

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ
ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

ІВАНУСА АНДРІЙ ІВАНОВИЧ

УДК 65.012:338.24+69.004

**МЕТОДИ ТА МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ БЕЗПЕЧНОЇ
ЕКСПЛУАТАЦІЇ СПОРТИВНО-ВИДОВИЩНИХ СПОРУД**

Спеціальність 05.13.22 – управління проектами та програмами

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Львів – 2013

Дисертацією є рукопис

Робота виконана у Львівському державному університеті безпеки життєдіяльності Державної служби України з надзвичайних ситуацій.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор,
Заслужений працівник освіти України
Рак Юрій Павлович,
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності Державної служби України з надзвичайних ситуацій,
завідувач кафедри управління проектами, інформаційних технологій та телекомунікацій.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Чернов Сергій Костянтинович,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова МОН України, завідувач кафедри управління проектами (м. Миколаїв);

кандидат технічних наук, доцент
Данченко Олена Борисівна,
Університет економіки та права «КРОК»
МОН України, професор кафедри бізнес адміністрування та управління проектами (м. Київ).

Захист відбудеться 24 грудня 2013 року о 14⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К 35.874.02 Львівського державного університету безпеки життєдіяльності Державної служби України з надзвичайних ситуацій за адресою: 79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35, ауд. 301.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Львівського державного університету безпеки життєдіяльності за адресою: 79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35.

Автореферат розісланий 22 листопада 2013 року.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради К 35.874.02
кандидат технічних наук, доцент

О.Б. Зачко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Реалізація проекту побудови об'єкта з масовим перебуванням людей передбачає виконання комплексу заходів для забезпечення їх безпеки. Враховуючи велику кількість людей та їх психофізіологічні властивості, унікальність проектування споруди, непрогнозованість проведення масових заходів, досвід з експлуатації спортивних споруд, особливого підходу до забезпечення безпеки людей вимагають проекти безпечної експлуатації спортивно-видовищних споруд (БЕ СВС). Реалізація проектів БЕ СВС, в свою чергу, вимагає проведення аналізу нормативно-правової бази в галузі забезпечення безпеки людей, її інтеграції у відповідно до світових вимог та їх впровадження в практичну діяльність.

Хоча науково-технічний прогрес набув великих масштабів, проте питання безпеки людини на спортивно-видовищних спорудах (СВС) залишається і надалі актуальним, про що свідчать трагедії, які часто виникають на об'єктах цього типу в процесі їх експлуатації. Одним із можливих напрямів вирішення завдання підвищення безпеки людей в проектах БЕ СВС є проведення та впровадження в практику результатів наукових досліджень з методології управління проектами в умовах надзвичайних ситуацій (НС), а також управління часом та зацікавленими сторонами таких проектів.

Розробці науково-методичних засад управління часом та зацікавленими сторонами проектів значну увагу приділили в своїх роботах такі українські та закордонні вчені: С. Д. Бушуєв, В. А. Рач, В. К. Кошкін, В. Д. Гогунський, Ю. П. Рак, І. В. Кононенко, С. К. Чернов, Ю. М. Тесля, Є. А. Дружинін, Х. Танака, В. М. Бурков, О. Б. Данченко, О. Б. Зачко та ін.

Зараз поки що немає універсального та системного підходу до реалізації проектів БЕ СВС, які характеризуються умовами невизначеності, турбулентністю впливу зовнішнього середовища, відсутністю принципів класифікації в процесі автоматизації відбору інформації при прийнятті рішень топ-менеджерами для забезпечення умов безпеки життєдіяльності. Тому і надалі залишається актуальною науково-прикладна задача стосовно розробки нових моделей та методів управління проектами в умовах надзвичайних ситуацій, а саме в галузі управління часом та зацікавленими сторонами проектів БЕ СВС з метою забезпечення безпеки життєдіяльності (БЖД) людини на спортивних спорудах.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота над дисертацією проводилась у Львівському державному університеті безпеки життєдіяльності (ЛДУ БЖД) і пов'язана з вирішенням завдань, визначених «Інтегрованою концепцією забезпечення безпеки і правопорядку під час підготовки і проведення в Україні фінальної частини чемпіонату Європи 2012 року з футболу», Постановою Кабінету Міністрів України № 2025 від 18.12. 1998 року «Про порядок підготовки спортивних споруд та інших спеціально відведених місць для проведення масових спортивних та культурно-видовищних заходів», Постановою Кабінету Міністрів України № 341 від 25.04. 2012 року «Про затвердження Порядку організації робіт із забезпечення громадського порядку та громадської безпеки під час проведення футбольних матчів».

Дисертація відповідає тематичній спрямованості наукових розробок, що здійснювались у ЛДУ БЖД в рамках держбюджетних науково-дослідних робіт: «Розрахунок часу евакуації людей з Львівського стадіону до Євро 2012 на вільну

територію» (договір №10-02/09 від 10.09.2011 р., № державної реєстрації 0111U007633), «Розрахунок часу евакуації людей з верхнього та нижнього ярусів в безпечну зону на Львівському стадіоні до Євро 2012» (договір №02/10 від 25.10.2010 р., № державної реєстрації 0110U007849).

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження є підвищення ефективності управління проектами безпечної експлуатації спортивно-видовищних споруд шляхом розробки моделей та методів управління зацікавленими сторонами та часом проектів в умовах виникнення НС. Досягнення поставленої мети обумовило необхідність вирішення таких завдань:

1) провести аналіз предметної області, а саме проектів безпечної експлуатації СВС, визначити їх особливості та характеристики;

2) проаналізувати сучасні моделі та методи управління проектами БЕ СВС, а саме в частині управління часом та управління зацікавленими сторонами проектів в умовах виникнення НС;

3) розробити метод обчислення часу реалізації проектів БЕ СВС при виникненні НС;

4) розробити топологічні моделі управління зацікавленими сторонами проектів (потоками людей) при виникненні НС на СВС;

5) удосконалити метод оптимізації часу проектів БЕ СВС при виникненні НС;

6) розробити інструментарій візуалізації інформації та впровадити результати теоретичних досліджень у практику управління проектами БЕ СВС.

Об'єкт дослідження – процеси управління часом та зацікавленими сторонами проектів безпечної експлуатації спортивно-видовищних споруд.

Предмет дослідження – моделі та методи управління часом та зацікавленими сторонами проектів БЕ СВС при виникненні НС.

Методи дослідження. У дослідженнях використаний системний підхід до вивчення предметної області управління проектами БЕ СВС, моделювання, топологічного аналізу та синтезу для дослідження існуючого стану евакуаційної системи СВС, метод критичного шляху для оптимізації часу проектів БЕ СВС.

Наукова новизна отриманих результатів. Основний науковий результат дисертаційної роботи полягає в розробці моделей та методів управління часом та зацікавленими сторонами в проектах БЕ СВС при виникненні НС. У рамках дослідження щодо досягнення стану безпеки людей на СВС отримані такі наукові результати:

- **вперше**

- розроблено топологічні моделі управління зацікавленими сторонами проектів БЕ СВС, на основі використання теорії топологічного аналізу та синтезу технологічних ліній, маршрутизації евакуаційних шляхів, що дозволяють проводити розрахунок часу їх евакуації в безпечну зону при виникненні НС. Запропоновані топологічні моделі дозволяють керувати потоками людей на евакуаційних шляхах при виникненні НС для досягнення стану безпеки в проектах експлуатації СВС;

- розроблено метод проведення розрахунку часу реалізації проектів БЕ СВС шляхом синтезу існуючих математичних моделей, які описують рух зацікавлених сторін проектів. Розроблений метод забезпечує пошук критичних шляхів, буферних зон та ідентифікує «вузькі» місця для мінімізації часу безпечної евакуації зацікавлених сторін проектів БЕ СВС;

- **удосконалено** метод оптимізації часу проектів БЕ СВС, який, на відміну від існуючих, дозволяє забезпечити своєчасну евакуацію людей у безпечну зону при виникненні НС;

- **отримала подальший розвиток** класифікація проектів БЕ СВС, яка відрізняється від існуючих введенням нової класифікаційної ознаки – параметри безпеки.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблені автором моделі та методи управління часом і зацікавленими сторонами у проектах БЕ СВС використані при створенні авторським колективом програмного забезпечення «ТОПАЛ-ЕВАКАС 1.0».

Результати дисертаційної роботи, а саме: моделі та методи управління часом та зацікавленими сторонами проектів БЕ СВС – частково реалізовані при проведенні Євро 2012, а також підготовлені до практичного використання у формі планів та рекомендацій для своєчасної евакуації людей у випадку виникнення НС:

- у Головному управлінні Державної служби України з надзвичайних ситуацій у Львівській області (акт впровадження від 23.05. 2013 р.);

- на ТзОВ «Укрдизайнгруп» (акт впровадження від 14.05. 2013 р.).

