

УДК 519.711.3 + 574.23

кандидат химических наук Цикалов Виктор Валентинович
Таврический национальный университет имени В. И. Вернадского
(г. Симферополь)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВРЕМЕНИ БЕЗОПАСНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОТОКОВЫХ СЕТЕЙ ПЕТРИ

Аннотация: статья посвящена математическому моделированию времени эвакуации людей при пожаре в здании Таврического национального университета имени В.И. Вернадского на основании расчетов потоковых сетей Петри в рамках практических занятий по дисциплине «Основы охраны труда».

Ключевые слова: пожарная безопасность, эвакуация, математическое моделирование, маркеры, сети Петри.

Annotation: The paper is dealt with mathematical timing modeling of the safe escape in case of fire from building premises of Tavrida National V.I. Vernadsky University on the basis of Petri nets calculations for the practical training course of "Labour protection".

Key words: fire safety, evacuation, mathematical modeling, markers, Petri nets.

Введение. Одной из задач обучения студентов на практических занятиях дисциплины «Основы охраны труда» является ознакомление студентов с методами пожарной безопасности, в том числе и в закрытых помещениях, умению правильно себя вести, чтобы сохранить здоровье, а может быть и жизнь как свою, так и других людей. На таких объектах, как Таврический национальный университет имени В. И. Вернадского, имеет место массовое скопление людей, что в свою очередь может создать сложность эвакуации в условиях пожара или взрыва. Для подобных помещений существует метод математического моделирования эвакуации людей из здания в случае пожара на основании методики расчета потоковых сетей Петри [6]. Необходимо отметить, что данный метод оценки индивидуального пожарного риска и социального пожарного риска разработан в развитие и дополнение методики, изложенной в Приложении 2 к ГОСТ 12.1.004-91 и является реализацией положений ТР «Общие требования пожарной безопасности» применительно к общественным зданиям (классы функциональной пожарной опасности Ф1.2 за исключением общежитий, Ф2, Ф3, Ф4.1 – Ф4.3) и подразумевает собой использование для моделирования времени эвакуации людей из зданий и сооружений при возникновении пожаров, стохастических и нечетких потоковых сетей Петри, которые, наиболее полно отражают вероятностный характер пребывания людей в помещении [1].

Формулировка цели статьи. Произвести математическое моделирование эвакуации студентов и сотрудников за безопасное время, условно используя учебное здание Таврического национального университета имени В.И. Вернадского, корпус В, третий и четвертый этажи. Оценить индивидуальный и социальный пожарный риск. Сформировать у студентов навыки расчетов времени безопасности из различных помещений.

Изложение основного материала статьи. Сети Петри — аппарат для моделирования динамических дискретных систем (преимущественно асинхронных параллельных процессов). Сеть Петри определяется как четверка $\langle P, T, I, O \rangle$, где P и T — конечные множества позиций и переходов, I и O — множества входных и выходных функций. Другими словами, сеть Петри представляет собой двудольный ориентированный граф, в котором позициям соответствуют вершины, изображаемые кружками, а переходам — вершины, изображаемые утолщенными черточками; функциям I соответствуют стрелки, направленные от позиций к переходам, а функциям O — от переходов к позициям [4].

Распределение маркеров по позициям называют маркировкой. Маркеры могут перемещаться в сети. В нашем случае маркерами будут выступать люди, которые находятся в университете. Каждое изменение маркировки называют событием, причем каждое событие связано с определенным переходом. Для переходов будем использовать функцию, которая учитывает время движения человека по университету с учетом плотности и интенсивности потока. Будем считать, что события происходят мгновенно и одновременно при выполнении некоторых условий [4].

Текущее состояние системы определяет маркировка сети Петри, т.е. расположение маркеров (людей) в местах сети. Выполнение действия порождает новую маркировку, т.е. порождает новое размещение маркеров (людей) в сети [5].

Рассмотрим использование сетей Петри. На рисунке 1 изображен план эвакуации с третьего этажа, корпуса В, Таврического национального университета имени В.И. Вернадского.

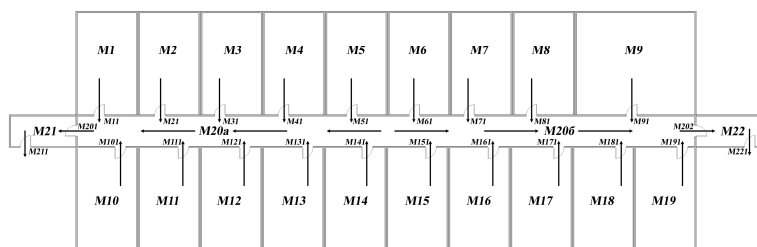


Рис. 1. План эвакуации с третьего этажа, корпуса В, Таврического национального университета имени В. И. Вернадского

На рисунке 2 изображена соответствующая ему потоковая сеть. Предположим, что люди находятся только в аудиториях. Коридоры пусты. Изображение сетей Петри предполагает использование диаграмм, включающих в себя два типа объектов: события (конечное множество позиций) и условия (конечное множество переходов). При изображении сетей Петри позициям соответствуют вершины, изображаемые кружками, а переходам — вершины, изображаемые утолщенными черточками. Их зависимости изображаются стрелками [2].

