

МОНИТОРИНГ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ РИСКОВ

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ВЫЕЗДА КАРАУЛА ПОЖАРНОЙ ЧАСТИ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ЖУРНАЛА ПУНКТА СВЯЗИ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНОЙ ЧАСТИ

В.С. Коморовский, кандидат технических наук;

Н.В. Мартинович;

В.А. Якимов.

**Сибирская пожарно-спасательная академия – филиал
Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России**

Рассмотрена имитационная модель выезда караула пожарно-спасательной части. Модель построена на основе анализа журнала пункта связи методом «process mining». Показаны некоторые возможные количественные оценки деятельности пожарной части, которые можно получить с использованием данной модели.

Ключевые слова: пожарная часть, караул, системный анализ, имитационное моделирование, «process mining»

IMITATION MODEL OF THE FIRE SERVICE WATCH DEPARTURE ON THE BASIS OF THE FIRE STATION CONNECTION LOG ANALYSIS

V.S. Komorovskiy; N.V. Martinovich; V.A. Yakimov. Siberian fire and rescue academy – branch of Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

Imitation model of the fire service watch departure is considered. The model has been developed on the basis of the fire station connection log analysis by process mining technique. Some possible quantitative estimations of the fire station activities, which could be obtained by the model are shown.

Keywords: fire station, watch, system analysis, imitation modeling, «process mining»

Для эффективного управления любой системой необходимо наличие возможности проводить измерение показателей, характеризующих деятельность системы. Выбор таких показателей, способов их измерения напрямую влияет на качество принимаемых управленческих решений. Для исследования сложных систем используется системный анализ, в котором в настоящее время господствует парадигма функционального моделирования. Согласно данному подходу, сложная система разбивается на более мелкие функциональные подсистемы. Наряду с очевидными достоинствами, такой метод обладает и рядом недостатков. Например, не учитывается временная последовательность выполнения различных функций, затруднен стоимостной (в широком смысле) анализ и т.д. Альтернативой функциональной модели системы является процессный подход. Такой подход не является абсолютно новой идеей, он реализован, например, в нотации ARIS eEPC. Любой процесс в организации представлен в виде цепочки событий, связанных с ресурсами, обеспечивающими исполнение данных событий.

Источником наиболее достоверной информации о функционировании социально-экономической системы являются первичные документы. Тем не менее потенциал этого источника информации используется недостаточно, что связано с трудностями анализа больших массивов данных. Для извлечения информации из первичных данных информационных систем разработана методика, называемая «process mining». Данная методология предназначена для извлечения бизнес процессов из журналов событий [1]. Краткий перевод данного термина на русский язык пока не сложился, поэтому далее будет использоваться английский термин. Концепция «process mining» позволяет восстанавливать процессы по журналам событий (логам) информационных систем.

Управление подразделениями федеральной противопожарной службы МЧС России существенно отличается от управления другими хозяйственными субъектами. Целью подразделений МЧС России является не извлечение прибыли, а предотвращение и устранение стихийных бедствий, пожаров, техногенных аварий и катастроф и других чрезвычайных ситуаций. Реальное функционирование такого рода субъектов изучено слабо, а существующие модели, как правило, базируются на регламентирующих документах.

Использование только регламентирующих документов для построения моделей деятельности организаций является методологически неверным, так как реальная деятельность компании или подразделения всегда выходит за рамки нормативной документации. Для получения наиболее полной и объективной картины необходимо использовать весь комплекс сведений, которые возможно собрать об изучаемом объекте. Важнейшим звеном такого комплекса являются первичные документы.

Любая организация, осуществляющая деятельность, имеет информационную систему. Эта информационная система может быть в той или иной степени автоматизирована. Данную информационную систему можно рассматривать как отображение (в математическом смысле) деятельности организации. Изучение информационной системы организации является важным этапом в построении модели хозяйственных процессов. Для изучения деятельности пожарно-спасательной части федеральной противопожарной службы МЧС России наиболее удобным документом является журнал пункта связи (журнал ПСЧ). В данном документе отражается информация о поступивших вызовах, выездах отделений и доклады по радиоканалам.

