

## ЗАПОБІГАННЯ ТА ЛІКВІДАЦІЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

УДК 623.836.459

### МОЖЛИВОСТІ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОЦІНКИ НАСЛІДКІВ АВАРІЙ РАДІАЦІЙНО ТА ХІМІЧНО НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ЗА ДАНИМИ РАДІАЦІЙНОЇ, ХІМІЧНОЇ РОЗВІДКИ

Е.О. Кочанов, Г.Б. Гишко  
(Харківський університет Повітряних Сил)

*У статті розроблено математичну модель визначення можливостей підрозділів радіаційної, хімічної, біологічної розвідки по веденню розвідки при аваріях на радіаційно та хімічно небезпечних об'єктах. Наведена модель дозволяє оптимізувати розподіл даних підрозділів по маршрутах ведення розвідки і визначити необхідну кількість витратних матеріалів.*

***радіаційно та хімічно небезпечні об'єкти, маршрути ведення розвідки***

**Постановка проблеми.** До радіаційно та хімічно небезпечних об'єктів (РХНО) належать підприємства хімічної промисловості та атомні електричні станції. Незважаючи на багатоступеневі системи захисту, на цих об'єктах завжди можливе виникнення аварійних ситуацій. Знизити радіаційні та хімічні втрати особового складу військ та цивільного населення можливо своєчасним і правильним виконанням заходів забезпечення радіаційного, хімічного, біологічного (РХБ) захисту. Основним інформаційним завданням забезпечення РХБ захисту є оцінка РХБ обстановки. Основним методом, який дозволяє отримувати об'єктивну інформацію про радіаційну, хімічну обстановку, що виникла внаслідок руйнування (аварії) РХНО, є метод оцінки обстановки за фактичними даними радіаційної, хімічної розвідки [5 – 8].

**Аналіз останніх досліджень публікацій.** Вивчення досвіду ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС та підприємствах хімічної промисловості [1 – 8] дозволяє зробити висновок, що для виконання цього заходу при ліквідації наслідків аварій на РХНО будуть залучатися підрозділи РХБ розвідки Збройних Сил, Міністерства з питань надзвичайних ситуацій. Кількість даних підрозділів обмежено. При вирішенні питань організації взаємодії між міністерствами необхідно провести оптимальний розподіл підрозділів РХБ

розвідки. При веденні радіаційної, хімічної розвідки необхідно також вирішувати питання своєчасного забезпечення необхідними матеріальними засобами, що дозволяє знизити часові і матеріальні витрати на одержання вихідної інформації про наслідки аварії на РХНО. Вирішити дану задачу можливо шляхом моделювання дій підрозділів РХБ розвідки по одержанню значень показників радіоактивного забруднення або хімічного зараження.

**Мета статті.** Метою статті є розробка математичної моделі що дозволяє оцінити можливості підрозділів РХБ розвідки.

**Виклад основного матеріалу.** Дії підрозділів РХБ розвідки включають сукупність дій відділень РХБ розвідки, що залучаються до виконання завдань одночасно чи послідовно. Відділення може діяти самостійно чи у складі підрозділу.

Модель заснована на застосуванні формул моделі системи масового обслуговування з відмовленнями у сталому режимі [2, 4]. У той же час реальні розміри районів, що підлягають радіаційній, хімічній розвідки мають значні розміри і дозволяють перерозподіляти відділення РХБ розвідки, що звільнилися, для виконання інших задач.

У наслідок проведення РХБ розвідки відділеннями РХБ розвідки змінюється інтенсивність надходження „заявок” і кількість районів чи маршрутів, що підлягають розвідці. У результаті відмовлень техніки змінюється інтенсивність ведення РХБ розвідки ( $I$ ), змінений розподіл

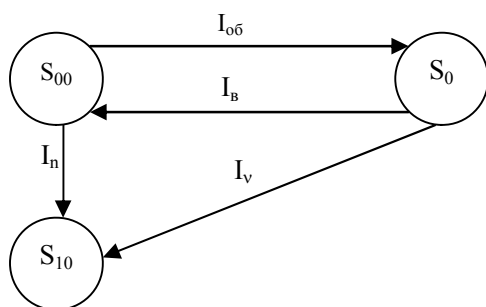


Рис. 1. Граф можливих станів і переходів для відділення РХБ розвідки

імовірностей  $\{a_i\}$  поява різних „заявок” на ведення РХБ розвідки і змінені значення параметрів ( $\lambda_i$ ) парціальних потоків задач на ведення РХБ розвідки відділеннями РХБ розвідки (рис. 1).

Будемо розрізняти можливі стани  $S_{ij}$  відділення РХБ розвідки по числу  $i$  відділень, які припинили виконання бойового завдання і числу  $j$  маршрутів(районів),

що розвідуються. Тоді можна виділити три основних стани відділення РХБ розвідки:  $S_{00}$  – готовий до ведення РХБ розвідки;  $S_{01}$  – веде розвідку одного чи маршруту району;  $S_{10}$  – технічному стану припинив ведення РХБ розвідки.

