

УДК 004.942

МОДЕЛЮВАННЯ МАРКОВСЬКИХ ПРОЦЕСІВ ВІДНОВЛЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ СИСТЕМ

Антонець О.М.

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Наумейко І.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ПМ
м. Харків, Україна

тел. +38(099) 965-25-62, email: oleh.antonets@nure.ua

Purpose of the work is to optimize a "Human-Machine-Environment" (HME) system structure in the part that corresponds to disaster situations in order to reduce the response time. Several models of the HME systems, which have Markov property, are offered. With the help of queuing systems theory, a number of problems for the research and solution of HME have been identified. The model of the queuing system is the best suited for rescue sub-systems, for which the elimination of an accident is a "stationary condition." Transition and state probabilities of the appropriate Markov chain are determined using the so-called "Second Law of Synergetics."

В кожній підсистемі «робоче місце» та в цілому в системі «людина-машина-середовище» (ЛМС) безпека праці визначається наявністю зв'язків, які обумовлені наявністю небезпек, що можуть зустрітися в навколишньому середовищі, а також, зокрема, на робочому місці. Ці зв'язки можна назвати небезпечними та шкідливими. Вони породжують шкідливі та небезпечні виробничі фактори [1].

Розглядається ситуація, коли «людина» може знаходитися в одному із станів, наприклад, «здорова та дієздатна», «хвора, але дієздатна», «недієздатна». Вона переходить з деякими ймовірностями з одного стану в інший в залежності від підсистем «машина» та «система» та її стану на попередньому кроці. Тобто така система є марковською [2]. Предметом праці може бути будь-який об'єкт: від програмного продукту до аварійної ситуації на виробництві.

Загальною задачею роботи є визначення величин стаціонарних ймовірностей кожного зі станів системи в надзвичайних ситуаціях. Із всіх систем «людина-машина-середовище» виділимо системи з підвищеною активністю першої підсистеми – «людина», а із іншої підсистеми – «машина» виділимо підсистему другого рівня – захист людини та середовища від небезпечних та шкідливих факторів.

Вважаємо, що потік подій зі сторони підсистем «машина» та «середовище» є найпростішим з інтенсивністю λ , а час реакції на них зі сторони «людини» розподілено показниково з параметром μ . Ці типи подій можуть привести з заданою ймовірністю до зміни станів системи. Величина $P_i(t)$ є ймовірністю стану S_i системи в момент часу t .

У цій роботі, яка є початковою частиною кваліфікаційної роботи магі-

стра, поставлено та частково розв'язано наступні задачі з моделювання ЛМС-систем.

Модель 1. Розглядається ситуація, яка є типовою для одноканальних систем масового обслуговування без черги: людина відповідає на взаємодію (аварію) детермінованою послідовністю з n операцій, тривалість яких розподілена з параметром μ_i . Простором станів прийнято вважати самі операції з ліквідації аварій, S_0 – стан очікування, тобто робота системи без аварій.

Модель 2. Час та якість операцій з ліквідації аварій залежить від стану людини, яка в свою чергу залежить від стану системи. Вважатимемо, що оператор може знаходитися в двох станах: «цілком дієздатний» та «обмежено дієздатний». Ймовірність відновлення дієздатності в процесі ліквідації аварії дорівнює нулю, а ймовірність настання недієздатного стану при виконванні i -ї операції дорівнює b_i . Після закінчення всієї роботи дієздатність оператора відновлюється або проводять заміну оператора. Тоді перехідні ймовірності для кожної пари станів $i+1$ та $(i+1)_b$, сусідніх з i -м, при повній дієздатності є $b_i\mu_i$ та $(1-b_i)\mu_i$. Стани системи, інтенсивності відновлюваних робіт та ймовірності при неповній дієздатності оператора, відповідно, дорівнюють i_b , μ^b та P_{ib} .

Необхідно отримати розрахункові формули для ймовірності всіх станів в обох моделях, розглядаючи об'єкти як системи масового обслуговування з марковською властивістю. Перехідні ймовірності визначити за макрочарактеристиками об'єкту, які мають характер математичних очікувань

$$\sum_j p_{ij} a_{ij} = M_i,$$

використовуючи метод максимізації інформаційної ентропії [3]

$$S = -\sum_i p_i \ln p_i.$$

Список використаних джерел:

1. *Небезпечні та шкідливі виробничі фактори* / перелік. URL: <https://www.sop.com.ua/article/206-qqq-16-m6-13-06-2016-nebezpechn-ta-shkdliiv-virobnich-faktori> (дата звернення 28.03.2023).
2. *Компьютеры, модели, вычислительный эксперимент. Введение в информатику с позиций математического моделирования.* (1988). Наука.
3. Хакен, Г. (1991). *Информация и самоорганизация. Макроскопический подход к сложным системам.* Мир.