

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ СЕТЕЙ ПЕТРИ

В статье рассматривается разработанный программный комплекс для имитационного моделирования объектов управления с помощью сетей Петри. Комплекс позволяет создавать базу данных объектов в выбранной предметной области, устанавливая соответствия между объектом и интерпретирующей его сетью Петри. На следующем этапе, используя созданную базу данных, можно построить структурную схему процесса и в автоматическом режиме получить обобщенную сеть Петри, которая будет интерпретировать весь процесс в целом, что в результате позволяет изучать процесс с использованием теории сетей Петри.

Ключевые слова: события-условия; сеть Петри; интерпретированные сети; имитационное моделирование; программный комплекс.

До начала разработки системы компьютерного управления производством следует формализовать решаемые задачи и определить приоритеты, создать детальное описание и документировать все его этапы. Описание проекта не должно зависеть от принятой в данный момент технологии в силу возможных в ней изменений [1].

В статье рассмотрен разработанный программный комплекс, который позволяет моделировать технологические процессы как объекты управления на основе сетей Петри.

Построение моделей систем в виде сетей Петри связано со следующими действиями:

— моделируемые процессы (явления), совершающиеся в системе, описываются множеством событий и условий, которыми эти события определяют, а также причинно-следственными отношениями, устанавливаемыми на множестве «события-условия».

— определяются события-действия, последовательность наступления которых управляется состояниями системы. Состояния системы задаются множеством условий. Условия формулируются в виде предикатов. Количественно условия характеризуются емкостью. Емкость условий выражается числами натурального ряда.

— условия (предикаты) могут выполняться и не выполняться. Только выполнение условий обеспечивает возможность наступления событий. Условия, с фактом выполнения которых связывается возможность реализации событий, называются «до-условиями».

— после того, как событие наступило, будет обеспечено выполнение других условий, находящихся с до-условиями в причинно-следственной связи. Эти условия называются «постусловиями».

В сетях Петри условия – это позиции, а события – переходы. Последовательности событий отображаются срабатываниями переходов. Соглашения о правилах срабатывания переходов являются способом выражения концепции причинно-следственных связей между условиями и событиями в системе.

Графически сеть Петри представляется двудольным графом (рис. 1) с вершинами двух типов: 1 – позиции (изображаются на диаграммах кружками); 2 – переходы (на диаграммах представляются прямоугольниками). Дуги графа могут быть направлены только от позиций к переходам или же только от переходов к позициям. Другие комбинации связей в графе не допускаются.

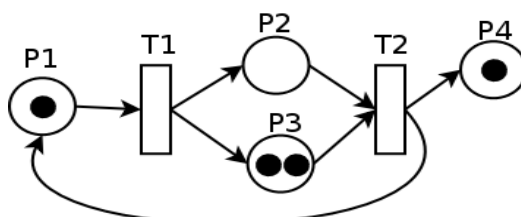


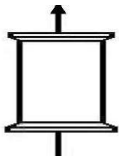
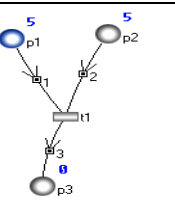
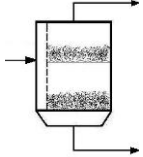
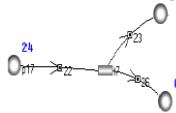

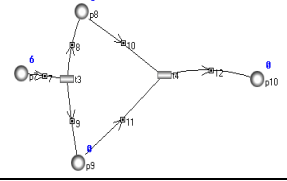
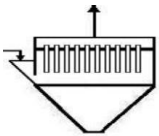
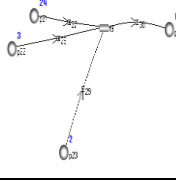
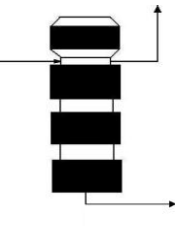
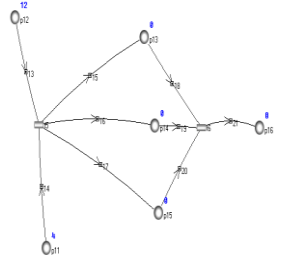
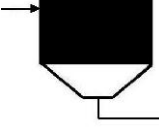
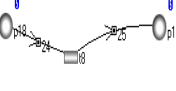
Рисунок 1 – Пример графического представления сети Петри

Динамика сетей Петри связана с механизмом изменения маркировок позиций и соглашениями о правилах срабатывания переходов. Срабатывание перехода предполагается неделимым актом, т.е. изменение маркировок всех связанных с данным переходом входных и выходных позиций осуществляется мгновенно.

