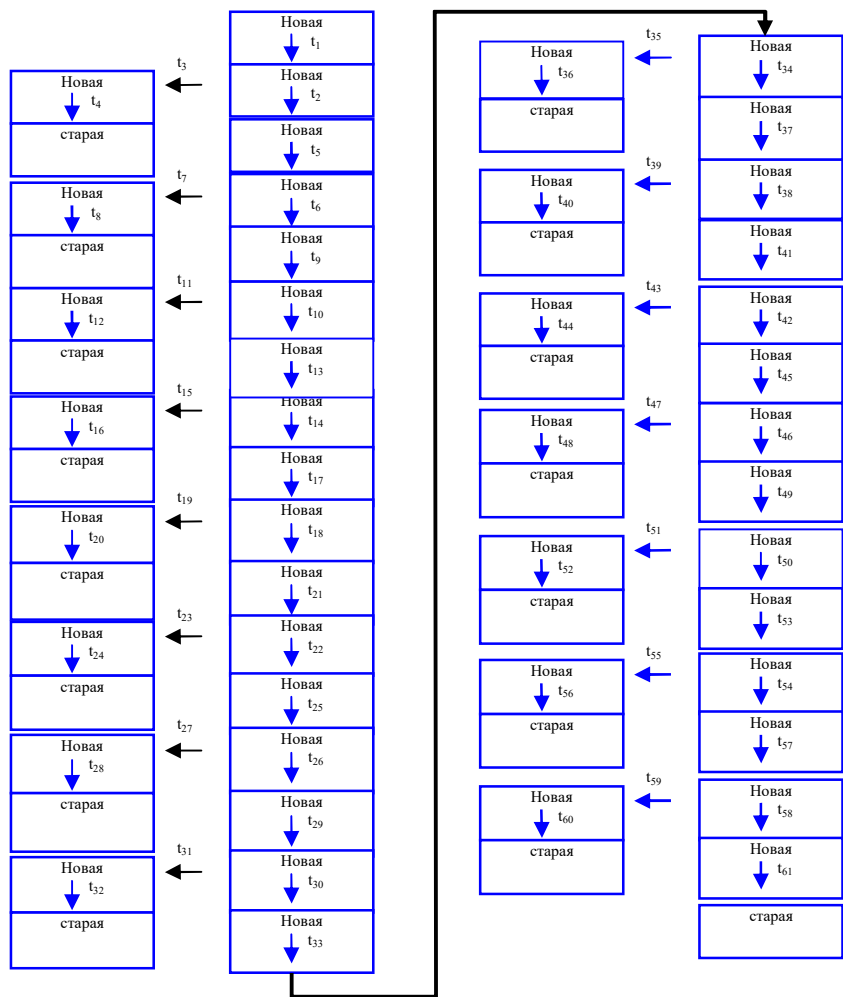


Рис. 2. Дерево покрываемости

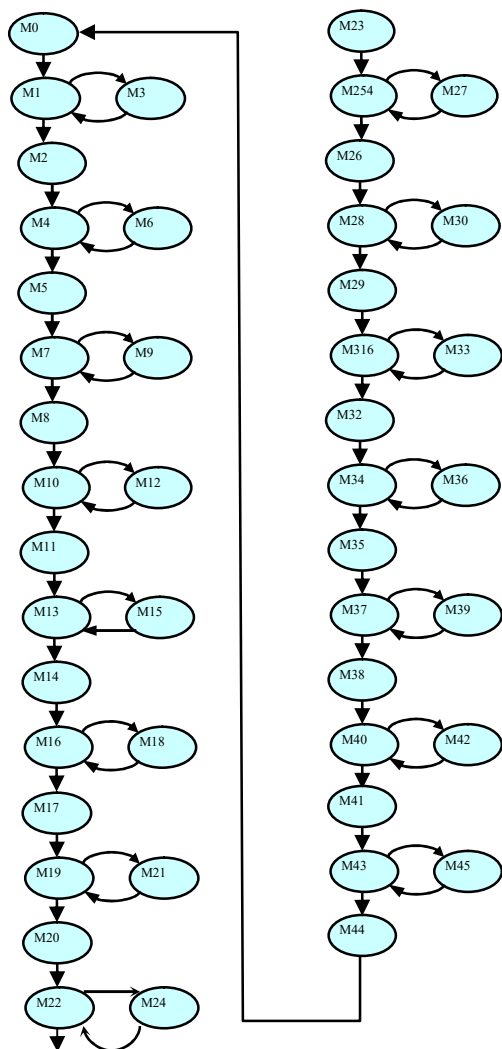


Рис. 3. Граф достижимости маркировок функциональной подсети Z1

На основе проведенного анализа подсетей Z1 – Z45 и графа функциональных подсетей исходных сетей Петри систем электроснабжения объектов электротехнических и геомеханических комплексов определяются свойства полной сети Петри.

Вывод: Исходя из графа функциональных подсетей сеть Петри является живой и обратимой, так как в графе отсутствуют тупиковые состояния, имеются дуги направления к начальной маркировке. Полученные свойства сети Петри характеризуют моделируемую систему управления объектами электротехнических и геомеханических предприятий.

Литература

1. **Хабдуллина З.К.** Роль сетей Петри для разработанной системы классификации объектов // Поиск. 2006. № 4. С. 319—322.
2. **Хабдуллина З.К.** Построение, анализ и моделирование систем электроснабжения объектов с помощью сетей Петри // Поиск. 2006. № 4. С. 322—325.
3. **Хабдуллина З.К.** Граф схемы системы классификации электроснабжения // Научно технический сборник «Новости Казахстана». 2007. № 1. С. 63—65.
4. **Некрасов С.А., Матюнина Ю.В., Цырук С.А.** Оптимизация электроснабжения с целью выравнивания графика нагрузки и снижения энергозатрат // Промышленная энергетика. 2015. № 5. С. 2–8.
5. **Понаровкин Д.Б., Степанов Д.И., Цырук С.А.** Сравнение методов расчета нагрузочных потерь электроэнергии в электрических сетях территориальных сетевых организаций // Промышленная энергетика. 2015. № 6. С. 12—23.