

## Проектно-орієнтований підхід розрахунку часу безпечної евакуації людей із спортивно-видовищних споруд

**Автори:** *Рак Юрій Павлович, Зачко Олег Богданович, Івануса Андрей Іванович,  
Федан В'ячеслав Богданович*

*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

В основу функціонування спортивно-видовищних споруд (СВС) як на стадії проектування так і експлуатації закладено вимоги, що забезпечують безпеку життєдіяльності людей при проведенні різного типу спортивних змагань та видовищних міроприємств. При проведенні спортивних, футбольних змагань UEFA рекомендує спеціальні вимоги щодо безпечних умов перебування людей. Однією із таких умов є час безпечної евакуації глядачів на вільну територію. Для розрахунку часу безпечної евакуації глядачів із СВС необхідна методика в основі якої покладені: системний підхід, моделі та методи управління проектами в турбулентному динамічному оточенні, інноваційні механізми в управлінні проектами евакуації із секторів на променаду, із променади в загороджувальну зону (внутрішній периметр стадіону) та виходу на вільну зону [1].

Таким чином процес евакуації глядачів із стадіону необхідно розглядати як портфель проектів та програм. Час евакуації глядачів з сектору є сукупністю локальних часів евакуації по окремих ділянках сектору, причому кінцева точка кожного локального часу евакуації є початковою точкою наступного часу, тому ми розглядаємо цей процес з точки зору проектного підходу як сукупність проектів – програму, а час евакуації з стадіону в цілому є портфелем, який включає програми проектів.

Головним критерієм, що характеризує безпечну евакуацію глядачів є  $t_i$  час виходу із стадіону  $i$ -го глядача в безпечну зону [2].

При розрахунку часу евакуації глядачів необхідно враховувати топологію зв'язків, що впливають на процес безпечної евакуації. Тобто в загальному випадку розрахунок сумарного  $T$  часу можна представити у вигляді:

$$\{t_i\} \forall (i=1, \dots, n) \Rightarrow T \rightarrow \min \quad (1)$$

Для забезпечення відповідного значення величини сумарного  $T$  часу евакуації глядачів зі стадіону в безпечну зону у відповідності до рекомендацій UEFA [3, 4] нами

були використані прийоми зменшення часу виконання технологічних операцій при евакуації глядачів у результаті синтезу оптимальних евакуаційних шляхів.

До таких прийомів можна віднести розпаралелювання та конвеєризацію. Розпаралелювання використовувалося за умов можливості розподілу людських потоків на незалежні. При розпаралелюванні загальний час  $t_{pn}^n$  евакуації визначається як:

$$t_{pn}^n = \frac{t_i}{k}, \quad (2)$$

де  $t_{pn}^n$  - час евакуації після розпаралелювання;  $k$  - число раз розпаралелювання.

Конвеєризація застосовувалася тоді, коли людські потоки не піддаються розподілу. При конвеєрному підході час  $t_k^k$  визначається найбільшим часом виконання одної із складових операцій утвореного конвеєра, тобто:

$$t_k^k = \max[t_j | \forall (j = 1, \dots, k - 1, k)], \quad (3)$$

де  $t_{ij}$  - час виконання операцій по евакуації  $j$ -им підблоком конвеєра.

Фактично, вимушений розподіл людських потоків на окремі складові приводить до зменшення часу реалізації в  $\frac{t_i}{t_k^k}$  раз.

Таким чином, розглянувши людський потік евакуації глядачів як технологічну лінію, це дало можливість сформулювати концептуальні засади оптимізації технологічних процесів безпечної евакуації глядачів при проведенні футбольних матчів:

- основний критерій оптимізації – мінімальний сумарний час евакуації глядачів із стадіону на вільну (безпечну) територію;
- мінімізація сумарного часу необхідно проводити шляхом використання таких прийомів зменшення часу як: розпаралелювання та конвеєризація. При цьому збільшується ширина проходів та дверних прорізів тощо;
- розпаралелювання чи конвеєризація застосовується після виявлення на евакуаційному шляху "вузьких" (критичних) місць.

Аналіз евакуаційних шляхів проводиться на основі оцінки зв'язків між всіма етапами евакуації з наступним виконанням еквівалентних перетворень схем та визначенням часових тобто динамічних характеристик всієї евакуаційної схеми.

Саме проектно-орієнтований підхід при розрахунку часу безпечної евакуації глядачів дав можливість розробити оптимальний шлях евакуації із стадіону в цілому із представленням напрямів руху людських потоків і видачі рекомендацій щодо місць встановлення навігаційних знаків та їх зміст.

Для розрахунку сумарного часу евакуації глядачів зі стадіону в цілому в безпечну зону (на вільну територію у відповідності до рекомендацій UEFA) та видачі рекомендацій щодо критичних шляхів та "вузьких" місць при евакуації був розроблений програмний комплекс «ТОПОЛ-ЕВАКАС 1.0». Даний програмний комплекс забезпечує автоматизацію проведення обчислення, здійснює топологічний аналіз руху людських потоків, виявляє критичні шляхи та «вузькі місця».

У результаті проведених досліджень та обчислень були видані рекомендації, що забезпечують безпечну евакуацію глядачів із стадіону та створити її динамічну презентацію, що в кінцевому випадку інтегрується із вимогами та рекомендаціями UEFA [3, 4].

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. **Азаров Н.Я.** Инновационные механизмы управления программами развития / Азаров Н.Я., Ярошенко Ф.А., Бушуев С.Д. - "Саммит-Книга", 2011. - 528 с.
2. **Холщевников В.В.** Эвакуация и поведение людей при пожарах: Учеб. пособие. / В.В. Холщевников, Д.А. Самошин. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2009. – 212 с.
3. UEFA Stadium Infrastructure Regulations, Edition 2006. – 14 p.
4. Guide to Safety at Sports Grounds (Green Guide). Fifth edition published 2008. – 223 p.