Особистий внесок здобувача. Всі основні наукові положення, розробки та висновки дисертаційної роботи є результатом самостійно проведеного автором дослідження. У публікаціях, які написані в співавторстві, автором особисто: [1] – визначено ключові фактори, які впливають на успіх реалізації проектів БЕ СВС; [2] – визначено параметри, що впливають на рух зацікавлених сторін проектів БЕ СВС та розроблено топологічні моделі управління зацікавленими сторонами проектів при виникненні НС; [3, 5] – проведено інформаційний аналіз успішних практик реалізації проектів БЕ СВС, визначено взаємозв'язки між елементами системи забезпечення безпеки на спорудах цього типу; [4] – визначено проекти в галузі забезпечення безпеки людини, які можуть бути віднесені у портфель з допомогою використання автоматизованих систем; [6] – розроблено концептуальну модель комплексної стратегії розвитку системи забезпечення безпеки людей на СВС, що дає можливість об'єднати найкращі підходи сучасного планування та досягти більшої гнучкості та швидкості реагування на зміни в зовнішньому середовищі; [7] – проведено аналіз топологічних моделей управління зацікавленими сторонами проектів БЕ СВС, в результаті чого визначено їх часову характеристику з врахуванням особливостей будови та конфігурації секторів; [8] – розкрито процес оптимізації проектів БЕ СВС, визначено напрямки руху зацікавлених сторін проектів при виникненні НС, розроблено рекомендації щодо місць встановлення навігаційних знаків; [9] – розроблено інноваційний інструмент та засоби розблокування «вузьких» місць у критичних шляхах маршруту реалізації проектів БЕ СВС, що враховує всі часові етапи та топологію міжетапних зв'язків евакуаційних шляхів; [10] – запропоновано підхід до розв'язку задач мінімізації ризику реалізації проектів БЕ СВС; [11] – проаналізовано методики проведення розрахунку часу реалізації проектів БЕ СВС, які враховують сучасні вимоги та рекомендації в галузі забезпечення безпеки людей на об'єктах з масовим їх перебуванням; [12] – визначено основні вимоги щодо забезпечення безпеки людей на об'єктах з масовим перебуванням людей; [13] – проведено дослідження впливу стану комфортності на успіх реалізації проекту проведення міжнародних спортивних змагань; [14] – проведено аналіз нормативно-правової бази та рекомендацій Союзу європейських футбольних асоціацій (УЄФА)

для визначення основних характеристик щодо забезпечення комфортних та безпечних умов перебування людей на СВС.

Апробація результатів дисертації. Результати дисертаційних досліджень розглядалися на VIII, IX та X Міжнародних науково-практичних конференціях: «Управління проектами у розвитку суспільства» (м. Київ, 2011, 2012, 2013 рр.), VII та VIII Міжнародних науково-практичних конференціях: «Управління проектами: стан та перспективи» (м. Миколаїв, 2011, 2012 рр.), II та IV Міжнародних науково-практичних конференціях: «Інтегроване стратегічне управління, управління проектами та програмами розвитку підприємств і територій» (сmt. Славське, 2011, м. Яремче, 2013 рр.), IX та X Міжнародних науково-практичних конференціях: «Сучасні інформаційні технології в економіці і управлінні підприємствами, програмами і проектами» (м. Харків, 2011, 2012 рр.), II Міжнародній конференції «Ділове та публічне адміністрування» (м. Луганськ-Слов'янськ, 2012 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Чрезвычайные ситуации: теория, практика, инновации» (м. Гомель, Білорусь, 2012).

Публікації. За результатами дослідження опубліковано 14 робіт, з них 5 у фахових збірниках наукових праць та 9 у матеріалах наукових конференцій.

Структура і обсяг дисертації. Дисертаційна робота містить вступ, чотири розділи, висновки, список використаних джерел із 164 найменувань та 3 додатки. Основна частина викладена на 113 сторінках, містить 3 таблиці та 45 рисунків. Повний обсяг роботи становить 133 сторінки.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Вступ дисертаційної роботи містить обґрунтування актуальності теми та науково-прикладної задачі. У ньому підкреслено зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Визначено мету і задачі дослідження об'єкт, предмет і методи дослідження, наукову новизну й практичну цінність одержаних результатів, особистий внесок здобувача, дано інформацію про реалізацію, апробацію та публікації результатів.

У **першому розділі** проаналізовано сучасний стан реалізації проектів БЕ СВС в процесі проведення спортивних та культурно-масових заходів і визначено що: постійне підвищення рівня безпеки та комфорту СВС при організації будь-яких заходів міжнародного значення вимагають реалізації проектів побудови нових або реконструкції старих СВС; існує невідповідність вимог чинного українського законодавства світовим у плані забезпечення безпеки людей; висока вартість реалізації проектів БЖД на СВС спричинена унікальністю їх побудови; відсутня нормативно-правової база та «Правила поведінки», які б визначали порядок реалізації проектів у сфері забезпечення безпеки людей на спорудах масового їх перебування; доцільно використовувати проектне управління при реалізації проектів БЖД на СВС. Враховуючи досвід експлуатації СВС, встановлено, що найбільш дієвим способом забезпечення безпеки людей при виникненні НС є управління часом проектів своєчасної та безпечної евакуації зацікавлених сторін у безпечну зону. Виходячи з аналізу розвитку пожеж та НС встановлено, що оптимальний час евакуації людей із СВС не повинен перевищувати 8 хв., оскільки протягом цього періоду виникає найменша кількість гранично допустимих значень факторів небезпечних для життя людей та довкілля.

Аналіз перспектив розвитку евакуаційної системи СВС завдяки використанню сучасних інформаційних технологій та методології управління проектами визначив доцільність розробки моделей управління зацікавленими сторонами, а також вдосконалення існуючих методів оптимізації часу в проектах БЕ СВС в умовах виникнення НС, які спрямовані на збереження людського життя та здоров'я. Встановлено, що при розробці моделей слід враховувати стан турбулентного середовища, рівень проведення спортивних змагань (територіального, державного, міжнародного значення), ключові фактори успіху реалізації проектів, нормативно-правову базу країни-виконавця та рекомендації організатора заходу, рівень підготовки і компетентність обслуговуючого персоналу, особливості поведінки глядачів, стратегічні цілі проектів БЖД, показники результативності, причинно-наслідкові зв'язки глядацьких емоцій тощо.

Проведений аналіз дозволив сформулювати завдання подальших етапів дослідження.

У **другому розділі** розширено класифікацію проектів БЕ СВС за параметрами безпеки, класифікаційними ознаками та об'єктами, яка має деревоподібну будову, з метою швидкого та автоматизованого доступу до достовірної інформації в процесі управління проектами. Створені класифікації є структурованою базою даних, яка містить інформацію про необхідний тип споруди, різновид технічного обладнання та технології, що використовуються протягом усього життєвого циклу проекту організації спортивно-масового заходу міжнародного значення. Класифікації проектів БЕ СВС за параметрами безпеки, класифікаційними ознаками та об'єктами дають можливість автоматизувати пошук необхідної інформації й оновити застарілу інформацію за допомогою спеціалізованих комп'ютерних систем при їх взаємодії із сучасними довідково-інформаційними системами.

Запропонований принцип побудови класифікацій оснований на системному підході до оперативного відбору достовірної інформації, в результаті чого буде забезпечено раціональність в управлінні матеріальними, інформаційними, людськими, фінансовими ресурсами, зацікавленими сторонами, часом тощо. Як наслідок розв'язується задача мінімізації витрат, рентабельності та прогнозування стану СВС при реалізації проектів БЕ СВС.

Оскільки проекти БЕ СВС передбачають проведення своєчасної евакуації із секторів та адміністративної будівлі людей різних щодо мобільності груп, то для підвищення ефективності управління ними розроблено теоретичні засади, які базуються на основі топологічного аналізу та синтезу систем управління потоками людей, що є зацікавленими сторонами проектів. В основу інструментальних засобів щодо реалізації таких проектів покладено формалізацію методів і моделей, які інформують про стан їх поточної реалізації. Відповідно, концептуальна модель управління проектами БЕ СВС повинна містити в собі: ключові фактори успішної реалізації проектів в умовах виникнення НС, моделі управління зацікавленими сторонами та часом проектів, математичні моделі, що описують рух зацікавлених сторін проекту при евакуації, методику проведення обчислень часу реалізації проектів, методи оптимізації управління часом у проектах. Кінцевим результатом такої моделі є збережене життя та здоров'я зацікавлених у проектах БЕ СВС сторін. Схема моделі показана на рис.1.



Рис. 1. Концептуальна модель управління проектами БЕ СВС

Враховуючи, що процес руху зацікавлених сторін проектів БЕ СВС характеризується такими динамічними параметрами, як щільність « D », швидкість « V », кількість користувачів « N », геометричні параметри сходів « M », напрямки руху « S », архітектура споруди « A », довжина евакуаційного маршруту « L », психологічний стан користувачів « E » та інформаційне забезпечення користувачів « I » тощо, цільову функцію потоку зацікавлених сторін проектів при евакуації із СВС у безпечну зону можна показати у вигляді кортежу:

$$F(x) = \langle D, V, N, M, S, A, L, E, I, O, P, HC \rangle, \quad (1)$$

де: O – природні умови, P – рівень проведення спортивних змагань територіальний, державний, міжнародний), HC – тип надзвичайної ситуації.