Внутри кружочка могут быть отображены маркеры или цифры, показывающие количество маркеров (если маркеров больше трех, то отображаются цифры). Например, аудитории с номером M4 на рисунке 1 соответствует круг с номером M4 на рисунке 2, в котором находится цифра, отображающая количество людей, находящихся в этой аудитории. Дверные проемы также являются позициями, проему M41 (см. рис. 1) соответствует круг M41 (см. рис. 2). А t_4 — это условие перехода маркера из аудитории M4 в M41. (под маркером будем понимать людей, которые находятся в университете).

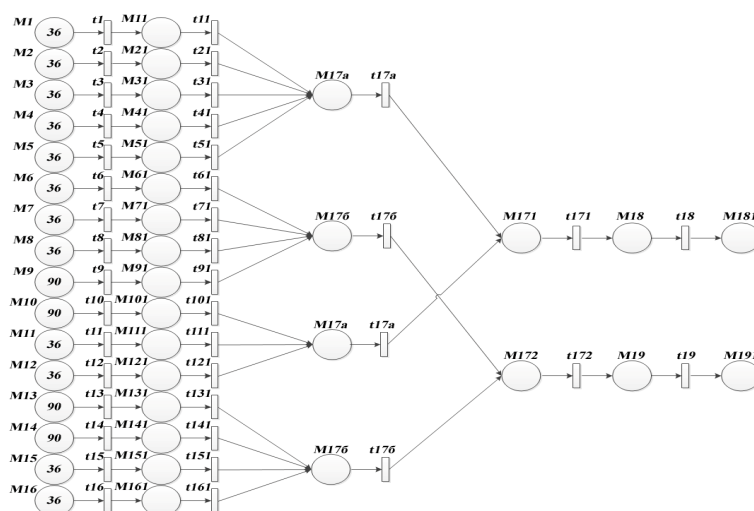


Рис. 4. Потокосеть Петри на основе плана эвакуации (четвертого этажа)

Чтобы смоделировать время эвакуации людей с третьего или четвертого этажей здания Таврического национального университета имени В.И. Вернадского, необходимо:

1. Подготовить план этажа.
2. Используя план, построить потокосеть Петри.
3. Задать условия переходов согласно математической модели.
4. Определить векторы распределения вероятностей наличия людей в аудитории, дверных проемах, коридоре (позициях).
5. Используя алгоритм моделирования произвести расчет времени эвакуации людей [6].

Выводы. В ходе работы были получены описания потокосетей Петри третьего и четвертого этажей корпуса В, Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. Представлен алгоритм моделирования времени эвакуации студентов и сотрудников университета. Смоделировано расчетное время эвакуации людей, учитывая разнообразные факторы, что позволяет обеспечить максимальную безопасность при эвакуации, оценить и заблаговременно устранить возможные проблемы, которые могли бы препятствовать успешной эвакуации студентов и сотрудников из здания учебного заведения. Сети Петри являются хорошо программируемыми, что позволяет производить расчеты на современных вычислительных машинах.

Литература:

1. Методика оценки пожарного риска для общественных зданий. Нормативный документ в области независимой оценки рисков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pogaranet.ru/qa/477.html>, свободный (дата обращения: 12.03.2013).
2. Котов В.Е. Сети Петри. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1984. – 160 с.
3. Лескин А.А. Сети Петри в моделировании и управлении / А.А. Лескин, П.А. Мальцев, А.М. Спиридонов. – Л.: Наука, 1989. – 133 с.
4. Малышкин В.Э. Основы параллельных вычислений [Текст]: учебное пособие для студентов IV курса факультета прикладной математики и информатики / В. Э. Малышкин. - Новосибирск: Ч. 1. - 1998. - 59 с.
5. Сети Петри [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.iacp.dvo.ru/lab_11/otchot/ot2000/pn3.html, свободный (дата обращения: 12.03.2013).
6. Гриценко Ю.Б. Использование сетей Петри для оценки времени эвакуации людей в зданиях и сооружениях при возникновении пожара. Алгоритм/Гриценко Ю.Б., Жуковский О.И., Загальский О.Г.//Доклады ТУСУРа. – Томск: В - Спектр, 2010. – № 1 (21), ч. 2. – С. 213–218.

References:

1. Technique of fire risk assessment for public buildings. Regulatory document in the field of independent risk assessment [electronic resource]. - Mode of access: <http://www.pogaranet.ru/qa/477.html>, free (date accessed: 12.03.2013).
2. Kotov V.E. Petri nets. - M.: Science. Home Editorial physical and mathematical literature, 1984 - 160 p.
3. Leskin A.A. Petri nets in modeling and control / AA Leskin, PA Maltsev, AM Spiridonov. - L.: Science, 1989 - 133 p.
4. Malishkin V.E. Introduction to Parallel Programming [Text]: textbook for students of IV year Faculty of Applied Mathematics and Computer Science / V.E. Malishkin. - Novosibirsk: Part 1 - 1998 – 59 p.
5. Petri nets [electronic resource]. - Mode of access: http://www.iacp.dvo.ru/lab_11/otchot/ot2000/pn3.html, free (date accessed: 12.03.2013).
6. Gritsenko Y.B. Using Petri nets to estimate the evacuation of people in buildings in case of fire. Algorithm / Gritsenko Y.B., Zhukovsky O.I., Zagalsky O.G. // Reports TUSUR. - Tomsk: B - Spectrum, 2010. - № 1 (21), V. 2 - P. 213-218.