Журнал ПСЧ № 19 г. Красноярска был проанализирован в рамках работы В.С. Коморовского и др. «Исследование деятельности караула пожарной части методом «process mining» [2]. Полученная в ходе анализа модель выезда в нотации ARIS EPC приведена на рис. 1. Данная модель достаточно хорошо описывает процесс, но не удобна для вычислительных экспериментов. На базе упомянутой модели была создана имитационная модель с помощью системы имитационного моделирования Anylogic. При моделировании использовался дискретно-событийный подход.

Принципиальная схема имитационной модели приведена на рис. 2. Для облегчения восприятия процесса моделирования была разработана анимация модели, представленная на рис. 3.

Заявкой в терминах модели считается любое решение на выезд отделения за пределы пожарной части как по вызову на тушения пожара и проведение аварийно-спасательных работ, так и на проведение работ, связанных с обеспечением готовности подразделения к выполнению задач.

В качестве моделирующей среды определена сеть, к которой присоединен пул ресурсов (объекты network и ac_res на рис. 2). Поступающая заявка захватывает ресурс (отделение пожарной части) и далее обрабатывается данным отделением на выезде. Отделение освобождается при окончании тушения пожара и возвращении в подразделение.

Логические переключатели типа «ИЛИ» и «ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ», показанные на рис. 1, реализованы в имитационной модели с помощью компонента «select output», возвращающего значения истина и ложь случайным образом с заданной вероятностью. Вероятность попадания в пробку и/или гололед принята равной 0,3, а в анимации это выражается удлинением пути до цели. Вероятность того, что заявка представляет собой вызов на пожар или проведение аварийно-спасательных работ составляет 0,7.

