

УДК 004.891:629.735

В.М. Рудницький¹, І.В. Шостак², О.О. Дядюшенко³¹ Черкаський державний технологічний університет, Черкаси² Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», Харків³ Академія пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля МНС України, Черкаси

МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ІНСПЕКТОРОМ ДЕРЖАВНОГО ПОЖЕЖНОГО НАГЛЯДУ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ЗБОРУ ІНФОРМАЦІЇ ПО ПОЖЕЖІ

У статті розглядається розробка математичного забезпечення підтримки прийняття рішень інспектором Держпожнадзора МНС України на основі сіток Петрі для побудови автоматизованої системи управління проведенням збору інформації по пожежі.

Ключові слова: математичне забезпечення, підтримка прийняття рішень, інспектор ДПН.

Вступ

Постановка проблеми. Сучасна система діяльності Державного пожежного нагляду МНС України (ДПН) є великою складною динамічною системою, що призводить до необхідності застосування у ній засобів автоматизації. Посадові інструкції кожного інспектора ДПН закріплюють за ним ряд конкретних функціональних обов'язків [1] (проведення перевірок протипожежного стану об'єктів та населених пунктів, здійснення масово-роз'яснювальної роботи з питань ПБ, організація обліку та аналізу пожеж, проведення дізнання за фактом пожежі тощо). Здійснення повсякденної діяльності супроводжується підготовкою цілого ряду службової документації та звітних матеріалів, що відбирає значну кількість робочого часу інспектора, тим самим зменшує ефективність його роботи. Крім того, людський фактор (фізична втома, брак часу, незнання тієї чи іншої інформації), особливо для молодого фахівця Держпожнадзора, значно підвищує вірогідність помилок при підготовці документації. Саме тому автоматизовані систему управління призначені для допомоги інспектору ДПН у виконанні службових обов'язків.

Мета роботи – розробити математичне забезпечення підтримки прийняття рішень інспектором Держпожнадзора МНС України на основі моделей в формі сіток Петрі, для моніторингу причин та наслідків пожеж.

Основний матеріал

Оскільки механізм формування рішення інспектором Держпожнадзора під час збору інформації для підготовки картки обліку пожежі характеризується такими рисами як паралельність, асинхронність, недостатня формалізованість, то для моделювання цих процесів оптимальними виявились сітки

Петрі [2]. Але для створення адекватної моделі в формі сіток Петрі треба обов'язково становити інтерпретацію елементів сіток Петрі щодо компонентів (факторів), що визначають надзвичайні ситуації (у тому числі пожежі), що буде визначати як позицію.

Оскільки класичні сітки Петрі є дводольним орієнтованим графом, будемо вважати, що кожна з позицій відображає одну з умов настання події. Сама ж подія визначається переходами сітки Петрі. При цьому наявність маркера в позиції означає, що дана умова виконується. Одним з суттєвих недоліків класичної сітки Петрі є миттєвість реалізації переходів, що в реальному житті неможливе. Виходячи з цього, при синтезі сіткової моделі прийняття рішень інспектором доцільно пов'язати з кожним переходом час, який потрібен для формування рішення.

Таким чином, для моделювання процесу формування рішення інспектором ДПН, що проводить дізнання, будимо використовувати сітку Петрі наступного виду $ZP: Z \rightarrow P$, де Z – множина усіх запланованих завдань, що надсилаються програмним забезпеченням; P – кінцева непуста множина елементів (позицій) сітки.