Сети Петри широко используются как средство моделирования динамического поведения параллельных процессов самой различной природы. Объекты исследования могут изучаться посредством сети Петри с разными целями и на разных уровнях детализации [2, 3].

Построение описания моделируемой системы является неформальным актом. Этот акт, среди всего прочего, требует, чтобы некоторым происходящим в реальной или моделируемой системе событиям и условиям их наступления были поставлены в соответствие понятия сетей Петри, т.е. чтобы моделирующая сеть Петри была интерпретирована. Программный комплекс позволяет сопоставить функционированию определенного типа технологического объекта интерпретирующую сеть Петри (табл. 1).

Таблица 1 – Пример моделей химических объектов и интерпретирующих их сетей Петри

Название агрегата	Графическое изображение агрегата	Модель агрегата на сетях Петри	Название агрегата	Графическое изображение агрегата	Модель агрегата на сетях Петри
Приемная емкость			Отделитель		
Теплообменник			Циклон		
Реактор трехзонный			Приемник		

Используя базу данных разработанных имитационных моделей объектов из моделируемой предметной области, можно построить общую схему процесса. Окно программного комплекса с примером графического построения функциональной схемы процесса представлено на рисунке 2.

В результате, после формирования базы данных объектов и построения схемы, программный комплекс позволяет автоматически получить обобщенную сеть Петри, которая интерпретирует весь исследуемый процесс. Изменение структуры и параметров полученной имитационной модели дают возможность анализа эффективности принимаемых решений по управлению технологическим процессом в целом. Пример получения сети Петри, интерпретирующей процесс целиком, представлен на рисунке 3.