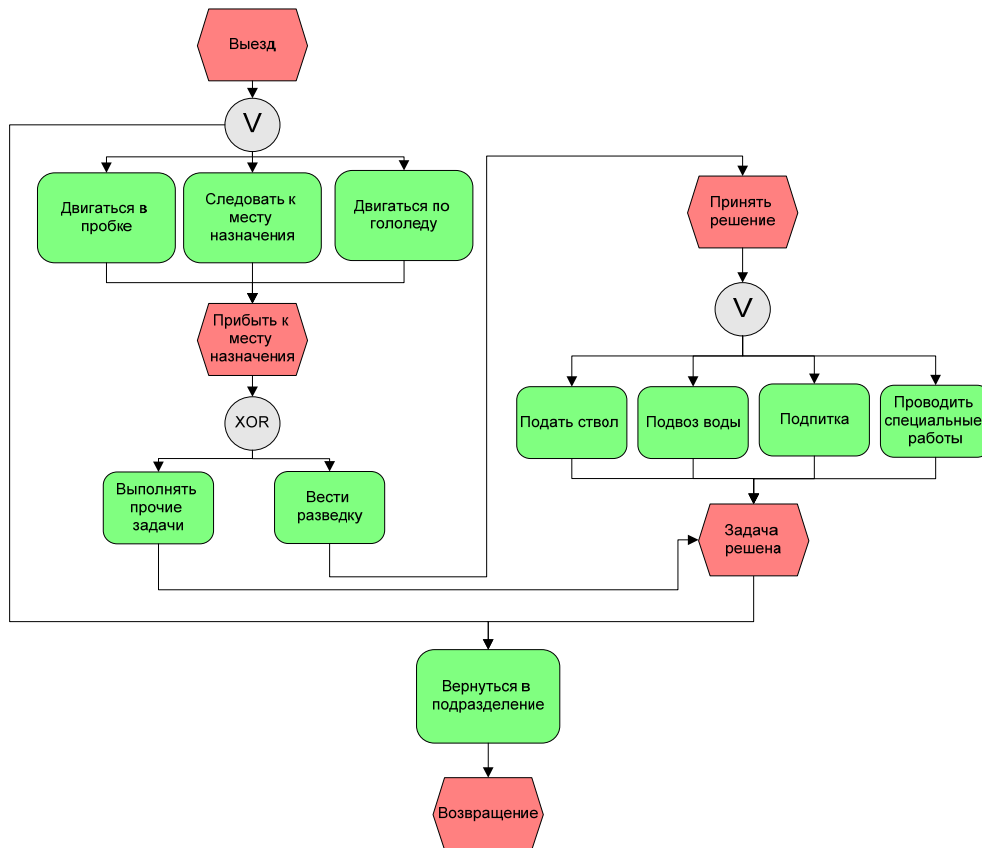


Рис. 1. Описание процесса в нотации ARIS EPC

Условное модельное время измеряется в часах. Частота поступления заявок на выезд отделений составляет $0,252 \text{ ч}^{-1}$. Данная величина рассчитана при анализе журнала ПСЧ, приведенного в работе В.С. Коморовского и др. [2]. Общее проанализированное время составляет 888 ч, за это время поступило 224 заявки, таким образом, легко рассчитать среднюю частоту поступления заявок.

