

Мареев А.В.

*Научный руководитель: доцент А.А. Быков  
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: a.v.mareev@yandex.ru*

### **Моделирование эвакуации людей при помощи сети Петри**

С каждым днём население планеты увеличивается в геометрической прогрессии и для его деятельности требуются здания с достаточно большой полезной площадью и множеством помещений в них. Но жизни человека в зданиях постоянно угрожают чрезвычайные ситуации в виде пожаров, обрушений и других угроз. Для того чтобы люди смогли спастись самостоятельно до прибытия служб спасения используются планы эвакуации. Успешность эвакуации во многом зависит от своевременности и беспрепятственности эвакуации и требует планов эвакуации составленных по ГОСТу. Участвовавшие в последнее время чрезвычайные ситуации показывают их низкую эффективность.

Под планом эвакуации понимается заранее разработанный план, в котором указаны пути эвакуации, эвакуационные и аварийные выходы, установлены правила поведения людей, порядок и последовательность действий в условиях чрезвычайной ситуации.

Современное программное обеспечение позволяет в некоторой степени промоделировать динамику изменения параметров людского потока во время эвакуации из здания, оценить общую продолжительность эвакуации и решить задачу выбора маршрутов эвакуации. Для реализации моделирования можно использовать различные программные решения, такие как:

- создание модели с использованием ИИ;
- создание модели с использованием полной симуляции всех объектов моделирования;
- создание модели с использованием графов.

Приведенные в пример решения с использованием ИИ и полной симуляции по нынешним меркам очень дороги в реализации и времени разработки. Использование графов снимает эти ограничения и позволяет в короткие сроки разработать эффективную и недорогую программу для эвакуации людей. Из всех многочисленных видов графов был выбран механизм сетей Петри, который основан на графовом представлении [1].

Применение сетей Петри для построения модели зданий, позволяет отобразить структуру зданий с развитой коридорной системой, за счет представления эвакуационных путей в виде элементарных модулей и однозначного отображения на элементы сети. Метод моделирования движения людских потоков на основе аппарата сетей Петри также позволяет возможность расслоения потока по скоростям, и учесть особенность планировки зданий, их влияние на скорость эвакуации. Также скорость эвакуации зависит от типа чрезвычайной ситуации и локализации начала. Основной особенностью зданий является нестационарность распределения людей по внутренним помещениям здания, связанная с режимом работы организаций, расположенных в зданиях, что так же можно реализовать в выбранном механизме. Поэтому применение сетей Петри позволяет адекватно отобразить динамику изменения параметров людского потока при эвакуации.

Работа с АИС должна проводиться следующим образом:

1. Специалист загружает в программу план здания с указанием параметров эвакуационных выходов, предполагаемой численности людей в здании;
2. Далее задается тип чрезвычайной ситуации: пожар, природная или техногенная авария;
3. ИС производит предварительную обработку схем помещений по заложенным в неё алгоритмам;
4. Экспертная подсистема сообщает о наличии или отсутствии потенциальных проблем, при эвакуации, дает рекомендации по устранению проблем в планировке или в системах оповещения;

5. Эксперт на основе обработанных данных, а также информации от экспертной подсистемы принимает решение об изменении планов эвакуации, перепланировке помещений и т.п.

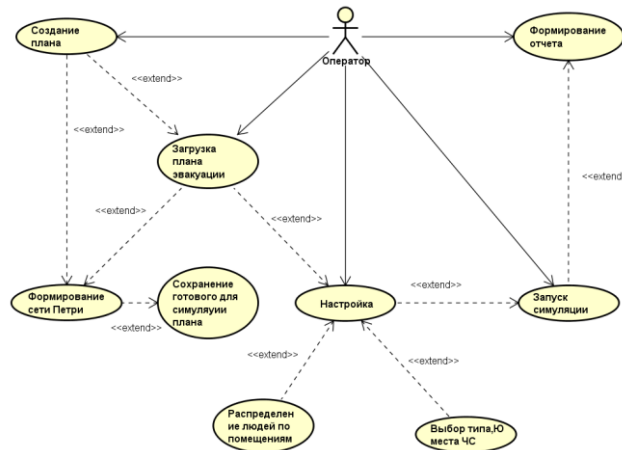


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования

Пример:

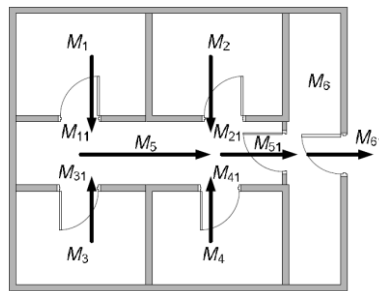


Рис. 2. Пример плана эвакуации из здания

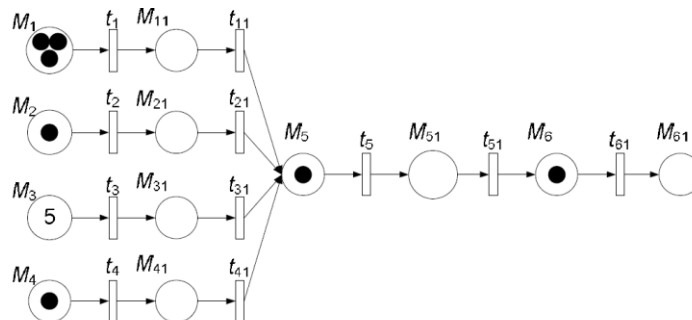


Рис. 3. Пример потоковой сети на основе плана эвакуации

Таким образом моделирование движения потока людей при помощи сети Петри позволяет проанализировать разработанный план эвакуации и найти наиболее проблемные участки для дальнейшего их устранения без риска для жизни людей и больших затрат.

### Литература

1. Гриценко Ю.Б., Жуковский О.И., Загальский О.Г. Использование сетей Петри для оценки времени эвакуации людей в зданиях и сооружениях при возникновении пожара. Доклады ТУСУРа, № 1 (21), часть 2, июнь 2010