Реалізація проектів БЕ СВС у дисертації представлена як робота технологічної лінії евакуаційних шляхів руху зацікавлених сторін з секторів у безпечну зону при виникненні HC . Для визначення часу роботи такої лінії необхідний математичний апарат за допомогою якого можна описати рух зацікавлених сторін в часі. Проведений аналіз існуючих математичних моделей, що описують рух потоків людей на об'єктах масового їх перебування показав, що потік людей на СВС видозмінюється і його математичний опис вимагає синтезу декількох математичних моделей. Встановлено, що для проведення розрахунку часу евакуації зацікавлених сторін проектів із секторів на променаді найбільш оптимальним є використання аналітичної моделі, що враховує топологію руху людського потоку, а з променаді в безпечну зону – моделі індивідуально-потокового руху людини в складі потоку, яка показана у вигляді модифікованої функції Ерланга. Граф-схему вдосконаленого методу розрахунку часу зацікавлених сторін проектів із СВС, що враховує топологію евакуаційних шляхів показано на рис. 2. Запропоновано метод обчислення часу в проектах БЕ СВС, в якому в ролі інформаційної бази використані деякі результати проведених експериментальних досліджень у МНС Російської Федерації (див. «Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности» приложение к приказу МЧС России от 30.06.09 г. № 382).

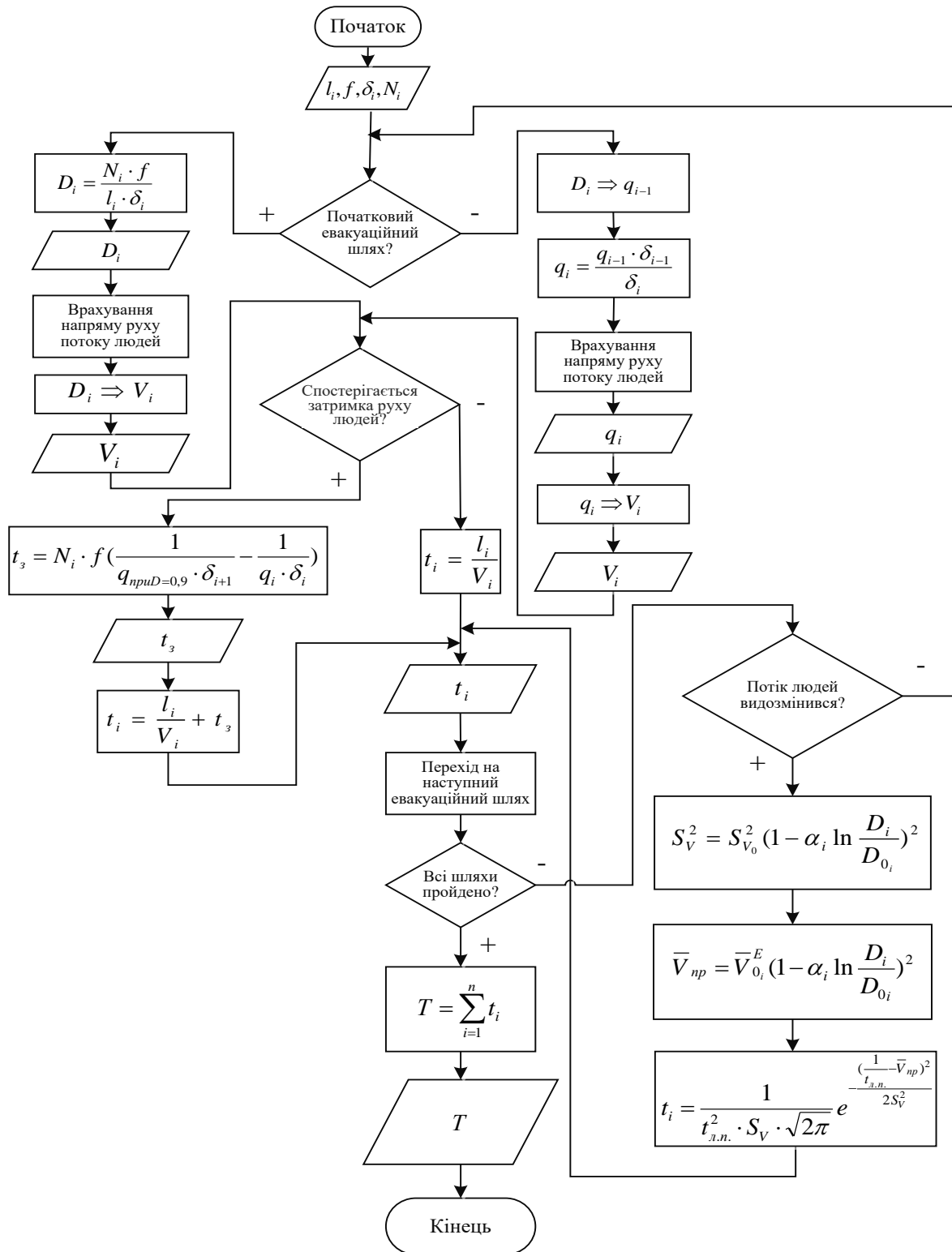


Рис. 2. Граф-схема алгоритму вдосконаленого методу проведення розрахунку часу евакуації зацікавлених сторін проектів із СВС,

де: N_i – кількість зацікавлених сторін проектів на початковій ділянці евакуаційного шляху, ос.;

f – площа горизонтальної проекції людини (зацікавленої сторони проекту БЕ СВС), значення якої, відповідно до рекомендацій УЄФА, приймають $0,25 \text{ м}^2/\text{м}^2$;

D_i – щільність руху зацікавлених сторін проектів у потоці на i -й ділянці евакуаційного шляху, ос./ м^2 ;

l_i – довжина i -ї ділянки евакуаційного шляху;

V_i – значення швидкості руху потоку зацікавлених сторін проектів на i -й ділянці евакуаційного шляху, м/хв.;

t_i – час руху потоку зацікавлених сторін проектів на i -ій ділянці евакуаційного шляху, хв.;

δ_i, δ_{i-1} – ширина розглянутої i -ї і попередньої ($i - 1$) ділянок евакуаційного шляху, м;

q_i, q_{i-1} – інтенсивності руху потоку зацікавлених сторін проектів БЕ СВС на розглянутій i -й та попередній ($i - 1$) ділянках евакуаційного шляху, м/хв.;

t_3 – затримка в часі на окремих ділянках евакуаційного шляху, с.;

T – сумарний час реалізації проектів БЕ СВС, с.;

S_v – дисперсія випадкової величини;

$t_{л.л.}$ – інтервал часу, що описує зміну розташування зацікавленої сторони проекту (людини) в потоці, с.;

\bar{V}_{np} – швидкість руху потоку зацікавлених сторін на променаді, м/хв.;

\bar{V}_{oi}^E – випадкова величина швидкості вільного руху, що залежить від виду шляху та рівня емоційного стану E людей;

α_i – коефіцієнт, який визначає степінь впливу щільності потоку зацікавлених сторін проектів при русі по i -й ділянці евакуаційного шляху;

D_{oi} – порогове значення щільності потоку зацікавлених сторін проектів, при досягненні якого щільність перетворюється у фактор, який впливає на швидкість руху. Значення $\bar{V}_{oi}^E, \alpha_i, D_{oi}$ – загальновідомі дані, визначені внаслідок багатократних натуральних спостережень.

У **третьому розділі** розглянуто методологічні засади щодо управління проектами БЕ СВС на основі використання методу критичного шляху, де оптимізаційний синтез евакуаційного маршруту зацікавлених сторін розглянуто як топологічну схему технологічної лінії, а сам евакуаційний шлях розбито на окремі частини. За допомогою імовірного методу та оптимізаційного синтезу гнучких технологічних ліній розроблено топологічні моделі управління зацікавленими сторонами та часом у проектах БЕ СВС на прикладі стадіону «Арена Львів», які показані на рис. 3-6.

