

Прогнозування наслідків пожеж за допомогою інформаційних систем

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ»

Істотною проблемою для промислових і соціально-побутових об'єктів в Україні в цей час є надзвичайна ситуація – пожежа. За даними статистики значна кількість пожеж виникає на об'єктах внаслідок спалаху будівельних матеріалів. Запропоновано програмний продукт, який дозволяє визначати основні параметри пожежі. Цей продукт може бути використаний у навчальному процесі для формування у студентів навичок з прогнозування наслідків надзвичайних ситуацій.

Ключові слова: надзвичайна ситуація, інформаційні системи, пожежі.

Вступ

Пожежі завдають величезний матеріальний збиток і в ряді випадків супроводжуються загибеллю людей. Тому захист від пожеж є найважливішим обов'язком кожного члена суспільства і проводиться в загальнодержавному масштабі.

Протипожежний захист має своєю метою вишукування ефективніших, економічно доцільних і технічно обґрунтованих способів і засобів попередження пожеж та їх ліквідації з мінімальним збитком при найбільш раціональному використанні сил і технічних засобів гасіння, зокрема прогнозування наслідків для визначення найбільш уразливих ділянок на об'єктах.

За даними масивів карток обліку пожеж, що надійшли з територіальних органів управління ДСНС України, протягом 2013 року в Україні зареєстровано 61114 пожеж, під час яких загинуло 2494 людини. За кількість пожеж було отримано прями (710863 тис. грн) та побічні (2241721 тис. грн) збитки [1].

Об'єктами пожеж були: споруди виробничого призначення (449); торговельно-складські споруди (871); соціально-культурні, громадські та адміністративні споруди (404); тваринницькі будівлі (15); інші сільськогосподарські об'єкти (88); споруди житлового сектора (47408); у тому числі і житлові будинки (18299) та інші об'єкти (11879).

1. Формулювання проблеми

Згідно з типовою навчальною програмою дисципліни «Цивільний захист» основним завданням при вивченні даної дисципліни є застосування методик з прогнозування і оцінювання обстановки в зоні НС, розрахунку параметрів уражальних чинників джерел НС, що контролюють і використовують для прогнозування, визначення складу сил, засобів і ресурсів для подолання наслідків НС. З метою формування у студентів професійних компетенцій передбачається застосування у навчальному процесі програмних продуктів, які дозволяють прогнозувати наслідки різноманітних надзвичайних ситуацій.

У роботі використано методику розрахунку наслідків пожеж [2], що дозволяє: визначати геометричні розміри зон суцільних та окремих пожеж; відобразити наслідки пожежі на визначеній схемі розташування об'єкта.

2. Вирішення проблеми

Пожежею є некероване горіння поза межами спеціально відведеного вогнища, яке може призвести до загибелі і (або) ураження людей (тварин, рослин), значних матеріальних збитків, суттєвого погіршення стану навколишнього природного середовища.

Зоною горіння первинної пожежі є ділянка простору, де відбуваються фізико-хімічні реакції з'єднання горючої речовини з окисниками, які супроводжуються, зокрема, інтенсивним тепловим випромінюванням.

На об'єктах можуть виникнути вторинні пожежі, тому в межах зони можливого ураження виділяють зони суцільних пожеж (де вторинні пожежі виникають майже на всіх матеріальних об'єктах) і зони окремих пожеж (де вторинні пожежі виникають тільки на окремих матеріальних об'єктах).

Причинами пожеж є порушення правил і норм пожежної безпеки, невиконання Закону "Про пожежну безпеку" [3]. Відповідно до положень Закону України "Про пожежну безпеку" (статті 4 -7) Правила пожежної безпеки в Україні є обов'язковими для виконання всіма центральними і місцевими органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування, підприємствами, установами, організаціями (незалежно від виду їх діяльності та форм власності), посадовими особами та громадянами. Правила встановлюють загальні вимоги з пожежної безпеки, чинність яких поширюється на підприємства, установи, організації та інші об'єкти (будівлі, споруди, технологічні лінії тощо), а також житлові будинки, що експлуатуються, будуються, реконструюються, технічно переоснащуються і розширюються, за винятком підземних споруд і транспортних засобів, вимоги до яких визначаються у спеціальних нормативних документах. Забезпечуючи пожежну безпеку, слід також керуватися стандартами, будівельними нормами, Правилами улаштування електроустановок, нормами технологічного проектування та іншими нормативними актами, виходячи зі сфери їх дії, які регламентують вимоги пожежної безпеки.

Небезпечний чинник пожежі – чинник пожежі, вплив якого призводить до травми, отруєння чи загибелі людини, а також до матеріальних збитків [4].

Небезпечними чинниками, які впливають на людей та матеріальні цінності, є: полум'я та іскри; підвищена температура навколишнього середовища; токсичні продукти горіння і термічного розкладання; дим; знижена концентрація кисню. До вторинних проявів небезпечних чинників пожежі, які впливають на людей та матеріальні цінності, відносяться: осколки, частини зруйнованих апаратів, агрегатів, установок, конструкцій; радіоактивні та токсичні речовини і матеріали що зі зруйнованих апаратів і установок; електричний струм, що виник у результаті винесення високої напруги на струмопровідні частини конструкцій, апаратів, агрегатів.