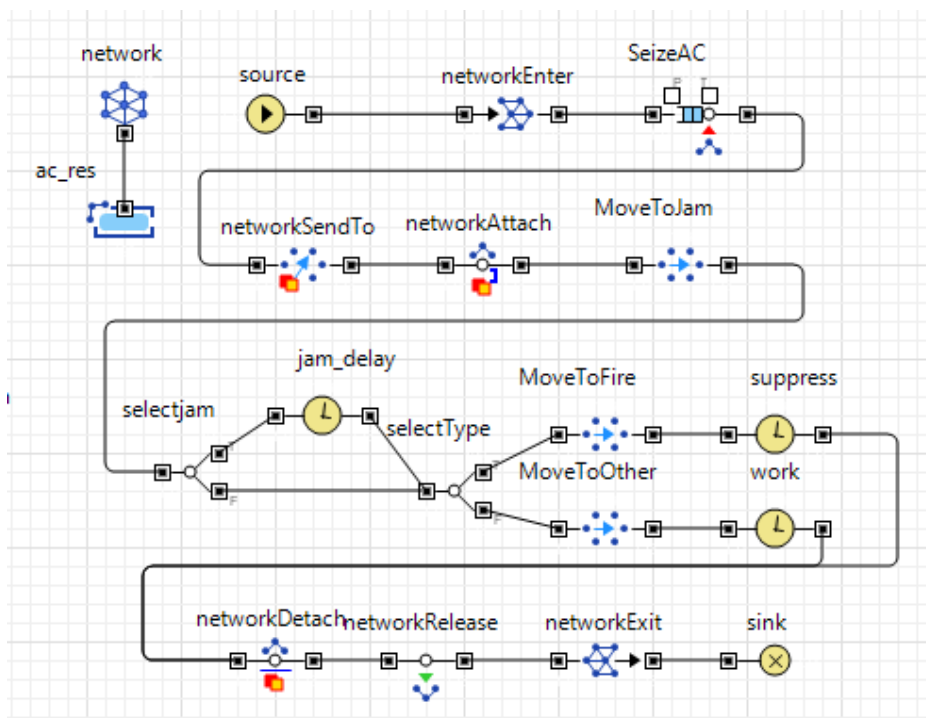


Рис. 2. Схема имитационной модели процесса выезда

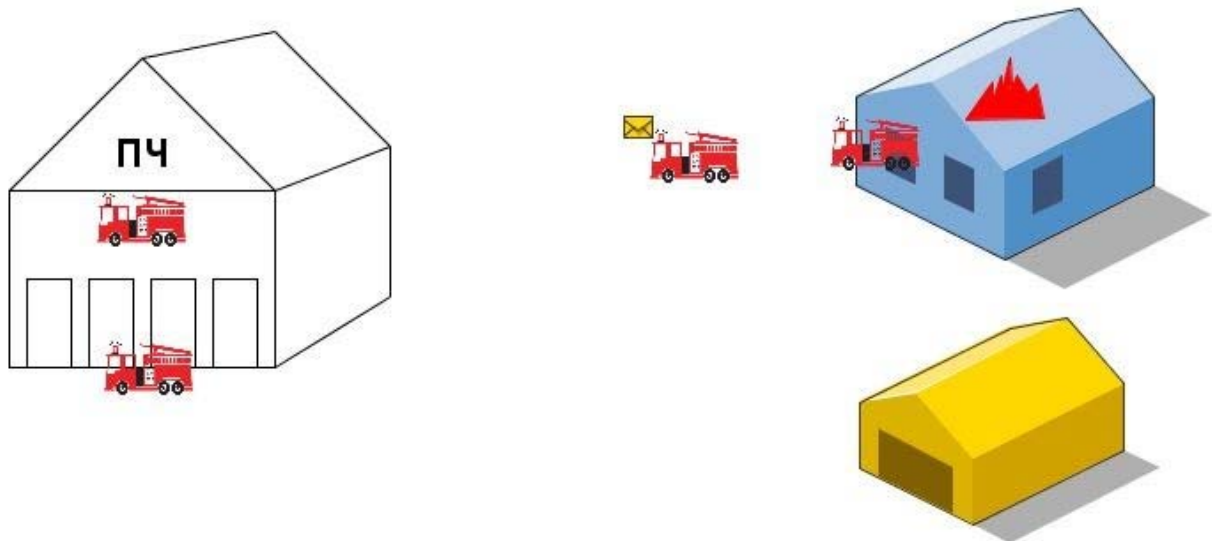
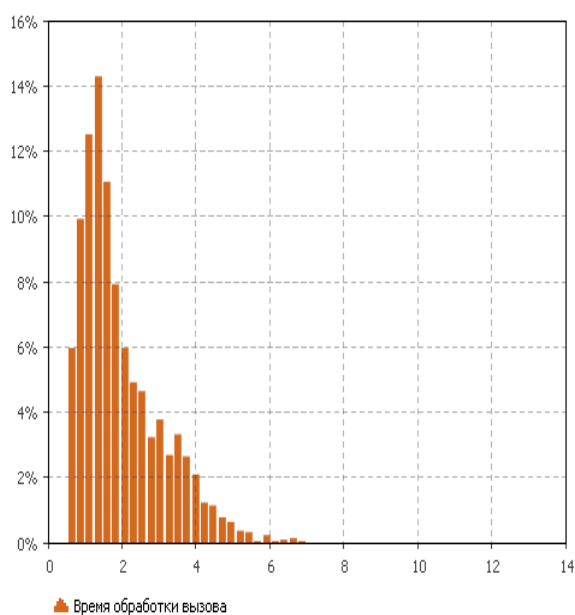


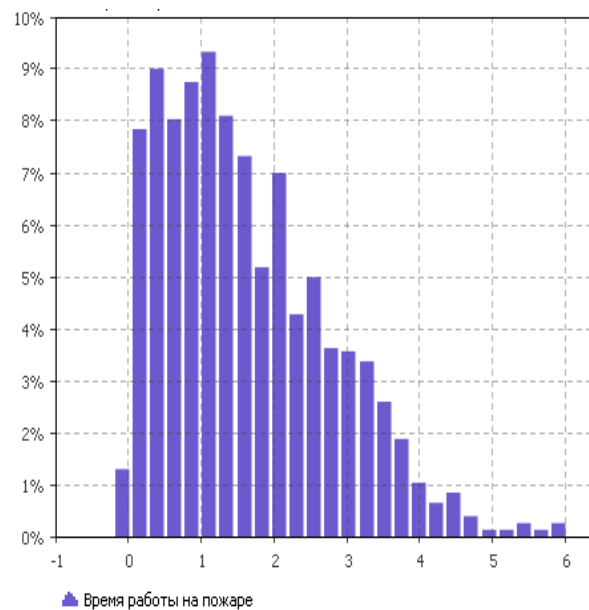
Рис. 3. Анимация имитационной модели

Имитационное моделирование времени, затрачиваемого на проезд, тушение пожара, выполнение иных работ осуществляется с помощью компонентов «delay» и «NetworkMoveTo». Время на тушение пожара рассчитывается как нормально распределенная случайная величина с параметрами среднеквадратического отклонения $s=93,8$ и среднего значения времени 75,8 мин.

Исследования, проведенные в работе В.С. Коморовского [2], охватывают промежуток в 1 месяц. В связи с тем, что информационные системы в пожарных частях имеют низкую степень автоматизации, оцифровка данных занимает наибольшую часть времени и делает весьма сложным процессное моделирование на более продолжительных периодах времени. Достоинством имитационных моделей является возможность построения различных зависимостей на достаточно большие промежутки времени. Например, на рис. 4 приведены гистограммы времени обработки вызова и времени работы на пожаре на период 1 год.