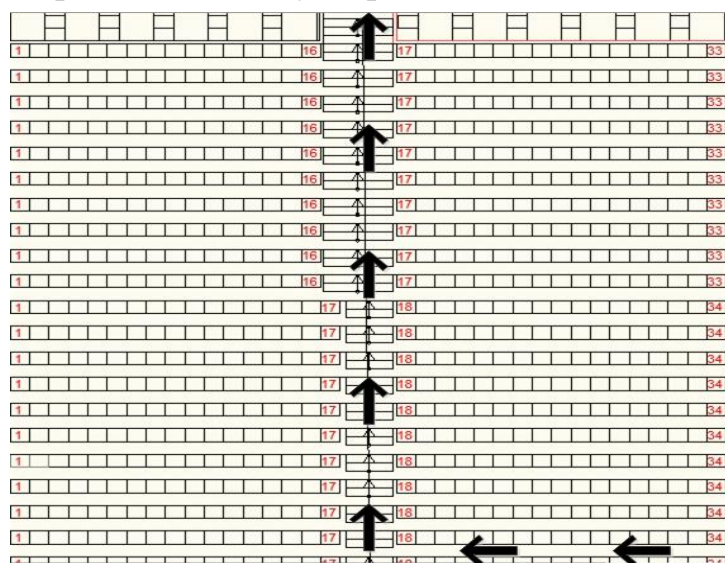


Рис. 3. План-схема виходу із найбільш заповненого людьми сектору СВС нижнього ярусу в безпечну зону,

де: \longrightarrow – напрям руху людей у секторі СВС при евакуації в безпечну зону.

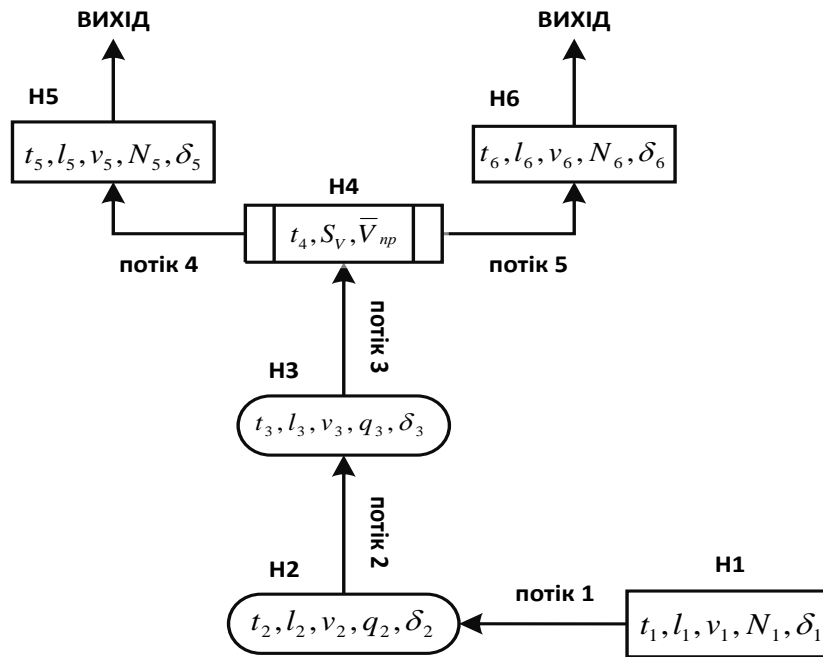


Рис. 4. Топологічна модель управління зацікавленими сторонами проектів із найбільш заповненого сектора нижнього ярусу СВС у безпечну зону,

де: N_1 – кількість користувачів проектів, які знаходяться у блоці Н1, ос.;
 Н1, ..., Н6 – блоки топологічної схеми технологічної лінії евакуації зацікавлених сторін проектів із нижнього сектора стадіону в безпечну зону.

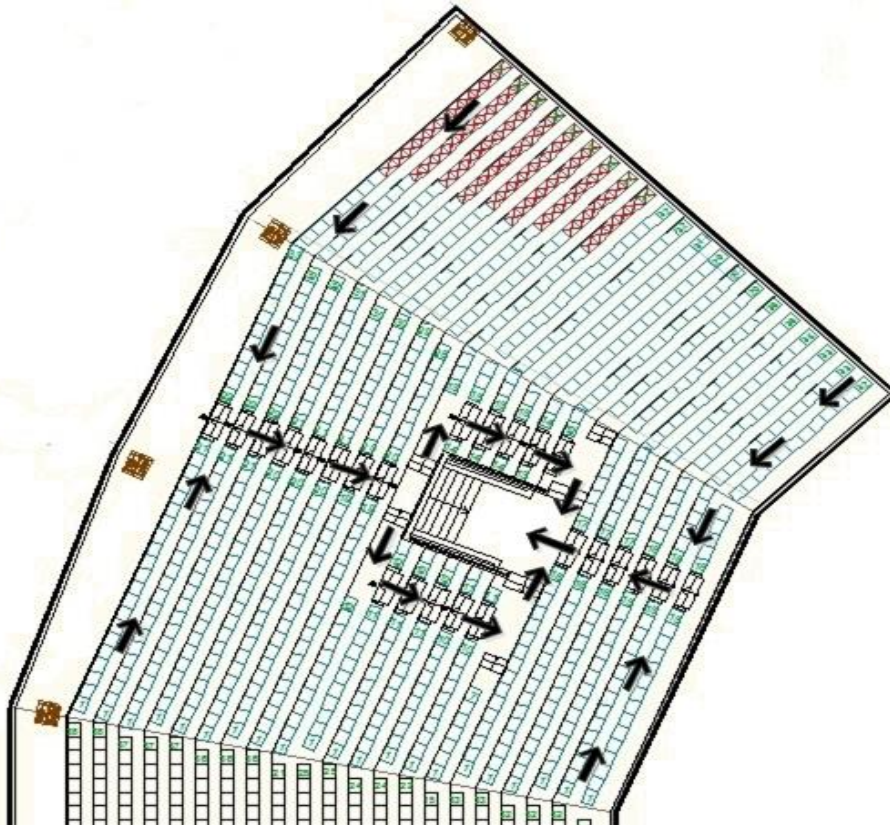


Рис. 5. План-схема виходу із найбільш заповненого людьми сектора СВС верхнього ярусу в безпечну зону

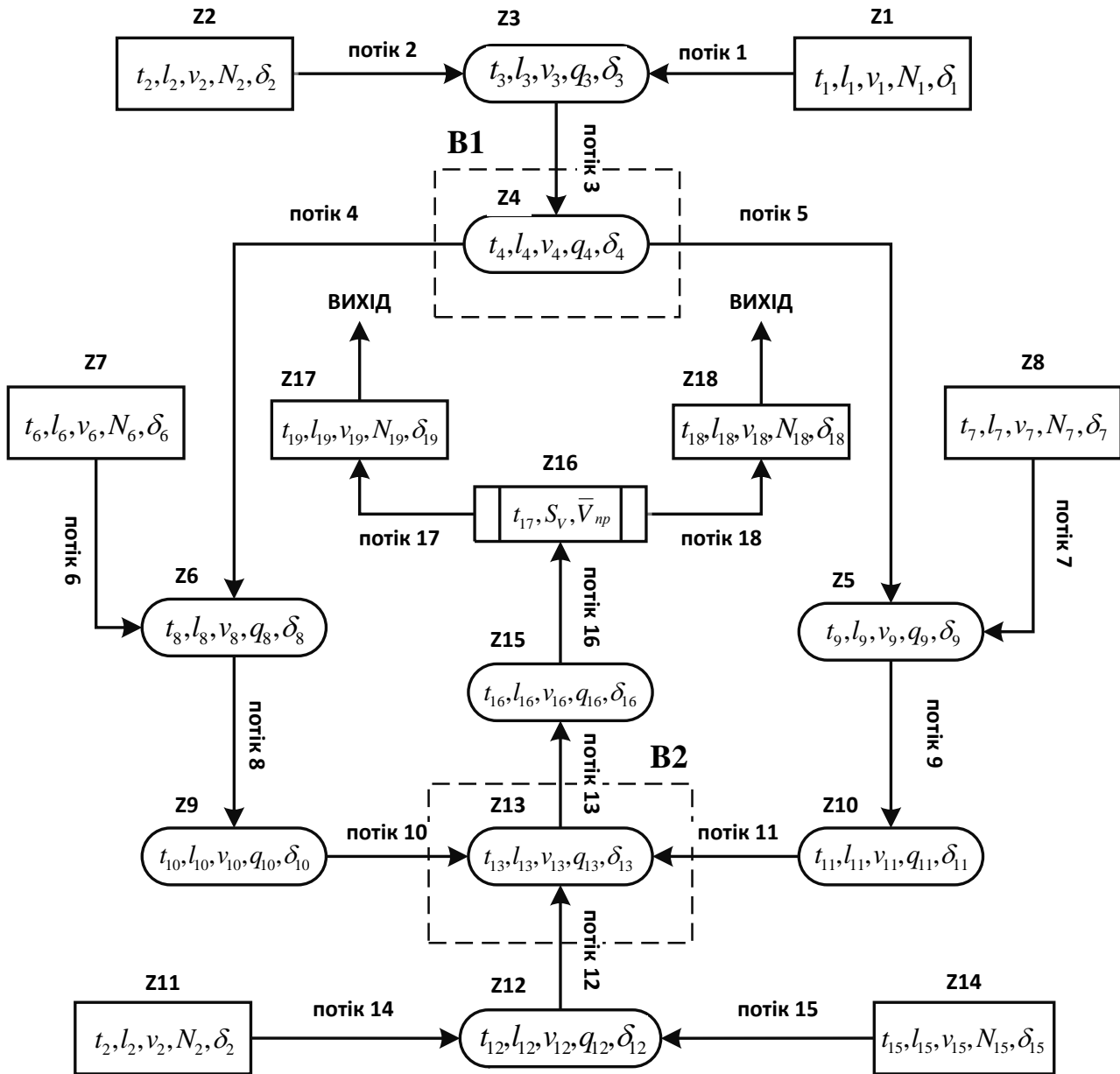


Рис. 6. Топологічна модель управління зацікавленими сторонами проектів із найбільш заповненого сектора верхнього ярусу СВС у безпечну зону,

де: Z1, ..., Z18 – блоки топологічної схеми технологічної лінії евакуації зацікавлених сторін проектів БЕ СВС із верхнього ярусу в безпечну зону;

B1 – критична зона розгалуження потоку зацікавлених сторін при евакуації;

B2 – критична зона об'єднання потоку зацікавлених сторін при евакуації. Зони B1 і B2 потребують особливої уваги при евакуації людей.