При будівництві та реконструкції промислових і побутових споруд використовують будівельні матеріали, зокрема теплоізоляційні, що відносяться до горючих (багат шаровий пластик, пінополістирол, пінопласт). Зокрема, може становити серйозну пожежну небезпеку використання таких матеріалів для утеплення будинків, до того ж, виконане із порушенням існуючих технологій. Тому для прогнозування наслідків пожежі було вибрано плити з пінопласту, якими виконано теплоізоляцію будівлі [5]. У результаті проведених розрахунків визначають джерело спалаху, геометричні розміри зон пожежі.

Прогнозування і оцінювання обстановки під час пожеж розпочинається з визначення параметрів осередку ураження.

Визначають геометричні параметри:

1. Час вигорання «запасів пальної речовини» (тобто тривалість процесу горіння первинної пожежі), с:

$$T_{виг} = \frac{g_{пр}}{V_{виг.ваг}}, \quad (1)$$

де $g_{пр}$ — «завантаженість» пальної речовини у місці її зберігання, тобто маса пальної речовини, що «розташовується» на 1 м² площі місця її зберігання, кг/м²; $V_{виг.ваг}$ — швидкість (вагова) вигорання пальної речовини, кг/м²·с.

2. Радіуси зовнішніх меж зони можливих суцільних пожеж $R_{суц.пож}$ і зони можливих окремих пожеж $R_{окр.пож}$:

$$R_{суц.пож} = \sqrt{\frac{0,5K \sum_{i=1}^n (S_{iбуд.ел} \beta_i)}{2\pi J_{св.суц.пож}}}, \quad (2)$$

$$R_{окр.пож} = \sqrt{\frac{0,5K \sum_{i=1}^n (S_{iбуд.ел} \beta_i)}{2\pi J_{св.окр.пож}}}, \quad (3)$$

де K — «питоме теплове навантаження» (тобто щільність потоку потужності теплового випромінювання, яке надходить в оточуюче середовище за одиницю часу з одного квадратного метра площі будівельного елемента у процесі його вигорання), Вт/м² (рекомендується для будівельних елементів, виготовлених з використанням твердих палих речовин з $H_T \leq 21 \cdot 10^6$ Дж/кг, приймати $K \approx 233000$ Вт/м²); $S_{iбуд.ел}$ — загальна площа будівельного елемента конкретної будівлі (чи споруди), м² (рекомендується визначати за даними проектної, технічної та експлуатаційної документації конкретної будівлі чи споруди); β_i — поправковий коефіцієнт, що характеризує «доступність» пальної речовини будівельного елемента для його вигорання.

Визначають можливе виникнення вторинних пожеж: можлива величина щільності потоку потужності світлового випромінювання первинної пожежі:

$$J_{\text{св.випр.конкр}} = \sqrt{\frac{0,5K \sum_{i=1}^n (S_{i\text{буд.ел}} \beta_i)}{2\pi R^2_{\text{конкр}}}}, \quad (4)$$

де $R_{\text{конкр}}$ — відстань від зони горіння первинної пожежі до місця розташування конкретної досліджуваної будівлі (споруди і т. ін.), м; $J_{\text{св.випр.конкр}} \geq J_{\text{св.спалах}}$.
Можливий ступінь ураження людей від впливу хімічного забруднення за величиною концентрації чадного газу у повітрі виробничого приміщення:

$$C_{\text{CO}} = \frac{10Q}{V_{\text{вільн}}}, \quad (5)$$

де C_{CO} — концентрація чадного газу у повітрі виробничого приміщення, мг/м³; Q — маса «запасів» пальної речовини об'єкта-прототипу, кг; $V_{\text{вільн}}$ — вільний обсяг виробничого приміщення, м³.

Розрахунок будемо проводити на прикладі житлового будинку.

Вихідні дані:

- розміри листа пінопласту – 1000×1000×10 мм;
- щільність пінопласту – 25 кг/м³;
- вагова швидкість вигорання пальної речовини – 0,0365 кг/м²;
- «питоме теплове навантаження» – 233000 вт/м²;
- загальна площа будівельного теплоізоляційного елемента – 18 м²;
- поправковий коефіцієнт – 0,5;
- щільність потоку потужності світлового випромінювання первинної пожежі на зовнішній межі зони можливих суцільних пожеж – 30000 вт/м²;
- щільність потоку потужності світлового випромінювання первинної пожежі на зовнішній межі зони можливих окремих пожеж – 10000 вт/м²;
- відстань від зони горіння первинної пожежі до місця розташування конкретної досліджуваної будівлі – 2 м;
- вільний обсяг виробничого приміщення – 32 м³;
- питома вага повітря робочої зони – 1,3 кг/м³;
- порогова величина щільності потоку потужності світлового випромінювання $J_{\text{св.спалах}} = 17$ кВт/м².