При аварії на АЕС радіоактивне забруднення місцевості має осередковий характер. Кількість районів (маршрутів), що підлягають РХБ розвідці буде визначатися ймовірністю виявлення ділянок місцевості з потужностями доз, що перевищують 0,5 [мрад/год] [6, 8]. Аварії на хімічно небезпечних об'єктах (ХНО) характеризуються майже суцільною смугою

хімічного зараження. Але через особливості розповсюдження хмари повітря зараженого сильнодіючими отруйними речовинами (СДОР) їх концентрація буде постійно змінюватися а, відповідно, змінюватимуться райони і маршрути ведення хімічної розвідки [3]. Знайдемо характеристики потоку „заявок” на ведення РХБ розвідки району (маршруту) припустивши, що кожна „заявка” обслуговується відділенням з однаковою ймовірністю  $P_{обс}$  [4]. У результаті обслуговування система забезпечує розвідку районів і маршрутів з однаковою ймовірністю:

$$P_{обс} = 1 - P_{отк}, \quad (1)$$

де  $P_{отк}$  – ймовірність не обслуговування „заявки” на ведення РХБ розвідки району (маршруту), знаходиться з виразу:

$$P_{отк} = \frac{Ib}{I} = \frac{\lambda^b \cdot M^b}{\lambda \cdot M}. \quad (2)$$

Задача полягає у визначенні векторів ймовірностей  $\{a_i^b\}$  появи груп не обслугованих вимог у складі рівно  $l$  вимог у групі на виході системи, а також у визначенні математичного очікування  $M^b$  і параметра  $\lambda^b$  потоку не обслугованих груп вимог на виході системи.

Потік «заявок», що включають рівно  $K$  вимог у кожній заявці, на виході системи обслуговування може формуватися парціальними потоками «заявок», що містять при надходженні в систему обслуговування, не менш  $K$  вимог у кожній. Ступінь участі кожного вхідного потоку пропорційна ймовірності появи його «заявок» на вході системи, а також ймовірності не обслуговування рівно  $K$  вимог у складі заявки, за умови обслуговування  $(l - K)$  вимог. У результаті ймовірність  $a_k^b$  появи заявки в складі  $K$  вимог на виході системи обслуговування знайдеться:

$$a_k^b = a_k \cdot P_{отк}^k + a_{k+1} \cdot P_{отк}^k \cdot P_{обс}^1 + a_{k+2} \cdot P_{отк}^k \cdot P_{обс}^2 + \dots + a_k c^k \cdot P_{отк}^k \cdot P_{обс}^{1-k}, \quad (3)$$

де  $a_k^b$  – ймовірність появи заявки в складі  $K$  вимог на виході системи обслуговування;  $P_{отк}^k$  – ймовірність відмовлення обслуговування  $K$  заявки;  $P_{обс}^k$  – ймовірність обслуговування  $K$  „заявки”.

Для знаходження математичного очікування числа обслугованих вимог розглянемо зміни, внесені системою обслуговування в інші характеристики потоку вимог. Так, якщо кожна вимога, що входить до складу  $M$  вимог, обслуговується з ймовірністю  $P_{обс}$ , то математичне очікування числа обслугованих вимог з  $M$  можна знайти з виразу:

$$M_{обс} = M \cdot P_{обс}, \quad (4)$$

де  $M$  – математичне очікування числа вимог у заявці;  $P_{обс}$  – ймовірність обслуговування однієї заявки, тоді у складі вхідної групи з  $M$  вимог, на виході системи виявляться не обслугованими у середньому  $M^b$  вимог

$$M^b = M - MP_{обс} = M \cdot (1 - P_{обс}) = M \cdot P_{отк}, \quad (5)$$

де  $M$  – математичне очікування числа вимог у заявці;  $P_{отк}$  – ймовірність відмовлення в обслуговуванні однієї заявки.

Міркуючи аналогічно, можна зазначити, що з I вимог, що надходять на вхід системи обслуговування в одиницю часу, виявляться не обслугованими на виході системи I<sup>b</sup> вимог на ведення РХБ розвідки:

$$I^b = I - IP_{\text{обс}} = I \cdot (1 - P_{\text{обс}}) = I \cdot P_{\text{отк}}. \quad (6)$$

Параметр потоку „заявок”  $\lambda^b$  на виході системи обслуговування знаходиться з виразу:

$$I = \lambda \cdot M. \quad (7)$$

Система обслуговування не змінює параметра неординарного потоку вимог (частоти появи груп вимог).

Таким чином, система розрахункових виразів дозволяє визначити імовірність перебування ділянки місцевості з потужностями доз випромінювання або токсичних доз, що перевищили припустимі значення.