Виходячи з вищесказаного, двоетапний метод виводу на знаннях для підтримки прийняття рішень з організації процесу збору інформації по пожежам може бути представлений в теоретико-множинній формі [4] наступною послідовністю кроків:

1. У випадку виникнення подій $e_j^{\Phi} \in E^{\Phi}$ фактичних змін стану завдання, де $j \in \{\text{поч, закінч}\}$, поч – початок виконання завдання, закінч – закінчення виконання завдання:

– якщо для визначеного завдання z_i відбулася подія $e_{\text{поч}z_i}^{\Phi}$ (система підтримки прийняття рі-

шень (СППР), яка представлена у вигляді програмного забезпечення засобів мобільного зв'язку, видала запит на заповнення відповідного поля програми і інспектор-дізнавач приступив до його виконання), тоді відбувається зміна складу множини Φ^n та Φ^w наступним чином $\Phi_k^n = \Phi_{k-1}^n - \varphi_{z_i}^{\Phi^n} \wedge \Phi_k^w = \Phi_{k-1}^w + \varphi_{z_i}^{\Phi^n}$, где k – збір необхідної інформації за черговою пожежею, на початку якого виконується перевірка, тобто значення ознаки *Статус* змінюється з «не видане» на «у_роботі» і маркер з позиції $b_{z_i}^{\Phi^n}$ переходить до позиції $b_{z_i}^{\Phi^w}$ відповідної мережі моніторингу;

– якщо для визначеного завдання z_i відбулася подія $e_{закінч_{z_i}}^{\Phi}$ (СППР видала повідомлення, що відповідне інформація зафіксована (відповідне поле програми заповнене) і інспектор-дізнавач може переходити до наступного кроку), то відбувається зміна складу множини Φ^w та Φ^r шляхом: $\Phi_k^w = \Phi_{k-1}^w - \varphi_{z_i}^{\Phi^w} \wedge \Phi_k^r = \Phi_{k-1}^r + \varphi_{z_i}^{\Phi^w}$, де k – збір інформації за черговою пожежею, тобто значення ознаки *Статус* змінюється з «у_роботі» на «здане» і маркер з позиції $b_{z_i}^{\Phi^w}$ переходить до позиції $b_{z_i}^{\Phi^r}$ визначеної мережі моніторингу;

– якщо у базі для будь-якої події не знайдено більше жодної з цих подій, відбувається перехід до кроку 2.

2. У випадку виникнення подій $e_j^{pl} \in E^{p\Phi}$ планових змін стану завдання, де $j \in \{\text{поч, закінч}\}$, поч – початок виконання завдання, закінч – закінчення виконання завдання :

– якщо для $\forall z_i | z_i \in \bar{W} \wedge z_i \in \Phi^n \wedge t_{нач_{z_i}}^{pl} \in \in T^p \wedge t_{нач_{z_i}}^{\Phi} \in T^f$ (ознаки *Своєчасність* і *Статус* має відповідно значення «своєчасно» і «не_видано», а також момент часу планового початку (береться з системи планування) вже пройшов, а завдання фактично ще не видано) система формує подію для $e_{поч_{z_i}}^{pl}$, і відбувається зміна складу множини \bar{W} і \tilde{W} шляхом: $\bar{W}_k = \bar{W}_{k-1} - \omega_{z_i}^{\bar{W}} \wedge \tilde{W}_k = \tilde{W}_{k-1} + \omega_{z_i}^{\bar{W}}$, тобто ознака *Своєчасність* змінюється з «своєчасно» на «запізнюється»;

– якщо для $\forall z_i | z_i \in \bar{W} \wedge \forall z_i \in \Phi^w \wedge t_{закінч_{z_i}}^{pl} \in \in T^p \wedge t_{закінч_{z_i}}^{\Phi} \in T^f$ (ознаки *Своєчасність* і *Статус*

має відповідно значення «своєчасно» і «у_роботі», а також момент часу планового закінчення (береться з системи планування) уже пройшов, а завдання фактично не закрито), система ініціює подію $e_{закінч_{z_i}}^{pl}$ – відбувається зміна складу множини \bar{W} і \tilde{W} шляхом: $\bar{W}_k = \bar{W}_{k-1} - \omega_{z_i}^{\bar{W}} \wedge \tilde{W}_k = \tilde{W}_{k-1} + \omega_{z_i}^{\bar{W}}$, тобто ознака *Своєчасність* змінюється з «своєчасно» на «запізнюється»;