Результати розрахунку:

$$T_{\text{виг}} = 4,2 \text{ с};$$

$$R_{\text{суц.лож}} = 1,35 \text{ м};$$

$$R_{\text{окр.лож}} = 4,1 \text{ м};$$

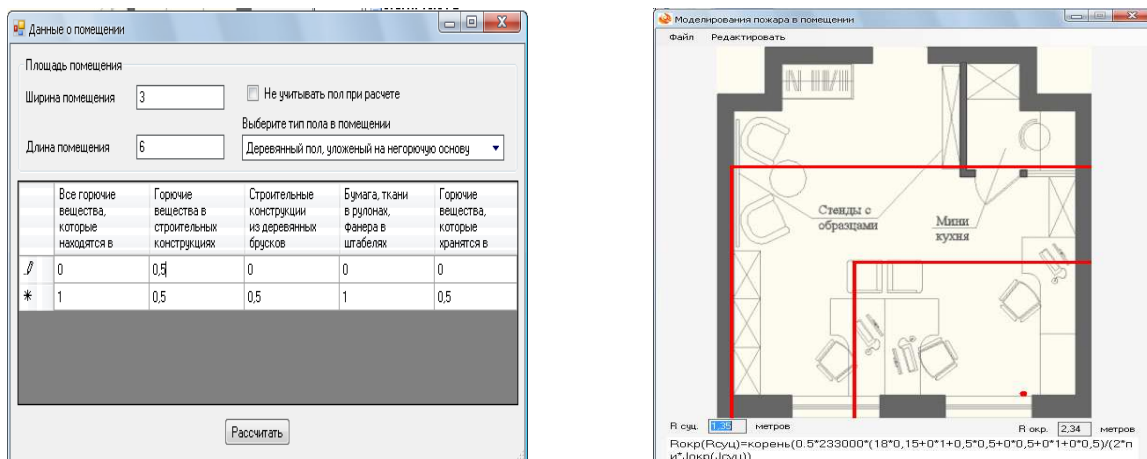
$$J_{\text{св.випр.конкр}} = 31,54 \text{ кВт/м}^2; \quad J_{\text{св.випр.конкр}} \geq J_{\text{св.спалах}}, \quad \text{тобто}$$

виникнення пожежі можливе.

$C_{CO}=31,9 \text{ мг/м}^3$, тобто можливе ураження всіх осіб у приміщенні.

Аналіз результатів розрахунків свідчить про те, що розміри зон суцільних та окремих пожеж значно перевершують розміри листа теплоізоляційного матеріалу. Це може призвести до швидкого поширення пожежі на всю оброблену ним площу житлової будівлі, а також стати причиною пожежі та задимлення всередині приміщення.

Розроблений програмний продукт дозволяє провести розрахунки згідно із наведеною методикою. Результати розрахунку показані на рисунку.



Результаты расчетов геометрических характеристик зоны пожежі

При визначенні геометричних характеристик зони пожежі можна вважати доцільним [2], що форми зовнішніх меж суцільних та окремих пожеж при загорянні твердих речовин збігаються з формою пальної речовини.

Висновки

Таким чином, запропонована методика дозволяє вирішити такі задачі:

- визначити місце розташування джерела спалаху;
- розрахувати геометричні зони суцільних та окремих пожеж;
- оцінити можливий ступінь ураження людей від впливу хімічного забруднення за величиною концентрації чадного газу у повітрі.

Практичне значення роботи полягає у можливості використання розробленого програмного продукту у навчальному процесі для розрахунку наслідків надзвичайних ситуацій, спричинених пожежами.

Список літератури

1. Аналіз масиву карток обліку пожеж за 12 місяців 2013 року [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://undicz.mns.gov.ua/news/197.html>
2. Яковлев, Л. Б. Методика прогнозування соціально-економічних наслідків надзвичайних ситуацій техногенного характеру, спричинених пожежами [Текст] / Л.Б. Яковлев. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», 2000. – 33 с.

3. Умови виникнення та причини пожеж [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://firehelp.org.ua/child/child0003.php>
4. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования [Текст] : ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. – Введ. 1992 – 30 – 06. – М. : Изд-во стандартов, 1996. – 68 с.
5. Теплоізоляційні матеріали та вироби – властивості та класифікація [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://blokbud.lviv.ua/teploizoljatsijni-materialu.html>

Поступила в редакцию 17.02.2015

Прогнозирование последствий пожаров с помощью информационных систем

Существенной проблемой для промышленных и социально-бытовых объектов в Украине в настоящее время является чрезвычайная ситуация - пожар. По данным статистики значительное количество пожаров возникает на объектах вследствие возгорания строительных материалов. Предложен программный продукт, который позволяет определять основные параметры пожара. Этот продукт может быть использован в учебном процессе для формирования у студентов навыков по прогнозированию последствий чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, информационные системы, пожар.

Predicting the consequences of fires with the help of information systems

The essential problem for industrial and social facilities in Ukraine is currently an emergency - fire. According to statistics, there is a significant number of fires at the facilities due to the outbreak of building materials. Proposed software product that allows you to define the basic parameters of the fire. This product can be used in the educational process for the formation of students' skills in forecasting the consequences of emergencies.

Keywords: emergency, information systems, fire.