

АВТОМАТИЗАЦІЯ ФОРМУВАННЯ ПРОТИПОЖЕЖНОЇ СИСТЕМИ НА ОСНОВІ МАТЕМАТИЧНИХ ТА ІМІТАЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ДИМУ

Створення і підтримка пожежної безпеки у житлових приміщеннях та на підприємствах відіграє надзвичайно важливу роль у житті людей. Наслідки пожеж не обмежуються суто матеріальними втратами, пов'язаними зі знищенням або пошкодженням основних виробничих та невиробничих фондів, товарно-матеріальних цінностей, особистого майна населення, витратами на ліквідацію пожежі та її наслідків, на компенсацію постраждалим і т. і. Найвідчутнішими, безперечно, є соціальні наслідки, які, передусім, пов'язуються з загибеллю і травмуванням людей, а також негативним впливом на їх фізичний та психологічний стан тощо.

Саме тому вкрай важливо попереджувати та запобігати виникненню пожеж, аніж ліквідувати їх наслідки, особливо якщо йдеться про людські життя. Організаційні та технічні заходи щодо запобігання пожежі та її поширення реалізуються ще на стадії проектування окремих об'єктів підприємств. При цьому заздалегідь вивчаються особливості технологічних процесів і об'єктів, можливі причини і джерела виникнення пожежі. Проте більшість відомих організаційних та технічних протипожежних засобів є недосконалими через відсутність можливості їх інтеграції у комплексну інтегральну систему протипожежної безпеки, а також через великий вплив людського фактору на етапі проектування системи.

Метою даної роботи є покращення стану протипожежної безпеки у будівлях за рахунок комплексного вирішення завдань аналізу, проектування, впровадження та підтримки систем протипожежної безпеки у рамках комплексної інтегральної системи пожежної безпеки. Пропонується автоматизувати та оптимізувати процес проектування відповідної системи з метою отримання оптимального розташування компонентів системи та виключення впливу людського фактору на етапі проектування системи, а також полегшити процес прийняття рішень на етапі моніторингу стану системи. У даній роботі вперше запропоновано підхід до створення комплексної інтегральної системи протипожежної безпеки, що базується на використанні результатів імітаційного моделювання ситуації пожежі на різних етапах створення та використання системи, та включає інтегровані засоби, інструменти та рішення для попереднього аналізу, проектування, запровадження та використання даної системи.

Розробка комплексної інтегральної системи протипожежної безпеки має враховувати потреби та побажання великого спектру зацікавлених споживачів, що насправді є неординарним завданням. Таким чином розроблювана система повинна задовольняти потреби споживачів у сфері протипожежної безпеки як на малих територіях (офіси, житлові приміщення), так на великих (багатоповерхові будівлі, величезні промислові цехи тощо). При створенні прототипу увага сфокусована на житлових об'єктах як на максимально поширених.

В ході проектування обрано модульний принцип побудови системи, який дозволить підключати додаткові компоненти системи для задоволення специфічних потреб споживачів. Такий принцип має наступні переваги порівняно з системами жорсткої структури:

- забезпечення гнучкості системи на етапі проектування через можливість підключення/вилучення додаткових модулів; як наслідок досягається максимальне співвідношення "ціна/потреба/якість";
- спрощення процедури монтування системи (модулі включаються за допомогою універсальних інтерфейсних рішень);
- процедура ремонту або модернізації системи є швидкою та економічно ефективною;
- можливість масштабування системи (досягається розширенням відповідних модулів);
- спрощення процедури інтеграції даної системи з іншими системами чи обладнанням.

Розглянемо та коротко опишемо складові комплексної інтегральної системи пожежної безпеки.