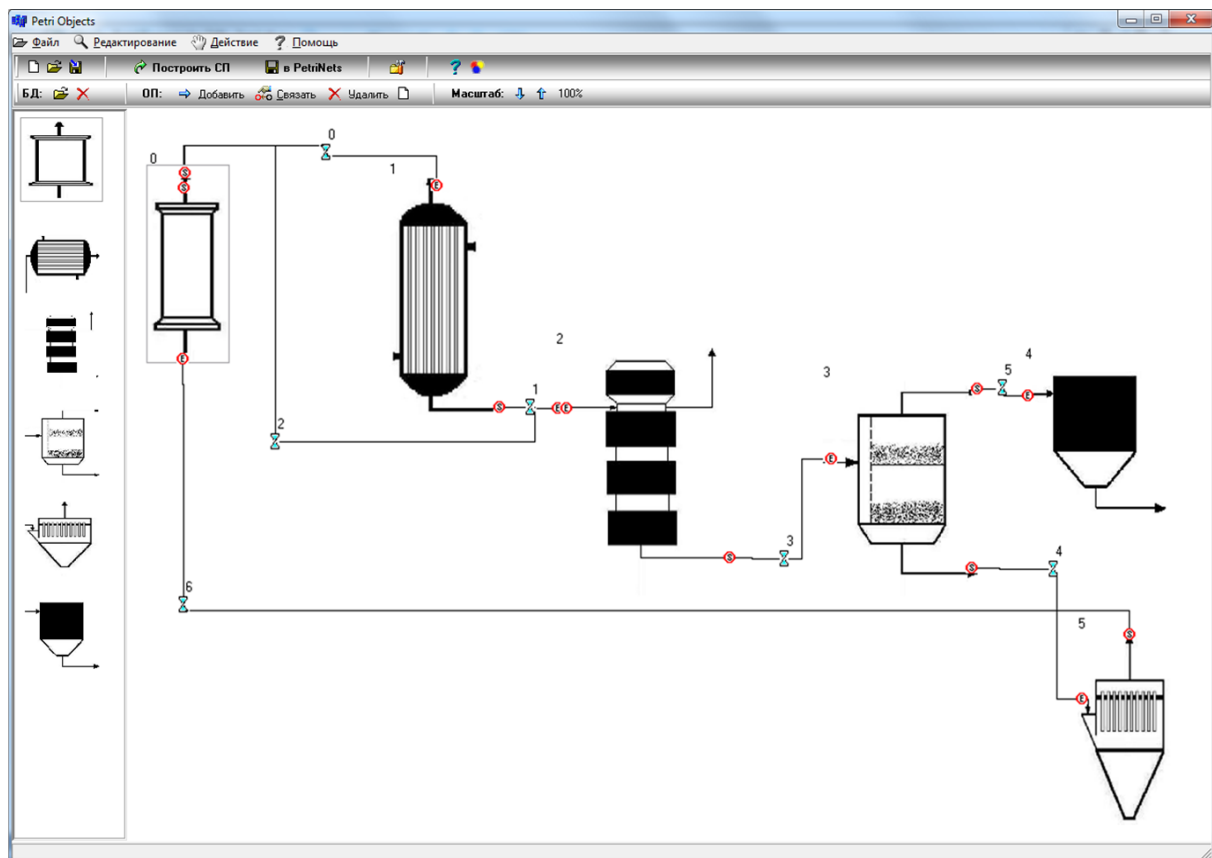


Рисунок 2 – Окно построения схемы процесса

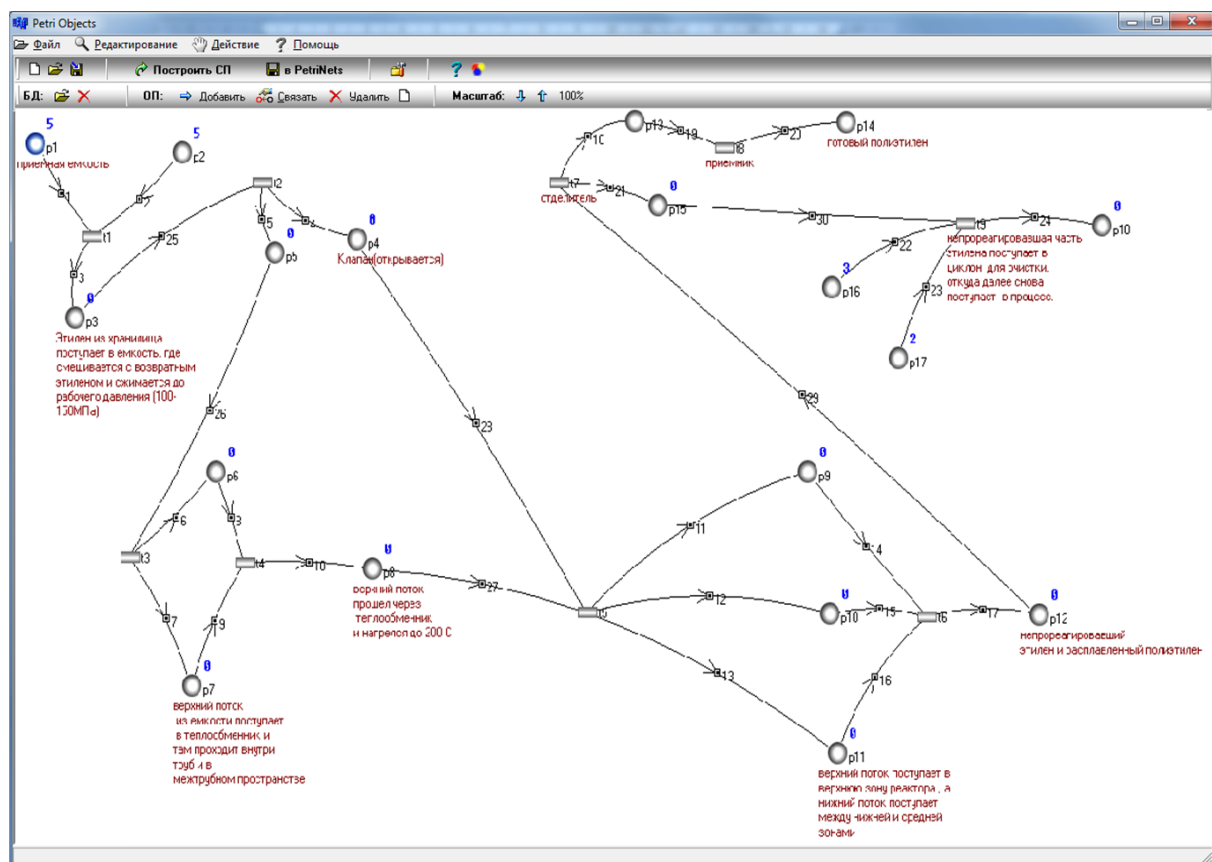


Рисунок 3 – Результат получения интерпретированной сети Петри

Таким образом, разработанный программный комплекс позволяет выполнять следующие операции [4]:

