

Аварийно-спасательная служба: высылает аварийную бригаду к месту аварии, по прибытию на место организуют разведывательные, спасательные работы в зоне аварии.

Скорая медицинская помощь: пребывает к месту аварии и находится в готовности оказать первую медицинскую помощь пострадавшим, обеспечивает доставку пострадавших в медицинское учреждение.

Выводы: при правильном алгоритме действий всех органов, участвующих в локализации или ликвидации последствий химической аварии, можно в разы снизить время ликвидации, тем самым снизить ущерб, нанесённый данной аварии.

Литература:

1. ПАО «Химпром» г. Новочебоксарск официальный сайт [Электронный ресурс]: – URL: <https://www.himprom.com/> (дата обращения 26.10.2020).

2. «Правила противопожарного режима в Российской Федерации», утвержденные постановлением Правительства РФ от 25 апреля 2012 г. № 390 [Электронный ресурс]: – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902344800> (дата обращения 26.10.2020).

---

**Авдеева М.О., Данилова К.А.**

### **Оценка влияния особенностей поведения людей на время эвакуации с помощью имитационного моделирования**

**Аннотация:** Авторами статьи рассмотрены основные особенности поведения людей в процессе эвакуации, реализована имитационная модель эвакуации людей из офисного помещения на базе программного пакета Anylogic, оценены статистические результаты моделирования процесса эвакуации.

**Ключевые слова:** время эвакуации, поведение людей при пожаре, модель пешеходных потоков, имитационное моделирование, агентный подход

Коллективное поведение людей при перемещении в плотных людских потоках является важным направлением в исследовании процесса эвакуации [6]. По мнению специалистов, изучающих

особенности поведения людей при пожарах, всеми принятые представления о реагировании людей на сигналы эвакуации никак не согласуются с реальностью. По статистике, основанной на психофизиологических данных, время реагирования на сигнал тревоги составляет всего 0,1-0,2 с. [2]. Результаты проведенных экспериментов показывают, что в действительности реакция на сигнал опасности может достигать десятков минут [2].

По статистическим данным, полученным многими авторами, только 20% людей при получении сигнала о возникновении пожара начинают незамедлительно эвакуироваться, так как данная информация преимущественно воспринимается скептически. В особенности такие действия проявляются, когда нет прямого доказательства развития пожара. Кроме того, нередко у людей наблюдается потеря чувства времени, что может привести к критическим последствиям.

Исследования людей при пожаре позволили обнаружить зависимость действий человека от трёх факторов [5]:

- индивидуальные качества (физическая выносливость, подготовленность к действиям при пожаре);
- деятельность человека на момент пожара (сон, еда, работа);
- влияние окружающей среды (задымленность путей эвакуации, знакомство со зданием).

Исследования поведения людей в общественных зданиях при включении сигнала эвакуации показывают, что первые действия людей при пожаре имеют разную направленность и часто не связаны с целью немедленно покинуть здание [4, 5]. Эвакуация в качестве первого действия характерна только для 14% людей, остальные поступают сообразно другим своим мотивам (таблица 1).

Таблица 1 – Первые действия людей при включении сигнала эвакуации

Характер действий людей при пожарах	Первые действия опрошенных, %
Эвакуация имущества	3
Оповещение администрации, других людей	25
Уход, бегство	14
Сбор личных вещей, одевание	20

Характер действий людей при пожарах	Первые действия опрошенных, %
Сбор материальных ценностей, отключение электроэнергии	20
Пломбирование сейфов, закрытие и открывание окон, дверей	6
Попытка узнать причину пожара	2
Бездействие	10

Большое количество человек в первую очередь тратят время на сбор личных вещей и материальных ценностей, одевание. По статистике, с этих действий начинают около 43% человек [3]. Очевидно, что на совершение посторонних действий при обнаружении пожара уходит какое-то количество времени, что увеличивает общее время эвакуации.

Если коснуться конкретных результатов исследования, то поведение людей также зависит от пола: мужчины более склонны к тушению пожара, женщины – к оповещению о пожаре. Поведение людей может зависеть и от времени суток: в течение дня люди могут заниматься различными занятиями, что в свою очередь может ускорить/замедлить эвакуацию.

Авторами данной статьи поставлена задача изучения влияния особенностей поведения людей на время эвакуации. Актуальность статьи обусловлена необходимостью совершенствования процесса эвакуации безопасным и надежным способом.

Исходя из поставленной задачи, её реализация может быть осуществлена в классе имитационных моделей [1]. Имитационное моделирование позволяет максимально приблизить модель к реальной обстановке и провести целый ряд экспериментов, что очень важно для моделирования возможных сценариев эвакуации и предотвращения человеческих жертв.