На основі проведеного аналізу запропонованих топологічних моделей управління часом в проектах БЕ СВС, виявлено критичні шляхи, «вузькі» місця та буферні зони.

Оскільки евакуація зацікавлених сторін відбувається в жорстких часових рамках, то основним критерієм оптимізації проектів БЕ СВС є загальний час їх

евакуації у безпечну зону. Основою успішної реалізації проектів БЕ СВС є мінімізація часу виведення зацікавлених сторін при виникненні НС із місця де вони перебувають. Такі ж вимоги ставляться і до часу t_i виконання i -ої технологічної операції – евакуації користувачів проектів із окремої ділянки СВС. Для того, щоб визначити загальний час T роботи технологічної лінії (окремого проекту), недостатньо мати всю множину часів роботи окремих технологічних операцій, що проводяться в блоках топологічної лінії, оскільки евакуація людей із СВС проводиться одночасно з усіх секторів та приміщень. Тому необхідно проаналізувати топологію зв'язків між блоками лінії та вибрати ті, які є взаємопов'язані між собою та утворюють послідовність з'єднання, описуючи процес реалізації проекту БЕ СВС від початку до завершення.

Для споруд з масовим перебуванням людей, до яких належать СВС, характерно те, що часто спостерігається затримка руху t_3 , при виникненні НС, потоків зацікавлених сторін, що в нашому випадку у технологічній лінії представлена як окрема технологічна операція. Тому евакуаційний рух людей по СВС повинен бути спланований так, щоб уникнути затримок руху на евакуаційних шляхах або максимально їх мінімізувати в часі.

Ще одним достатньо важливим критерієм оптимізації проектів, що розглядаються, є кількість зацікавлених сторін проектів N в потоці. Це зумовлено тим, що швидкість руху потоку зацікавлених сторін визначається залежно від значення його щільності, яке в свою чергу визначається у відповідності до їх кількості. В результаті впливає, що зменшення часу реалізації проектів БЕ СВС можна досягти, скоротивши кількість глядацьких місць на трибунах споруди. У такому випадку кількість зацікавлених сторін N_i , на окремій евакуаційній ділянці формуватиме потік меншої щільності, що забезпечить вищу швидкість руху, яка, в свою чергу, зменшить значення часу евакуації.

Оскільки в процесі оптимізації потрібно враховувати всі три критерії, то отримаємо залежність

$$\{t_i, t_3, N_i\}_{\forall i(i=1..n-1..n)} \xrightarrow{\Pi} \{T, T_3, N_{заг}\} \rightarrow \min \quad (2)$$

де: t_i – час виконання деякої «елементарної» операції (визначення часу руху потоку зацікавлених сторін на окремій евакуаційній ділянці);

N_i – кількість зацікавлених сторін на окремих ділянках евакуаційного шляху;

T_3 – сумарна часова затримка руху зацікавлених сторін на всіх ділянках евакуаційного шляху;

$N_{заг}$ – загальна кількість зацікавлених сторін проектів БЕ СВС.

Враховуючи взаємозв'язок між визначеними критеріями оптимізації, в подальшому брався до уваги найважливіший для проектів БЕ СВС – загальний час їх реалізації T .

Використовуючи методи критичного шляху та PERT, запропоновано граф-схему алгоритму оптимізації часу в проектах БЕ СВС (рис. 7), в якій окремий проект розглянуто як топологічну схему технологічної лінії процесу евакуації (ТЛПЕ).

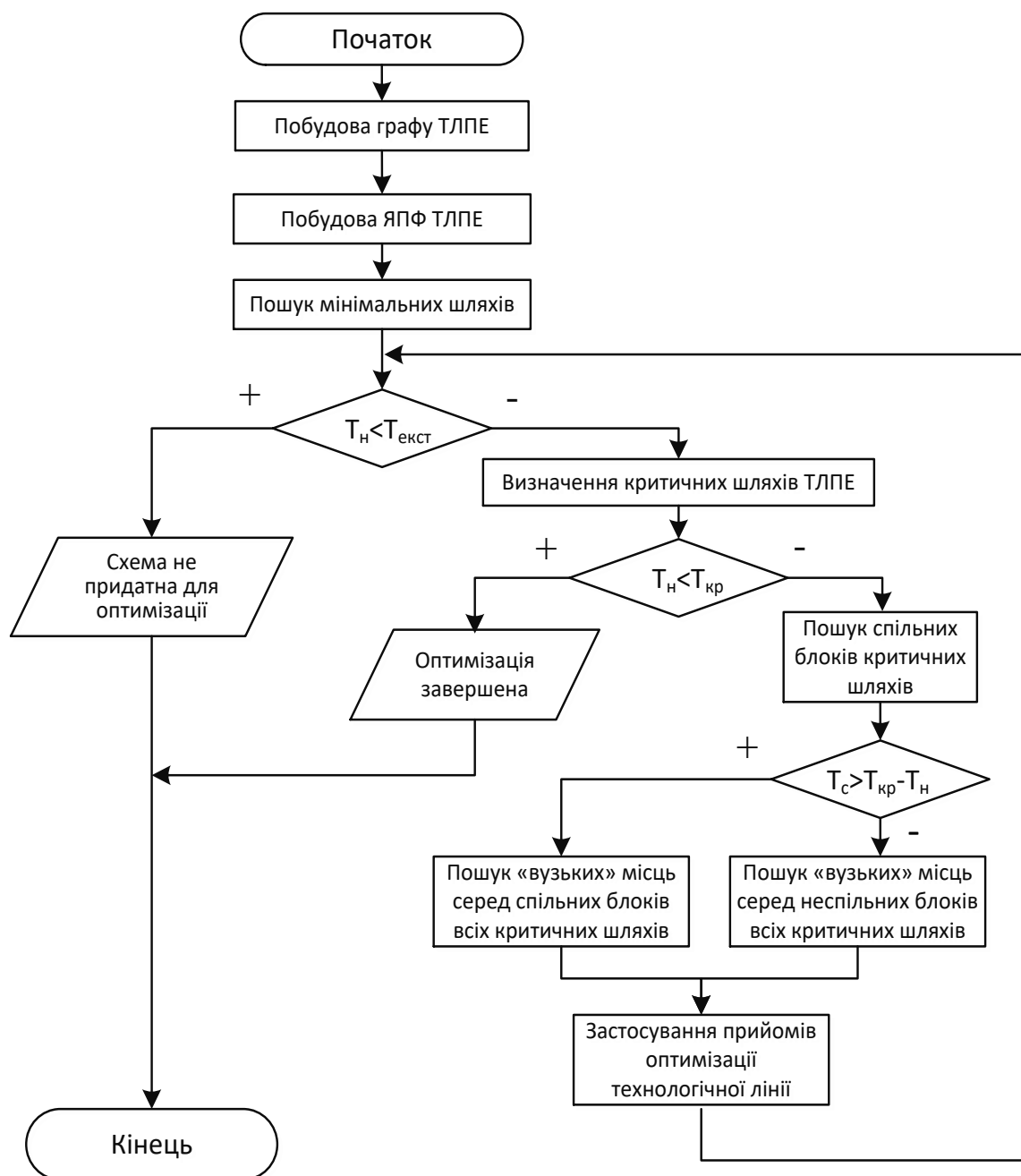


Рис. 7. Граф-схема алгоритму оптимізації часу в проектах БЕ СВС, де: T_n – нормований час роботи ТЛПЕ (становить не більше 8 хв.); $T_{екс.}$ – час роботи ТЛПЕ за екстремальним шляхом; $T_{кр.}$ – критичний час роботи ТЛПЕ; T_c – сумарний час роботи спільних блоків ТЛПЕ; $T_{кр} - T_n$ – різниця значень критичного та нормованого часів роботи ТЛПЕ; ЯПФ – ярусно-паралельна форма.

Суть пошуку критичних шляхів полягає у визначенні підмножини блоків, час виконання технологічних операцій яких є найбільшим серед інших підмножин блоків ТЛПЕ.