– якщо для $\forall z_i | z_i \in \tilde{W} \wedge z_i \in \Phi^r \wedge (t_{закінч_{z_i}}^{\Phi} \leq t_{закінч_{z_i}}^{pl})$ (ознаки *Своєчасність* і *Статус*) має відповідні значення «запізнюється» і «здане», а також момент часу фактичного закінчення менше моменту часу планового закінчення (береться з системи планування), система формує подію $e_{закінч_{z_i}}^{pl}$ – відбувається зміна складу множини \bar{W} і \tilde{W} шляхом: $\tilde{W}_k = \tilde{W}_{k-1} - \omega_{z_i}^{\tilde{W}} \wedge \bar{W}_k = \bar{W}_{k-1} + \omega_{z_i}^{\tilde{W}}$, тобто ознака *Своєчасність* змінюється з «запізнюється» на «своєчасно»;

– якщо система не може сформулювати для будь-якого завдання жодного з цих подій – здійснюємо перехід до кроку 3.

3. Для актуалізації інформації про тривалість запізнення, необхідно кожен день проводити перевірку стану завдань. У випадку ініціювання системою подій $e_{K_j}^{ch} \in E^d$ перевірки виконання завдання, де K – множина індексів, $K = \{\varphi\varphi, \omega\omega, bb\}$, $\varphi\varphi$ – перевірка стану завдання, $\omega\omega$ – перевірка своєчасності задачі завдання, bb – перевірка запізнення видачі завдання:

– якщо для ознаки *Статус* = «у_роботі» і моменти часу планового і фактичного закінчення не настали), система формує подію $e_{\varphi\varphi_{z_i}}^{ch}$ і виконують обчислення поточної тривалості виконання завдання $dur_{z_i}^w = t_{перевірки_{z_i}} - t_{поч_{z_i}}^{\Phi}$, які використовуються для визначення терміну закінчення робіт над цим завданням і встановлення факту, чи буде запізнюватися заповнення даного поля чи ні;

– якщо для $\forall z_i | z_i \in \Phi^w \wedge z_i \in \tilde{W} \wedge t_{перевірки_{z_i}}$ (значення ознаки *Статус* = «у_роботі» і *Своєчасність* = «запізнюється»), система формує подію $e_{\omega\omega_{z_i}}^{ch}$ і виконуються обрахунки поточної тривалості запізнення задачі завдання

$$dur_{z_i}^r = t_{перевірки_{z_i}} - t_{закінч_{z_i}}^{pl};$$

– якщо $e_{bb_{z_i}}^{ch}$ для $\forall z_i | z_i \in \Phi^r \wedge z_i \in \tilde{W} \wedge (t_{оконч_{z_i}}^{pl} \leq t_{оконч_{z_i}}^{\phi})$ (ознаки *Своєчасність* і *Статус* мають відповідно значення «запізнюється» і «здане», а також момент часу планового закінчення менше моменту часу фактичного закінчення, тобто цей момент ще не настав) – відбувається зміна складу множин \bar{W} і \tilde{W} шляхом: $\tilde{W}_k = \tilde{W}_{k-1} - \omega_{z_i}^{\tilde{W}} \wedge \bar{W}_k = \bar{W}_{k-1} + \omega_{z_i}^{\bar{W}}$ і ознака *Своєчасність* змінюється із «запізнюється» на «своєчасно»;

– якщо для будь-якого завдання система не ініціює формування жодного з цих подій – перехід до кроку 4.

4. Для кожного загального завдання $z_i \in Z^a$, що фіксується у СППР на місці пожежі, відбувається перевірка запізнень $\text{dur}_{z_i}^r$ підзавдань (які входять до складу загального завдання), визначення запізнення $\text{dur}_{\max} = \max_i (\text{dur}_{z_i}^r)$ і установка факту, що dur_{\max} і буде запізненням всього загального завдання.