а) время обработки вызова



б) время работы на пожаре

Рис. 4. Гистограммы времени обработки вызова и работы на пожаре

В условиях функционирования пожарно-спасательного подразделения в крупном городе важными факторами становятся скорость прибытия к месту происшествия и общее время, проведенное подразделениями в пути. Эти факторы влияют как на качество проведения работ по борьбе с пожарами и других аварийно-спасательных работ, так и на общую утомляемость личного состава, выработку ресурса специальных машин. На рис. 5 приведено соотношение времени, проведенного в дороге, ко времени проведения полезных работ.

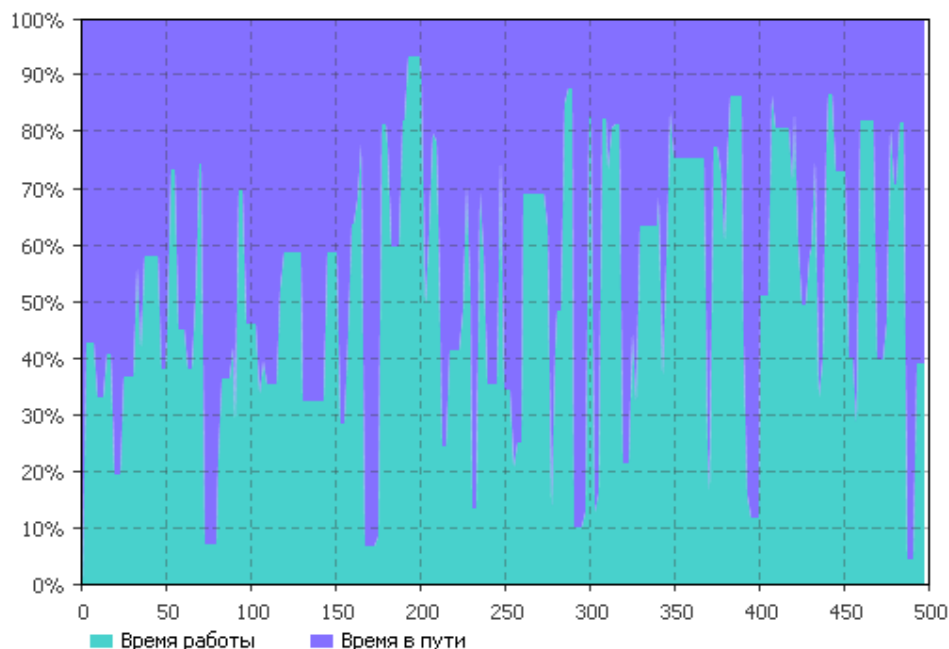


Рис. 5. Соотношение времени в пути и времени полезной работы

Как можно видеть из рис. 5, в некоторых случаях подразделения тратили существенно больше времени на то, чтобы добраться до нужного места, чем на непосредственное проведение работ. Согласно анализу журнала ПСЧ, в большинстве случаев это относится к выездам на загорания, малозначительные происшествия, выездам, связанным с поддержанием готовности подразделения. Однако данная проблема требует дополнительных исследований.

Таким образом, приведенная имитационная модель может быть использована для быстрого получения различных количественных оценок деятельности пожарно-спасательной части. Модель построена на базе статистики деятельности функционирующей в г. Красноярске пожарно-спасательной части и может быть, после дополнительных исследований, обобщена на деятельность других типовых пожарно-спасательных частей МЧС России.

Приведенные результаты являются предварительными, однако могут служить примером использования имитационных моделей при анализе и управлении пожарно-спасательной частью МЧС России. В дальнейшем предполагается совершенствование имитационной модели в части расширения функциональности и добавления интерактивных элементов управления, а также более детальная проверка адекватности данной модели.

Литература

1. Van der Aalst W., Weijters A., Maruster L. Workflow Mining: Discovering Process Models from Event Logs. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering. Vol. 16. №. 9. Pg. 1128–1142.
2. Исследование деятельности караула пожарной части методом «process mining» / В.С. Коморовский [и др.] // Научный интернет-журнал «Технологии техносферной безопасности». 2014. № 3 (55).