Центральний керуючий модуль забезпечує керування іншими модулями, підтримує прийняття рішень за допомогою алгоритмів аналізу рівню критичності ситуацій, тестування працездатності системи, визначення оптимального розміщення обладнання на етапі проектування системи. Модуль здійснює корегування поведінки та прийняття рішень при моніторингу стану пожежної безпеки за допомогою інтегрованої у систему математичної моделі поширення диму та вогню. **Модулі пожежної сигналізації** реалізують раннє виявлення пожежі та генерують сигнал тривоги відповідальним особам. **Модулі автоматичного пожежогасіння** гасять осередок спалаху за рахунок розпилення спеціальних речовин. **Модулі оповіщення та управління евакуаванням** здійснюють оповіщення людей, що знаходяться у споруді, з метою створення умов для їх своєчасного евакуування, вмикання евакуаційного освітлення та

світлових показників напрямку евакуації та передають по системі оповіщення про пожежу спеціально розроблені тексти, спрямовані на попередження паніки та інших явищ, спрямовуючи рух людей у необхідному напрямку. **Модулі димо- та тепловидалення** забезпечують видалення диму для безпечного евакуювання людей з приміщень споруди та сприяння проведенню пожежно-рятувальних робіт, для зниження теплового температурного навантаження на несучі конструкції споруди, для уповільнення поширення вогню та осідання летких продуктів згоряння. **Модулі централізованого протипожежного моніторингу** здійснюють цілодобовий нагляд за станом систем пожежної сигналізації, оповіщення про пожежу та управління евакуюванням людей і автоматичних систем пожежогасіння об'єктів - шляхом прийняття, оброблення і передавання тривожних сповіщень від цих систем та реагування на них. **Модулі підсистеми диспетчеризації протипожежного захисту** забезпечують графічне та текстове відображення інформації стану та зміни режимів роботи, дистанційне управління та моніторинг щодо всіх необхідних функцій системи протипожежного захисту і систем та устаткування, що не входять до складу системи протипожежного захисту, але пов'язані із забезпеченням безпеки людей на об'єкті. **Модуль керування пожежними ліфтами**, протипожежними клапанами, протипожежними дверима, воротами та завісами.

Запропоновано підхід до вирішення проблеми впливу людського фактору на етапі проектування системи за допомогою автоматизація і оптимізація процесу проектування, а саме отримання оптимального розташування компонентів системи, та полегшення прийняття рішень на етапі моніторингу стану пожежної безпеки за допомогою формування та корегування рівнів тривоги та протипожежних дій опираючись на передбачення темпів та напрямків поширення пожежі. Для цього виконується інтеграція у систему інструментів математичного моделювання поширення диму в будівлі, та проводиться імітаційне моделювання випадку пожежі у заданому приміщенні. Використовується програмне рішення математичного моделювання поширення диму FDS (Fire Dynamics Simulator), яка реалізує обчислювальну гідродинамічну модель (CFD) тепломасопереносу при горінні. FDS чисельно вирішує рівняння Нав'є-Стокса для низькошвидкісних температурно-залежних потоків, особлива увага приділяється поширенню диму і теплопередачі при пожежі. Основним алгоритмом є певна схема методу предиктора-коректора другого порядку точності по координатам і часу. Обчислення турбулентності виконується за допомогою моделі Смагоринського "Large eddy simulation" (LES). На всіх твердих поверхнях задаються теплові граничні умови та дані про горючості матеріалу. Тепло- та масоперенесення з поверхні і назад розраховується за допомогою емпіричних співвідношень.

Очікуваними перевагами при використанні вище описаної системи є:

- вдосконалена процедура побудови, встановлення, моніторингу та підтримки системи протипожежної безпеки будівлі за рахунок апріорного аналізу найімовірніших джерел спалаху пожежі;
- зменшення ролі людського фактору у проектуванні системи за рахунок імітаційного моделювання випадку пожежі та автоматизованого розрахунку оптимального розміщення пожежних і димових сповіщувачів та систем керування димовими потоками у відповідності із результатами моделювання та відповідно до нормативних документів;
- корегування та перенавчання протипожежної системи за допомогою зворотного зв'язку при реальній або навчальній ситуації виникнення пожежі;
- комплексне та узгоджене вирішення вище зазначених задач у рамках комплексної інтегральної системи.

Описана система може використовуватись як багатокomпонентна системи протипожежної безпеки будівлі. Ефективним є використання запропонованої системи як гнучкого інструменту проектування та побудови систем пожежної безпеки через комплексне вирішення завдань аналізу, проектування, впровадження та підтримки систем протипожежної безпеки у рамках комплексної інтегральної системи.