5. Визначення конкретного місцезнаходження інспектора ДПН при розслідуванні пожежі для виконання відповідного завдання $z_i \in Z$ шляхом аналізу послідовності дій інспектора-дознавача на місці пожежі і передача запізнення dur_{\max} завдання z_i . На даному кроці відбувається передача інформації про відхилення.

6. Визначення наявності критичної ситуації. Процедура із множини, що обчислюють величину запізнення завдань відповідної моделі підтримки прийняття рішень у визначальній позиції із множини R шляхом порівняння тривалості запізнення dur_{\max} завдання $z_i \in Z$ з критичним запізненням підзавдань, що входять до складу загального завдання, формує предикат про виникнення критичної ситуації, який може активувати правила у вирішальній позиції.

7. У випадку активації правил вирішальної позиції, здійснюється висновок з правил мережі формування рішень і формування вказівок відповідним інспекторам-дознавачам. Таким чином відбувається вибір вихідної позиції з множини P^0 , що отримає маркер і визначить наступні кроки процесу зборки, тобто вихід з критичної ситуації.

8. Виконання методу закінчиться при умовах, якщо поточні стани усіх завдань будуть «здане», тобто збір інформації за пожежею завершено.

Мета методу: виявити відхилення від плану при виконанні завдань СППР у ході здійснення розслідування пожеж і сформувати відповідні вказівки інспекторам ДПН щодо організації цього процесу для зменшення затримок робочого часу, надійної фіксації і передачі даних по пожежі.

Висновки

1. Запропоноване математичне забезпечення, що розроблено на основі методів ситуаційного управління для підвищення ефективності роботи інспектора ДПН під час збору інформації за фактом пожежі.

2. На основі адекватної моделі сіток Петри розроблено математичне забезпечення підтримки прийняття рішень інспектором ДПН, яке дозволяє автоматизувати формування картки обліку пожеж.

Список літератури

1. Наказ МНС України від 06.02.2006 року №59 „Про затвердження Інструкції з організації роботи органів ДПН”.
2. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем / Дж. Питерсон. – М.: Мир, 1984. – 264 с.
3. Аврамчук Е.Ф. Технология системного моделирования / Е.Ф. Аврамчук, А.А. Вавилов, С.В. Емельянов и др.; под общ. ред. С.В. Емельянова. – М.: Машиностроение; Берлин: Техник, 1988. – 520 с.
4. Месарович М. Обшая теория систем: математические основы / М. Месарович, Я. Такахаха. – М.: Мир, 1978. – 312 с.

Надійшла до редколегії 29.04.2009

Рецензент: д-р техн. наук, проф. І.В. Чумаченко, Національний аерокосмічний університет ім. М.С. Жуковського «ХАІ», Харків.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ИНСПЕКТОРОМ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПОЖАРНОГО НАДЗОРА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЗБОРА ИНФОРМАЦИИ ПО ПОЖАРУ

В.Н. Рудницкий, И.В. Шостак, А.А. Дядюшенко

В статье рассматривается разработка математического обеспечения поддержки принятия решений инспектором Госпожнадзора МЧС Украины на основе сетей Петри для построения автоматизированной системы управления проведением сбора информации по пожару.

Ключевые слова: математическое обеспечение, поддержка принятия решений, инспектор ГПН.

SOFTWARE OF SUPPORT OF DECISION-MAKING BY THE INSPECTOR OF THE STATE FIRE SUPERVISION AT CARRYING OUT OF GATHERING OF THE INFORMATION ON THE FIRE

V.M. Rudnitsky, I.V. Shostak, O.O. Dyadyushenko

In article working out of a software of support of decision-making by inspector of the Fire safety serves of the Ministry of Emergency of Ukraine on the basis of networks Petry for construction of the auto mated control system by carrying out of gathering of the information on a fire is considered.

Keywords: a software, decision-making support, inspector of the Fire safety serves.