

Стохастическое агентное моделирование систем физической защиты

РОССИЙСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЯДЕРНЫЙ ЦЕНТР Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики

ФГУП «РФЯЦ – ВНИИЭФ»

Введение

Проведение анализа эффективности систем физической защиты на стадиях проектирования, функционирования и модификации является одним из основных требований нормативных документов в сфере физической защиты ядерно- и радиационно опасных объектов Госкорпорации «Росатом». Это обусловлено, в том числе необходимостью экономического обоснования и оптимизации систем физической защиты (СФЗ), получения оценки рисков несанкционированных действий (НСД). Одним из эффективных методов оценки эффективности систем физической защиты является компьютерное моделирование.

Постановка задачи

Рассматривается конфликтная ситуация в системе «силы реагирования – нарушитель» [1]. Нарушитель стремится проникнуть на охраняемый объект и совершить несанкционированные действия. При этом он вынужден преодолевать препятствия в виде физических барьеров, замедляющие продвижение к цели. Силы реагирования должны обнаружить нарушителя, полагаясь на различные средства обнаружения, и нейтрализовать его до совершения несанкционированных действий. Количественной характеристикой эффективности системы физической защиты выбрана вероятность пресечения несанкционированного доступа.

Описание методики и программной реализации

Сейчас в развитии находится платформа мультиагентного стохастического моделирования распределенных систем, использующая идеи теории игр. В частности, на этих технологиях можно смоделировать развитие конфликтной ситуации в системе «охрана объекта» – «нарушитель», включая имитацию боя (рис. 1).

Для вычисления вероятности пресечения несанкционированного доступа используется стохастический событийно-временной анализ развития конфликтной ситуации.

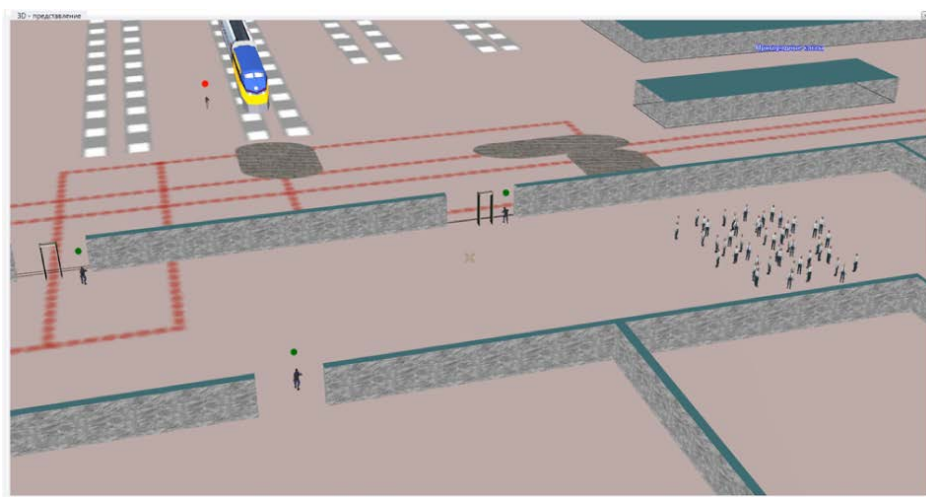


Рис. 1. Визуализация одного из возможных сценариев развития конфликтной ситуации.

Описание тактики действий охраны, поведения нарушителя, взаимодействия охраны и нарушителя осуществляется пользователем при помощи специализированного макроязыка. В качестве такого низкоуровневого макроязыка использованы вложенные стохастические сети Петри [2] с неэкспоненциальными распределениями (рис. 2). Выбор такого формализма в качестве языка моделирования естественным образом позволяет включить стохастическую компоненту, которая обрабатывается аналитически.

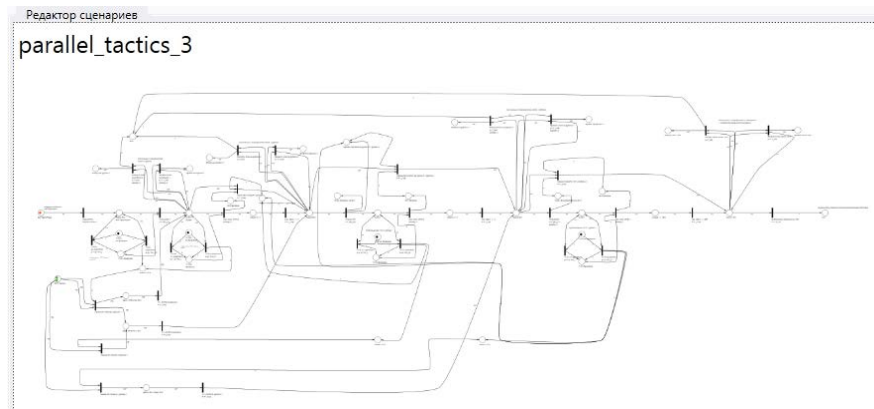


Рис. 2. Задание поведения агентов охраны и нарушителя при помощи макроязыка.

По описанию на макроязыке автоматически строится граф состояний системы, количественно отражающий все возможные варианты развития конфликтной ситуации (рис. 3). Зелёным цветом на графе отмечены состояния, соответствующие успешному предотвращению НСД нарушителя системой СФЗ, красным – совершению НСД и провалу системы СФЗ. После построения графа можно поставить в соответствие действиям обеих сторон полумарковский процесс на непрерывном времени с дискретными состояниями, и далее решать численно полученные уравнения.

Применение такой технологии моделирования позволяет в рамках аналитической генерации уравнений учитывать все нюансы боестолкновения. В отличие от метода Монте-Карло генерируется система уравнений Марковского восстановления, которая решается методом асимптотических рядов.



Рис. 3. Граф состояний полумарковского процесса.

Выводы

По результатам работы ожидается, что создаваемая программная платформа мультиагентного стохастического моделирования будет играть роль инструмента для решения следующих задач:

- оценка значений показателей эффективности систем физической защиты объектов;
- выявление наиболее опасных сценариев совершения несанкционированного доступа;
- разработка эффективных действий сил охраны;
- выявление уязвимых мест в системах физической защиты.

Литература

1. Гарсиа М., Проектирование и оценка систем физической защиты / пер. с англ. В.И. Воропаева, Е.Е. Зудина и др. – М.: Мир, АСТ, 2002. – 386 с.
2. David R., Alla H., Discrete, Continuous and Hybrid Petri Nets. – Springer, 2015.