У результаті обчислення часу роботи ТЛПЕ (див. рис. 2 та рис. 3) отримано наступні результати: із найбільш заповнених секторів СВС «Арена Львів» є такі підмножини блоків

- для сектора верхнього ярусу:
- $$\begin{aligned}
 S_1 &\rightarrow \{Z1, Z3, Z4, Z5, Z10, Z13, Z15, Z16, Z17\} \\
 S_2 &\rightarrow \{Z1, Z3, Z4, Z5, Z10, Z13, Z15, Z16, Z18\} \\
 S_3 &\rightarrow \{Z1, Z3, Z4, Z6, Z9, Z13, Z15, Z16, Z17\} \\
 S_4 &\rightarrow \{Z1, Z3, Z4, Z6, Z9, Z13, Z15, Z16, Z18\} \\
 S_5 &\rightarrow \{Z2, Z3, Z4, Z5, Z10, Z13, Z15, Z16, Z17\} \\
 S_6 &\rightarrow \{Z2, Z3, Z4, Z5, Z10, Z13, Z15, Z16, Z18\} \\
 S_7 &\rightarrow \{Z2, Z3, Z4, Z6, Z9, Z13, Z15, Z16, Z17\} \\
 S_8 &\rightarrow \{Z2, Z3, Z4, Z6, Z9, Z13, Z15, Z16, Z18\} \\
 S_9 &\rightarrow \{Z7, Z6, Z9, Z13, Z15, Z16, Z17\} \\
 S_{10} &\rightarrow \{Z7, Z6, Z9, Z13, Z15, Z16, Z18\} \\
 S_{11} &\rightarrow \{Z8, Z5, Z10, Z13, Z15, Z16, Z17\} \\
 S_{12} &\rightarrow \{Z8, Z5, Z10, Z13, Z15, Z16, Z18\} \\
 S_{13} &\rightarrow \{Z14, Z12, Z13, Z15, Z16, Z17\} \\
 S_{14} &\rightarrow \{Z14, Z12, Z13, Z15, Z16, Z18\} \\
 S_{15} &\rightarrow \{Z11, Z12, Z13, Z15, Z16, Z17\} \\
 S_{16} &\rightarrow \{Z11, Z12, Z13, Z15, Z16, Z18\}
 \end{aligned}
 \tag{3}$$
- для сектора нижнього ярусу:
- $$\begin{aligned}
 S_{17} &\rightarrow \{H1, H2, H3, H4, H5\} \\
 S_{18} &\rightarrow \{H1, H2, H3, H4, H6\}
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

Крім того «вузьким» місцем критичного шляху є блоки з найбільшим значенням часу роботи, до яких саме потрібно застосовувати прийоми дублювання, розпаралелювання або конвеєризації з метою оптимізації часу в проектах БЕ СВС. Складність розв'язку задачі визначення «вузького» місця буде залежати від кількості критичних зв'язків та наявності у них спільних блоків. Процес оптимізації проводиться доти, доки значення часу проходження критичного шляху не буде меншим ніж 8 хв.

У четвертому розділі описано процес проведення розрахунку часу реалізації проектів БЕ СВС. Розроблені автором моделі управління зацікавленими сторонами, методу проведення розрахунку часу та методу оптимізації проектів БЕ СВС використані при розробці авторським колективом програмного комплексу «ТО-ПАЛ-ЕВАКАС 1.0», який здійснює автоматизацію проведення розрахунку часу реалізації проектів БЕ СВС «Арена Львів». Розрахунок часу реалізації проектів у програмі проводиться за найбільш заповненими людьми секторами верхнього та нижнього ярусів стадіону. Програма враховує, що евакуаційний шлях із стадіону розбито на окремі частини (блоки) і проводить автоматичне обчислення часу виконання технологічних операцій на окремій ділянці, що враховує топологію евакуаційних шляхів і створює можливість визначити критичні шляхи та провести оптимізацію часу реалізації проектів БЕ СВС. Структурна схема реалізації програмного продукту показана на рис. 8.

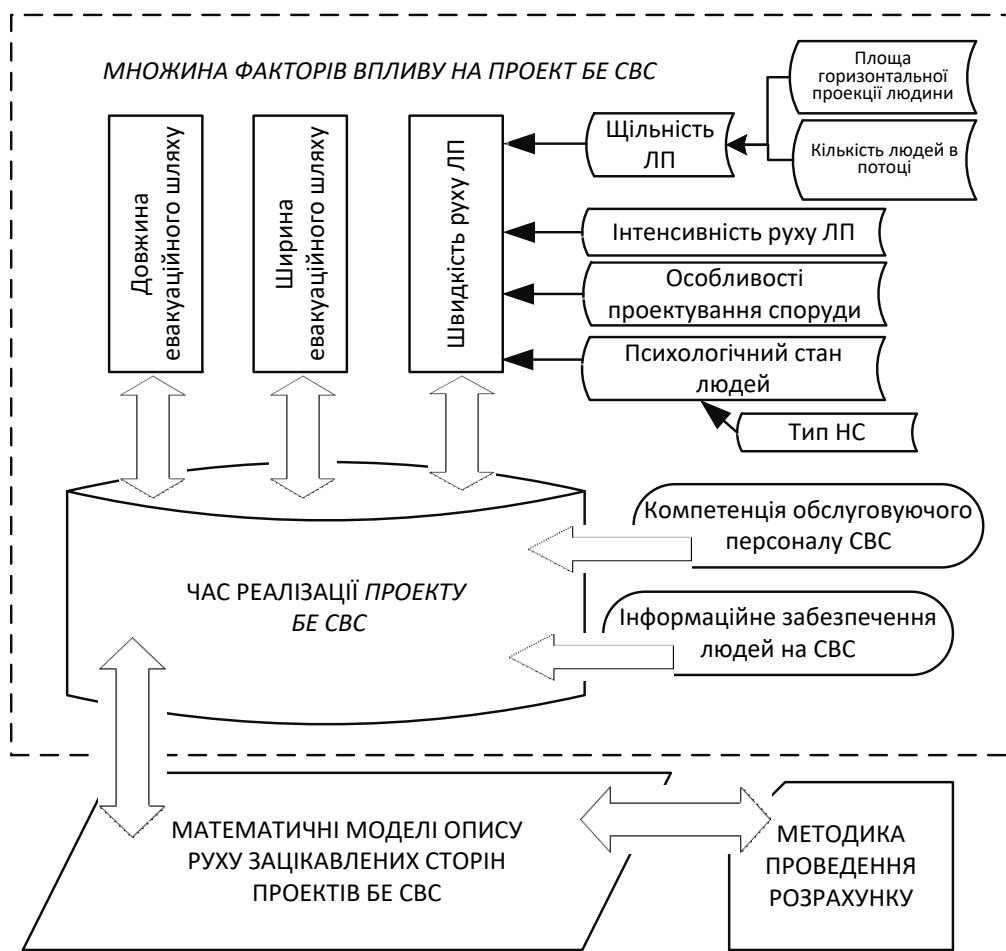


Рис. 8. Структурна схема створення програмного продукту для проведення розрахунку часу реалізації проектів БЕ СВС

Результатами роботи програми є визначений час евакуації зацікавлених сторін проектів БЕ СВС в безпечну зону при виникненні НС, а також можливість перевірити здатність евакуаційної системи пропустити максимально заплановану кількість людей протягом нормованого часу.

У процесі проведених за допомогою програми «ТОПАЛ-ЕВАКАС 1.0» обчислень встановлено:

- сумарний час евакуації зацікавлених сторін проектів із найбільш заповненого сектора верхнього ярусу СВС «Арена Львів» у безпечну зону

$$T_{ев.}^1 = 390 \text{ с.} = 6,5 \text{ хв.}$$

- сумарний час евакуації зацікавлених сторін проектів із найбільш заповненого сектора нижнього ярусу СВС «Арена Львів» у безпечну зону

$$T_{ев.}^2 = 474 \text{ с.} = 7,9 \text{ хв.}$$

Апробація розроблених моделей і методів управління проектами БЕ СВС підтвердила їх дієвість для підвищення рівня безпеки людей на спорудах даного типу в умовах виникнення НС. Зокрема, на основі отриманих даних проведено оптимізацію часу проектів БЕ СВС «Арена Львів» при виникненні НС шляхом визначення оптимальних маршрутів руху зацікавлених сторін (див. рис. 9).