Можливості відділення РХБ розвідки пропонується проводити за допомогою формули:

$$W_{\text{рхр}} = V_{\text{рхр}} \cdot \beta \cdot K_{\text{прхр}} \cdot K_a^{(1-P_{\text{оо}})}, \quad (8)$$

де  $W_{\text{рхр}}$  – можливості відділення РХБ розвідки по веденню РХБ розвідки за 1 годину, [км];  $\beta$  – ступінь підготовки відділення РХБ розвідки;  $V_{\text{рхр}}$  – швидкість ведення РХР, [км/год];  $K_{\text{прхр}}$  – швидкість зниження працездатності приладів РХБ розвідки;  $K_a$  – коефіцієнт зниження „працездатності” відділення РХБ розвідки через відмовлення автомобільного шасі;  $P_{\text{оо}}$  – імовірність одержання особовим складом відділення РХБ розвідки доз випромінювання, що вищі за припустимі.

Значення  $\beta$  знаходиться з наступного виразу:

$$\beta = T_p / t_{\text{ср}}, \quad (9)$$

де  $T_p$  – час, необхідний на виконання завдання, [год];  $t_{\text{ср}}$  – фактичний час виконання завдання, [год].

Значення  $K_{\text{прхр}}$  знаходиться з виразу:

$$K_{\text{прхр}} = e^{\frac{-\lambda}{T_{\text{бф}}}}, \quad (10)$$

де  $T_{\text{бф}}$  – час бойового функціонування приладів радіаційної, хімічної розвідки;  $\lambda$  – інтенсивність відмовлень приладів радіаційної, хімічної розвідки, знаходиться зі співвідношення:

$$\lambda = 1 / T_0, \quad (11)$$

де  $T_0$  – середній час безвідмовної роботи приладів радіаційної, хімічної розвідки.

Значення  $K_a$  можна знайти з виразу:

$$K_a = K_T \cdot P_1, \quad (12)$$

де  $K_T$  – коефіцієнт технічної готовності техніки;  $P_1$  – імовірність відсутності відмовлень автомобільного шасі.

Значення  $K_T$  знаходиться за формулою:

$$K_T = T_H / (T_H + T_B), \quad (13)$$

де  $T_n$  – середній час наробітку машини на відмовлення, [год];  $T_v$  – час необхідне на відновлення, [год];  $P_1$  – розраховується по залежності:

$$P_1 = e^{-\lambda t}, \quad (14)$$

де  $\lambda$  – інтенсивність відмовлення двигуна на протязі доби, [год/сут];  $t$  – час функціонування машини, [год].

Визначення засобів, необхідних для ведення радіаційної, хімічної розвідки пропонується проводити за допомогою наступної формули:

$$Q_{IT(30)} = N_{\text{вим}} \cdot N_{IT(30)} \cdot N_{\text{мрхр}}, \quad (15)$$

де  $Q_{IT(30)}$  – кількість індикаторних трубок (знаків огороження);  $N_{\text{вим}}$  – кількість вимірів;  $N_{IT(30)}$  – штатна кількість індикаторних трубок (знаків огороження);  $N_{\text{мрхр}}$  – кількість маршрутів РХБ розвідки.

**Висновки.** Розроблена схема модель дозволяє оптимально розподілити підрозділи РХБ розвідки у випадку аварії на РХНО і визначити можливості одного відділення по веденню РХБ розвідки районів (маршрутів) без поповнення витратних матеріалів, вимірювальних засобів і пального, що дає можливість розрахувати необхідні матеріальні засоби для своєчасного і якісного виконання завдання по оцінці наслідків аварії на РХНО. Даний підхід до вирішення цього завдання дозволяє організувати взаємодію між міністерствами які залучаються до ліквідації наслідків аварій на РХНО.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Бахметьев А.М., Самойлов О.В., Усыпин Г.В. Методы оценки и обеспечения ЯЭУ. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 124 с.
2. Вентцель Е.С. Теория вероятностей / Учебник для ВТУЗОВ. Изд. 3-е испр. – М.: Наука, 1964. – 576 с.
3. Владимиров В.А. Сильнодействующие ядовитые вещества и защита от них. – М.: Военное издательство, 1989. – 176 с.
4. Городнов В.П. Моделирование боевых действий частей, соединений и объединений войск ПВО. – Х.: ВИРТА ПВО, 1987. – 379 с.
5. Кондратюк В. Небезпека АЕС та її об'єктивна оцінка // Надзвичайна ситуація № 2. – К.: Агентство "Чорнобильінформ". – 1999. – С. 11 – 13.
6. Пахоменко В.Ф., Кочанов Э.А., Маркин П.В. и др. Оценка последствий разрушений экологически опасных объектов // Збірник наукових праць. – Х.: ХВУ. – 1999. – Вип. 4 (26). – С. 130 – 137.
7. Планирование защитных мероприятий за пределами площадки в случае радиационных аварий на ядерных установках // Серия изданий по безопасности. – Вена, МАГАТЭ, 1981. – № 55. – 86 с.
8. Чернобыль. События и уроки. Вопросы и ответы / Под ред. Е.И. Игнатенко. – М.: Политиздат, 1989. – 128 с.

Надійшла 12.05.2005

**Рецензент:** доктор хімічних наук, професор В.Д. Калугін,  
Харківський університет Повітряних Сил.