- разработка базы данных объектов;
- связь между графической частью базы данных объектов и базы моделей на сетях Петри;
- графическое построение процесса с использованием изображений технологических агрегатов или объектов иной природы;
 - ввод, удаление, перемещение позиций, переходов и дуг;
 - ввод и изменение основных и вспомогательных параметров сети;
 - разметка сети Петри;
 - отрисовка сети в рабочей области программного комплекса;
 - масштабирование сети;
 - автоматическое построение обобщенной сети Петри, которая интерпретирует весь исследуемый процесс в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Яблочников Е.И. Моделирование приборов, систем и производственных процессов. – СПб.: СПбГУИТМО, 2008. – 156 с.
2. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем. – М.: Мир, 1984. – 264 с.
3. Халимон В.И., Проститенко О.В. Имитационное моделирование дискретных систем на основе сетей Петри: метод. указания. – СПб.: СПбГТИ (ТУ), 2001. – 51 с.
4. Халимон В.И., Проститенко О.В. Программа «PETRINETS SYSTEM» // Свидетельство об официальной регистрации программ для ЭВМ № 2001610774 от 21 июня 2001 г.

Халимон Виктория Ивановна

Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет),
г. Санкт-Петербург

Доктор технических наук, профессор, профессор кафедры систем автоматизированного проектирования и управления

Тел.: 8 (812) 495-75-47

E-mail: vih123@newmail.ru

Фёдоров Василий Николаевич

Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет),
г. Санкт-Петербург

Доктор технических наук, профессор, профессор кафедры машин и аппаратов химических производств

Тел.: : 8 (812) 495-75-47

E-mail: vih123@newmail.ru

Проститенко Олег Владимирович

Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет),
г. Санкт-Петербург

Кандидат технических наук, доцент кафедры систем автоматизированного проектирования и управления

Тел.: : 8 (812) 495-75-47

E-mail: vih123@newmail.ru

Рогов Александр Юрьевич

Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет),
г. Санкт-Петербург

Кандидат технических наук, доцент кафедры систем автоматизированного проектирования и управления

Тел.: : 8 (812) 495-75-47

E-mail: vih123@newmail.ru

V.I. HALIMON (*Doctor of Engineering Sciences,
Professor of the department of systems of the automated design and management*)

V.N. FYODOROV (*Doctor of Engineering Sciences, Professor of the department
of cars and devices of chemical productions*)

O.V. PROSTITENKO
(*Candidate of Engineering Sciences,
Associate Professor of the department of systems of the automated design and management*)

A.Yu. ROGOV
(*Candidate of Engineering Sciences,
Associate Professor of the department of systems of the automated design and management*)
The St.-Petersburg state institute of technology (technical university), St.-Petersburg, Russia

PROGRAM COMPLEX OF IMITATING MODELLING OF CONTROL OBJECTS BY PETRI NETS

In article the developed program complex for imitating modeling of objects of management by means of networks of Petri is considered. The complex allows to create a database of objects in the chosen subject domain, to establish conformity between object and a network of Petri interpreting it. At a following stage, using the created database, it is possible to construct the block diagram of process and in an automatic mode to receive the generalized network of Petri which will interpret all process as a whole. That as a result allows to study process with use of the theory of networks of Petri.

Keywords: *events-conditions; network of Petri; interpreted networks; imitating modeling; program complex.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Yablochnikov E.I. Modelirovanie priborov, sistem i proizvodstvenny'x processov. – SPb.: SPbGUITMO, 2008. – 156 s.
2. Piterson Dzh. Teoriya setej Petri i modelirovanie sistem. – M.: Mir, 1984. – 264 s.
3. Xalimon V.I., Prostitenko O.V. Imitacionnoe modelirovanie diskretny'x sistem na osnove setej Petri: metod. ukazaniya. – SPb.: SPbGTI (TU), 2001. – 51 s.
4. Xalimon V.I., Prostitenko O.V. Programma «PETRINETS SYSTEM» // Svidetel'stvo ob oficial'noj registracii program dlya E'VM № 2001610774 ot 21 iyunya 2001 g.