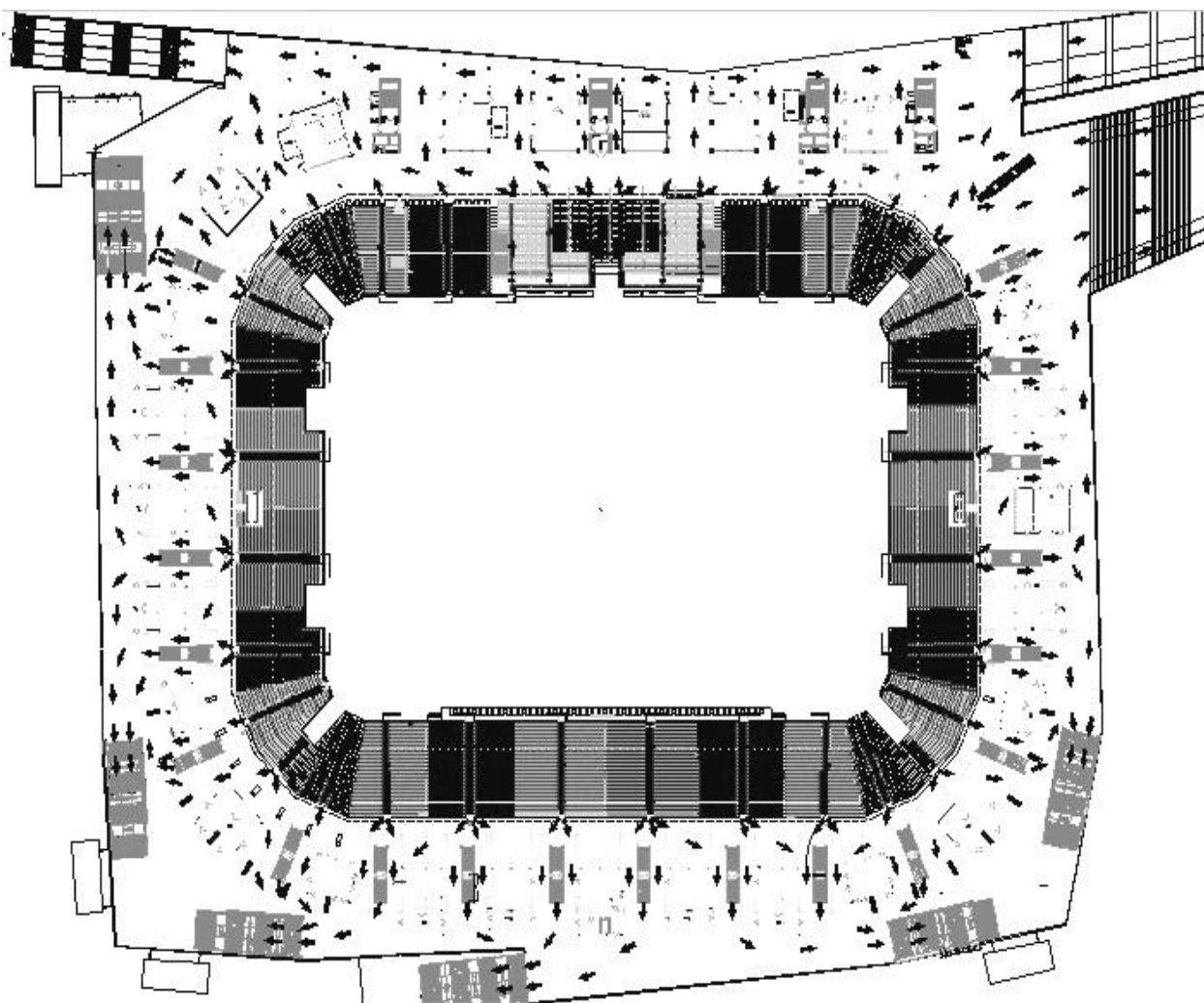


Рис. 9. Оптимізована схема руху зацікавлених сторін проектів БЕ СВС «Арена Львів»

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі вирішена науково-прикладна задача розробки моделей та методів управління зацікавленими сторонами та часом в проектах БЕ СВС в умовах НС. Основні наукові результати дослідження підтверджують досягнення мети дослідження. Це дає підставу зробити такі висновки.

1. Проведений аналіз світового досвіду управління проектами БЕ СВС встановив, що в основі забезпечення безпеки людей у споруді є створення безпечних умов для проведення своєчасної евакуації людей, оскільки на ранніх стадіях розвитку НС виникає найменша кількість небезпечних факторів для життя та здоров'я людей. Реалізація проектів БЕ СВС відповідно до сучасних вимог забезпечує безпечні та комфортні умови перебування людей у споруді.

2. Аналіз існуючих моделей та методів управління проектами БЕ СВС засвідчив, що ключовим параметрам успішної реалізації проектів БЕ СВС є час евакуації зацікавлених сторін у безпечну зону, який залежить від їх кількості, геометричних параметрів евакуаційної системи, компетентності персоналу та унікальності проектування споруди.

3. Розроблено топологічні моделі управління зацікавленими сторонами проектів БЕ СВС, які характеризують рух потоків людей, здійснюють управління ними та побудовані на основі використання методу топологічного аналізу, методу PERT та синтезу гнучких технологічних ліній маршрутизації евакуаційних шляхів.

4. Розроблено метод проведення розрахунку часу реалізації проектів БЕ СВС шляхом синтезу математичних моделей, які описують рух зацікавлених сторін проектів під час евакуації протягом усього евакуаційного шляху та на різних евакуаційних ділянках споруди. Цей метод, на відміну від існуючих, може забезпечити пошук критичних шляхів і «вузьких» місць, розвантажити їх, виконати перерозподіл потоків зацікавлених сторін проектів та враховувати зміну різних видів їх руху.

5. Запропоновано схему проведення розрахунку часу реалізації проектів БЕ СВС із використанням програмного продукту «ТОПАЛ-ЕВАКАС 1.0», що дозволяє реалізувати динамічну презентацію всього процесу евакуації в умовах НС.

6. Удосконалено метод проведення оптимізації проектів БЕ СВС, який, на відміну від існуючих, дозволяє забезпечити своєчасну евакуацію людей із додатковим залученням техніки та особового складу рятувальних служб у безпечну зону при виникненні НС та, використовуючи результати проведених попередньо розрахунків часу реалізації таких проектів, визначити буферні зони.

7. Отримала подальший розвиток класифікація проектів БЕ СВС за параметрами безпеки, класифікаційними ознаками та об'єктами, яка має деревоподібну будову та створює умови для використання системного підходу до оперативного відбору достовірної інформації, що, як результат, забезпечує раціональність використання матеріальних, інформаційних, людських, фінансових ресурсів тощо, внаслідок чого розв'язується задача мінімізації витрат, рентабельності та прогнозування стану СВС під час реалізації проектів спортивно-видовищного характеру різного рівня (територіального, державного, міжнародного значення).

8. Оптимізація часової характеристики проектів БЕ СВС забезпечила створення умов для практичного використання пожежної та аварійно-рятувальної техніки на ранніх стадіях розвитку пожежі чи надзвичайної ситуації, в результаті чого підвищується ефективність діяльності рятувальної служби, рівень безпеки споруди. Оптимізація визначила також місця розташування «знаків навігації», буферних зон, що в сукупності дозволяє забезпечити повну евакуацію людей зі стадіону в межах 8 хвилин відповідно до світових вимог та рекомендацій.

9. Результати дисертаційного дослідження поповнюють методологічну базу управління проектами новими науковими положеннями, розширюють термінологічно-понятійну базу. Наукові положення, висновки, рекомендації дисертаційної роботи впровадженні в практику управління проектами БЕ стадіону «Арена Львів» та використовуються в навчальному процесі Львівського державного університету безпеки життєдіяльності.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Івануса А. І. Підходи управління проектом безпечної евакуації людей на стадіонах в умовах надзвичайних ситуацій / А. І. Івануса, Ю. П. Рак // Східно-європейський журнал передових технологій. – 2013. – №1/10 (61). – Ч.3. – С. 145-147.
2. Івануса А. І. Моделі проектів управління людськими потоками безпечної евакуації із спортивно-видовищних споруд (на прикладі стадіону «Арена Львів») / А. І. Івануса, Ю. П. Рак // Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. – 2012. – №6. – Ч.1. – С. 62-66.
3. Рак Ю. П. Проектно-орієнтовані принципи побудови класифікаційної моделі спортивно-видовищних споруд / Ю. П. Рак, О. Б. Зачко, А. І. Івануса // Управління проектами та розвиток виробництва. – 2011. – № 1(37). – С. 14-20.
4. Information technologies in strategic management of vital activity safety project portfolios / Yu. P. Rak, V. V. Kovalyshyn, O. B. Zachko, I. G. Varabash, A. I. Ivanusa // Східно-європейський журнал передових технологій. – 2011. – №1/5(49). – С. 42-44.
5. Рак Ю. П. Забезпечення умов пожежної безпеки при експлуатації спортивно-видовищних споруд на концептуальній стадії життєвого циклу проекту / Ю. П. Рак, О. Б. Зачко, С. Ю. Дмитровський, А. І. Івануса // Пожежна безпека. – 2011. – № 18. – С. 51-57.
6. Івануса А. І. Проектна стратегія забезпечення безпеки при проведенні міжнародних спортивних змагань / А. І. Івануса, Ю. П. Рак // Управління проектами та програмами в умовах глобалізації світової економіки: тези доповідей X Міжнар. конф. "Управління проектами у розвитку суспільства". – К. : КНУБА, 2013. – С. 97-99.
7. Рак Ю. П. Управління ризиком проектування стадіонів до Євро-2012 на концептуальній стадії життєвого циклу проекту / Ю. П. Рак, О. Б. Зачко, А. І. Івануса // Управління програмами приватно-державного партнерства з метою стабілізації розвитку України : тези доповідей VIII Міжнар. конф. "Управління проектами у розвитку суспільства". – К. : КНУБА, 2011. – С. 180-181.
8. Рак Ю. П. Проектно-орієнтований підхід розрахунку часу безпечної евакуації людей із спортивно-видовищних споруд / Ю. П. Рак, О. Б. Зачко, А. І. Івануса // Управління проектами: стан та перспективи. Матер. VII Міжнар. наук.-практ. конф. – Миколаїв : НУК ім. адмірала Макарова, 2011. – С. 264-267.
9. Рак Ю. П. Інноваційні інструменти управління проектом безпечної евакуації людей із спортивно-видовищних споруд (на прикладі львівського стадіону до Євро 2012) / Ю. П. Рак, О. Б. Зачко, А. І. Івануса, В. Б. Федан / Сучасні інформаційні технології в економіці і управлінні підприємствами, програмами і проектами : тези доп. IX Міжнар. наук.-практ. конф. – Харків : НАУ ім. Н.С. Жуковського «ХАІ», 2011. – С. 121-123.
10. Rak Y. P. Minimizing of the risk of the project construction of the stadium at the conceptual stage of project life cycle / Y. P. Rak, O. B. Zachko, A. I. Ivanusa, D. S. Kobylkin // Ділове та публічне адміністрування : матер. II-ої Міжнар. конф. – Луганськ : СНУ ім. В. Даля, 2012. – С. 237-240.