В качестве исходных данных будем использовать план эвакуации офисного помещения и распорядок рабочего дня. В качестве эффективной платформы – программный пакет Anylogic, который имеет развитую пешеходную библиотеку и широкий ассортимент средств сбора статистических результатов эксперимента и позволяет полностью реализовать агентный подход.

Для создания модели офисного здания в инструменте имитационного моделирования Anylogic правила можно задать с помощью специальных библиотек. Будем использовать пешеходную библиотеку PedestrianLibrary, которая применяется при моделировании пешеходных потоков. Выбранные и соединенные в определенной последовательности блоки создают алгоритм поведения людей при наступлении различных событий.

На построенной модели авторами статьи проводился ряд экспериментов. На начало эвакуации в помещении находится 30 человек.

На рисунке 1 представлены численные результаты проведения эвакуации людей из помещения.

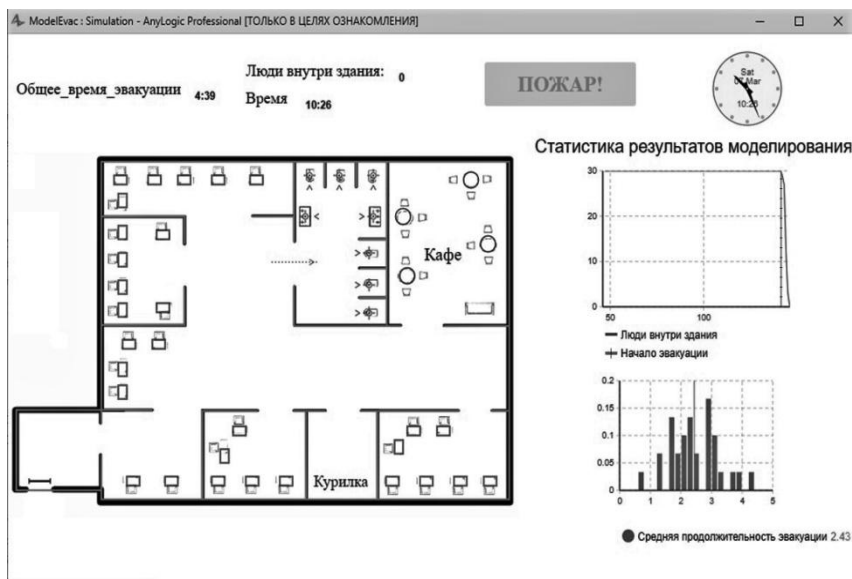


Рисунок 1 – Окончание процесса эвакуации

В окне анимации на рисунке 1 изображен конечный этап моделирования эвакуации. Через 4.39 минуты после начала эвакуации последний человек покинул здание, таймер остановился. Процесс эвакуации отражает статистика результатов моделирования. График количества людей после линейного участка

резко начинает своё падение, и количество людей в здании снова достигает нуля. Второй график характеризует среднюю продолжительность эвакуации, которая численно равна 2.43 минутам.

Общее время эвакуации формируется из множества деталей: движение до рабочего места, сбор личных вещей и материальных ценностей, одевание. Нельзя не сказать про психологическую нагрузку и панику, что может вызвать затормаживание реакции и в результате увеличить время эвакуации. Таким образом, можно утверждать, что знание принципов и особенностей эмоциональных и поведенческих составляющих обеспечит более эффективный подход к требованиям обеспечения безопасности людей. При этом все предложения и конструктивные разработки должны быть оценены, исходя из особенностей поведения и взаимодействия эвакуирующихся людей.

#### Литература:

1. *Боев В. Д.* Имитационное моделирование систем: учебное пособие для прикладного бакалавриата. – Москва: Издательство Юрайт, 2017. – 253 с. [Электронный ресурс]: – URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/407617> (дата обращения 05.12.2019).
2. *Дутов В.Н., Чурсин И.Г.* Психофизиологические и гигиенические аспекты деятельности человека при пожаре. – М.: б/и, 1993. – 299 с.
3. *Парфененко А.П.* Методология моделирования людских потоков и практика программирования их движения при эвакуации //Пожаровзрывобезопасность. – 2014. –Т. 23. № 12. – С. 46-53.
4. *Холщевников В.В.* Моделирование свободного движения людских потоков//Вестник ТГАСУ. – 2011. – № 2. – С. 89-103.
5. *Холщевников В.В., Самошин Д.А., Парфененко А.П., Кудрин И.С., Истратов Р.Н., Белосохов И.Р.* Эвакуация и поведение людей при пожарах: Учеб. пособие. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2015. – 262 с.
6. *Бекларян А.Л., Акопов А.С.* Моделирование поведения толпы на основе интеллектуальной динамики взаимодействующих агентов //Бизнес-информатика. – 2015. – № 1 (31). – С. 69-77.