УДК 004.9:004.942:614.84

ІНТЕРАКТИВНА ВЕБСИСТЕМА ПІДГОТОВКИ ДИСПЕТЧЕРІВ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ ІЗ МОДЕЛЮВАННЯМ НАВЧАЛЬНИХ ВИКЛИКІВ

Ростислав ДОБУШ, Роман ГОЛОВАТИЙ
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Анотація. Розглянуто розроблення інтерактивної вебсистеми підготовки диспетчерів пожежно-рятувальних підрозділів. Запропоновано генерування навчальних викликів на основі сценаріїв і пуассонівського потоку подій, мультиагентне моделювання руху екіпажів на картографічній основі з маршрутизацією дорожньою мережею та систему показників автоматизованого оцінювання дій диспетчера.
Ключові слова: диспетчер, пожежно-рятувальний підрозділ, тренажер, моделювання викликів, вебсистема, картографія, мультиагентна модель.

Abstract. The development of an interactive web system for training dispatchers of fire and rescue units is considered. Generation of training calls based on scenarios and a Poisson event flow, multi-agent simulation of crew movement on a map with road network routing, and a set of indicators for automated assessment of dispatcher actions are proposed.
Keywords: dispatcher, fire and rescue unit, simulator, call simulation, web system, cartography, multi-agent model.

Диспетчер пожежно-рятувального підрозділу за лічені хвилини має прийняти виклик, з'ясувати адресу й характер події, обрати й направити необхідні сили, а далі супроводжувати їх до завершення робіт. Помилки на цьому етапі – неправильно визначена адреса, направлення не найближчого чи не придатного підрозділу, запізнення – безпосередньо збільшують час прибуття допомоги. Набути таких навичок лише під час реальних чергувань складно й ризиковано, тому потрібні тренажери, що відтворюють роботу диспетчера на реалістичних навчальних сценаріях. Інформаційні технології оперативного реагування й управління ресурсами рятувальних підрозділів [1] та інструменти підвищення мотивації до навчання в змішаному форматі [2] створюють для цього основу.

Метою роботи є розроблення архітектури інтерактивної вебсистеми підготовки диспетчерів із моделюванням навчальних викликів і картографічним відображенням місць подій та розташування екіпажів.

Система складається з трьох основних підсистем. *Генератор викликів* формує навчальні виклики на основі бібліотеки сценаріїв (пожежа в житловому будинку, ДТП, загоряння сухої рослинності, виклик із неточною адресою тощо). Моменти надходження викликів моделюються пуассонівським потоком подій [3], інтенсивність якого задає інструктор, що дає змогу відтворювати як звичайне чергування, так і пікове навантаження, коли кілька викликів надходять майже одночасно. Кожен виклик містить текстовий або аудіозапис повідомлення заявника, у якому навмисно можуть бути неповні чи суперечливі відомості.

Модель обстановки відображає на карті OpenStreetMap місця подій, пожежно-рятувальні частини та екіпажі. Екіпажі моделюються як агенти зі станами «вільний», «прямує на виклик», «на місці події», «повертається», «несправний», що відповідає мультиагентному підходу до моделювання систем безпеки [4]. Час доїзду розраховується за дорожньою мережею засобами маршрутизації на основі даних OpenStreetMap [5], а рух екіпажа відображається на карті в прискореному або реальному часі.

Модуль оцінювання фіксує всі дії диспетчера з часовими мітками й порівнює їх з еталонним рішенням, яке система обчислює для кожного виклику. Етапи роботи диспетчера, що моделюються, та показники їх оцінювання наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Етапи роботи диспетчера та показники оцінювання

Етап	Що моделює система	Показник оцінювання
Прийняття виклику	Надходження викликів пуассонівським потоком, повідомлення заявника	Час від надходження виклику до його прийняття
Ідентифікація події	Неточна адреса, неповна або суперечлива інформація	Правильність визначення адреси та типу події
Вибір і направлення сил	Розташування та стан екіпажів, час доїзду дорожньою мережею	Відповідність обраних підрозділів еталонним, час до направлення
Супровід реагування	Зміна статусів екіпажів; ускладнення від інструктора: повторний виклик, несправність автомобіля, перекрита дорога	Час і правильність реакції на зміну обстановки
Завершення	Журнал подій виклику	Повнота та коректність документування

Еталонне рішення для вибору сил формується за правилом «найменший час доїзду серед вільних підрозділів з необхідною технікою», а не за найменшою відстанню, оскільки саме час доїзду дорожньою мережею визначає ефективність реагування. Такий підхід відповідає концепції систем підтримки прийняття рішень, у яких модель надає користувачу обґрунтовану рекомендацію [6]; у навчальному режимі рекомендація показується після дії диспетчера як зворотний зв’язок, а в контрольному – лише в підсумковому звіті.

Вебсистема реалізується в клієнт-серверній архітектурі: серверна частина виконує моделювання та зберігає сценарії й результати, клієнтська – надає робоче місце диспетчера (картка виклику, карта, перелік сил) і окрему консоль інструктора, з якої в реальному часі можна вносити ускладнення в сценарій. Оновлення обстановки передаються клієнтам через постійне з’єднання WebSocket, що дає змогу кільком слухачам працювати в одному сценарії одночасно, моделюючи роботу зміни диспетчерів.

Висновки. Запропонована вебсистема поєднує генерування навчальних викликів за сценаріями й пуассонівським потоком, мультиагентне моделювання екіпажів на картографічній основі з маршрутизацією дорожньою мережею та автоматизоване оцінювання дій диспетчера за етапами його роботи. Це дає змогу відпрацьовувати як типові, так і складні ситуації без ризику для реального реагування. Подальша робота передбачає наповнення бібліотеки сценаріїв на основі типових викликів і апробацію системи в навчальному процесі університету.

Література

1. Головатий Р., Гоцій Н. Інформаційні технології управління ресурсним забезпеченням рятувальних підрозділів об’єднаних територіальних громад в умовах війни. *Інформаційна безпека та інформаційні технології* : зб. тез доп. VII Всеукр. наук.-практ. конф. (Львів, 27 листоп. 2025 р.). Львів : ЛДУ БЖД, 2025. С. 65–66.

2. Смотр О., Рашкевич М., Головатий Р., Мечус Х. Використання інструментарію інформаційних технологій для підвищення мотивації студента до навчання у форматі змішаної освіти. *Інформаційно-комунікаційні технології в сучасній освіті: досвід, проблеми, перспективи* : зб. наук. праць. Вип. 6. Львів : ЛДУ БЖД, 2021. С. 214–217.

3. Kleinrock L. Queueing Systems. Vol. 1: Theory. New York : Wiley, 1975. 417 p.

4. Зачко О. Б., Головатий Р. Р. Мультиагентна модель управління безпекою при плануванні проектів створення об’єктів з масовим перебуванням людей. *Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами*. 2017. № 2(1224). С. 46–51.

5. Luxen D., Vetter C. Real-time routing with OpenStreetMap data. *Proceedings of the 19th ACM SIGSPATIAL International Conference on Advances in Geographic Information Systems*. 2011. P. 513–516. DOI: 10.1145/2093973.2094062.

6. Kordunova Y., Prydatko O., Smotr O., Golovatyi R. Expert Decision Support System Modeling in Lifecycle Management of Specialized Software. *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*. Vol. 149. Cham : Springer, 2023. P. 367–383. DOI: 10.1007/978-3-031-16203-9_22.