11. Рак Ю. П. Информационные технологии управления проектом безопасной эвакуации из сооружений массового скопления людей / Ю. П. Рак, М. В. Черкаський, А. І. Івануса // Управління програмами приватно-державного партнерства з метою стабілізації розвитку України : зб. тез ІХ Міжнар. конф. «Управління проектами у розвитку суспільства». – К. : КНУБА, 2012. – С. 179-181.

12. Рак Ю. П. К проблемам моделирования процесса реализации проектно-методики эвакуации людского потока / Ю. П. Рак, О. Б. Зачко, А. И. Ивануса // Чрезвычайные ситуации : теория, практика, инновации : матер. Междун. научн.-практ. конф. – Гомель, 2012. – С. 109-111.

13. Рак Ю. П. Проектно-орієнтоване управління та комфортність реалізації проекту проведення міжнародних спортивних змагань / Ю. П. Рак, А. І. Івануса, В. І. Вербний // Управління проектами : стан та перспективи : матер. VIII-ої Міжнар. наук.-практ. конф. – Миколаїв : НУК, 2012. – С. 165-167.

14. Рак Ю. П. Дослідження фізичних та якісних факторів впливу ефективною реалізації проектів систем спортивно-видовищного типу / Ю. П. Рак, О. Б. Зачко, А. І. Івануса, В. І. Вербний / Сучасні інформаційні технології в економіці і управлінні підприємствами, програмами і проектами: тези доп. X Міжнар. наук.-практ. конф. – Харків : ХАІ, 2012. – С. 187-189.

АНОТАЦІЯ

Івануса А.І. Методи та моделі управління проектами безпечної експлуатації спортивно-видовищних споруд. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.22 – управління проектами та програмами. – Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Львів, 2013.

Розроблено моделі та методи оптимізації проектів безпечної експлуатації спортивно-видовищних споруд (БЕ СВС) з метою забезпечення своєчасної та безпечної евакуації зацікавлених сторін проектів у безпечну зону в умовах виникнення НС.

Науковими результатами дослідження є: топологічні моделі управління зацікавленими сторонами проектів безпечної експлуатації спортивно-видовищних споруд (СВС); метод проведення розрахунку часу евакуації людей, який, на відміну від існуючих, враховує топологію зміни виду руху потоків зацікавлених сторін проектів, забезпечує пошук критичних шляхів, буферних зон та ідентифікує «вузькі» місця для мінімізації часу безпечної евакуації зацікавлених сторін проектів БЕ СВС; удосконалений метод оптимізації часу проектів БЕ СВС, який, на відміну від існуючих, дозволяє забезпечити своєчасну евакуацію зацікавлених сторін у безпечну зону при виникненні надзвичайної ситуації; розвинуто класифікацію проектів БЕ СВС за рахунок введення нової ознаки – параметри безпеки.

Результати роботи реалізовано у вигляді програмного забезпечення і використано з метою підвищення рівня безпеки людей на спортивно-видовищній споруді «Арена Львів».

Ключові слова: проект, модель, метод, спортивно-видовищні споруди, безпека, зацікавлені сторони, евакуація, надзвичайні ситуації.

АННОТАЦИЯ

Ивануса А.И. Методы и модели управления проектами безопасной эксплуатации спортивно-зрелищных сооружений. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.22 - управление проектами и программами. – Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности, Львов 2013.

Разработаны модели и методы оптимизации проектов безопасной эксплуатации спортивно-зрелищных сооружений с целью обеспечения своевременной и безопасной эвакуации заинтересованных лиц проектов в безопасную зону в условиях возникновения чрезвычайной ситуации.

В работе проведен анализ мирового опыта управления проектами безопасной эксплуатации спортивно-зрелищных сооружений, в результате которого установлено, что в основе обеспечения безопасности людей на сооружениях с массовым их скоплением является создание безопасных условий для проведения своевременной эвакуации людей при возникновении чрезвычайной ситуации, поскольку на ранних стадиях ее развития возникает незначительное количество факторов, опасных для жизни и здоровья людей. В результате анализа существующих современных моделей и методов управления проектами безопасной эксплуатации спортивно-зрелищных сооружений установлено, что ключевыми параметрами успешной реализации таких проектов являются время эвакуации заинтересованных сторон в безопасную зону, которое зависит от таких факторов, как количество пользователей проектов, геометрические параметры эвакуационной системы и уникальность проектирования сооружения.

Научными результатами исследований являются топологические модели управления заинтересованными сторонами проектов безопасной эксплуатации спортивно-зрелищных сооружений, характеризующих движение пользователей проектов и осуществляют управление ими, которые построены на основе использования метода топологического анализа и синтеза гибких технологических линий; метод, позволяющий провести расчет времени реализации проектов безопасной эксплуатации спортивно-зрелищных сооружений путем синтеза математических моделей, описывающих движение человеческих потоков при эвакуации на отдельных эвакуационных участках сооружения и который, в отличие от существующих, учитывает топологию изменения вида потоков заинтересованных сторон проектов; усовершенствованный метод проведения оптимизации проектов безопасной эксплуатации спортивно-зрелищных сооружений, который, в отличие от существующих, позволяет обеспечить своевременную эвакуацию людей в безопасную зону при возникновении чрезвычайной ситуации на основе использования результатов проведенных расчетов времени реализации таких проектов; расширено классификацию проектов безопасной эксплуатации спортивно-зрелищных сооружений по параметрам безопасности, что позволяет использовать системный подход в оперативном отборе достоверной информации, и, как результат, обеспечивает рациональность использования материальных, информационных, человеческих, финансовых ресурсов и т.п. В результате этого решается задача минимизации расходов, рентабельности и прогнозирования состояния сооружения при реализации проектов спортивно-зрелищного характера.

Результаты работы внедрены в виде программного обеспечения и использованы с целью повышения уровня безопасности людей на спортивно-зрелищном сооружении «Арена Львов».

Ключевые слова: проект, модель, метод, спортивно-зрелищные сооружения, безопасность, заинтересованные лица, эвакуация, чрезвычайные ситуации.

ANNOTATION

Ivanusa A.I. Models and methods of safe operation project management of sports and entertainment facilities. – According to manuscript.

Dissertation for degree of the Candidate of Technical Sciences, specialty 05.13.22 - project and program management. - Lviv State University of Vital Activity Safety, Lviv, 2013.

The models and methods of safe operation project optimization of sports and entertainment facilities were developed by author to ensure timely and safe evacuation of project's users to safe area in case of emergency.

The scientific results of the research are the following: topological models of safe operation project management of sports and entertainment facilities, a mathematical model calculating evacuation time, which takes into account the change of motion types of all people in project; improved method of safe operation project time optimization of sports facilities, which enables timely evacuation of people to safe area in case of emergency; an expanded project classification of safe operation of sports and entertainment facilities was developed by introduction of new features - safety settings.

The results were implemented in form of software and used to enhance people's safety at "Arena Lviv" sports and entertainment building.

Key words: project, model, method, sports and entertainment facilities, safety, project's users, evacuation, emergencies.

Підписано до друку 19.11.2013 р.
Друк різнограф.
Наклад 100 прим.

Формат 60x80/16
Ум. друк. арк. 1,0
Зам. № 26/2013
