

УДК 656.211.5

ЗМІЙ С.О., асистент (УкрДАЗТ)  
МОРОЗ В.П., к.т.н., доцент (УкрДАЗТ)  
ТУРЧИНОВ Р.В., асистент (УкрДАЗТ)

## **Метод та результати моделювання операцій по оповіщенню працюючих на коліях черговим по станції**

Zmiy S.O., assistant (USART)  
Moroz V.P., Ph. D., Associate Professor (USART)  
Turchinov R.V., assistant (USART)

## **Method and results simulation of operations alert working on railway tracks of duty station**

---

### **Вступ**

Причинами виникнення аварій та порушень безпеки руху поїздів є можливі поєднання помилок обслуговуючого та оперативного персоналу, відмов технічних засобів систем керування рухом поїздів, а також відповідна поїзна ситуація та прояв зовнішніх відмов [5].

Аналіз статистичних даних показав, що аварії та порушення безпеки руху поїздів, в основному, викликані впливом людського чинника. Звідси витікає, що при аналізі показників безпеки систем керування рухом поїздів, ці системи необхідно розглядати в якості ергатичних.

У даній статті запропоновано метод функціонально-семантичних мереж щодо моделювання ергатичних систем, а саме, операцій по оповіщенню черговим по станції, що впливають як на безпеку руху поїздів, так і на безпеку працюючих бригад на коліях станції, працівників станції та пасажирів.

---

### **Аналіз літературних даних і постановка проблеми**

Проблемам моделювання ергатичних систем присвячено багато досліджень [1-4, 6-10]. Наприклад, у роботах [2, 6] висвітлені питання визначення кількісних показ-

ників функціональної надійності діяльності людини-оператора.

Метою даної роботи є отримання кількісних значень імовірності своєчасного виконання операції. Визначення цих кількісних значень своєчасного оповіщення працюючих на коліях, інших працівників та пасажирів ґрунтується на використанні функціонально-семантичних мереж.

Для досягнення даної мети необхідно вирішити наступні задачі:

- створення функціонально-семантичної мережі, що моделює операції по оповіщенню працюючих на коліях черговим по станції;
- встановлення закономірностей між імовірністю своєчасного виконання операції та психофізіологічним станом чергового по станції і кількістю бригад.

---

### **Основний матеріал**

Об'єктом дослідження є черговий по станції (оператор).

На основі проведених відеозйомок робочих змін чергових по станції та з урахуванням рекомендацій [1-4, 6-10] побудована функціонально-семантична мережа виконання операції по оповіщенню (рис. 1) бригад робітників на коліях станції, працівників станції та пасажирів.

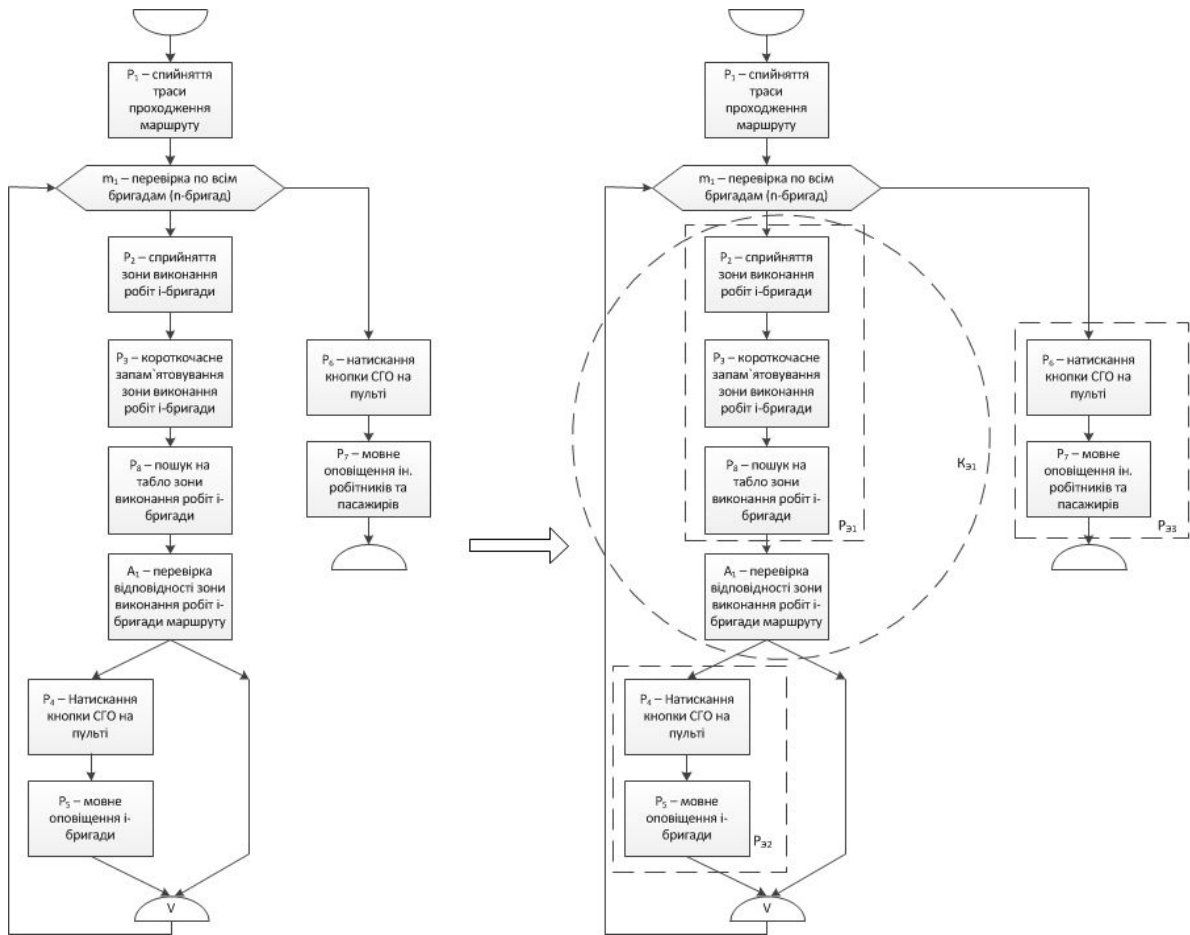


Рис. 1. Функціонально-семантична мережа виконання операції по оповіщенню

В результаті моделювання функціонально-семантичної мережі встановлено, що з імовірністю не нижче 0.856 (прийнята для систем електричної централізації [5]) черговий по станції здатен оповіщати не більше двох одночасно працюючих бригад

при оптимальному психофізіологічному стані. Проте, при погіршенні психофізіологічного стану черговий по станції не в змозі виконати поставлене завдання з необхідною імовірністю (рис. 2).

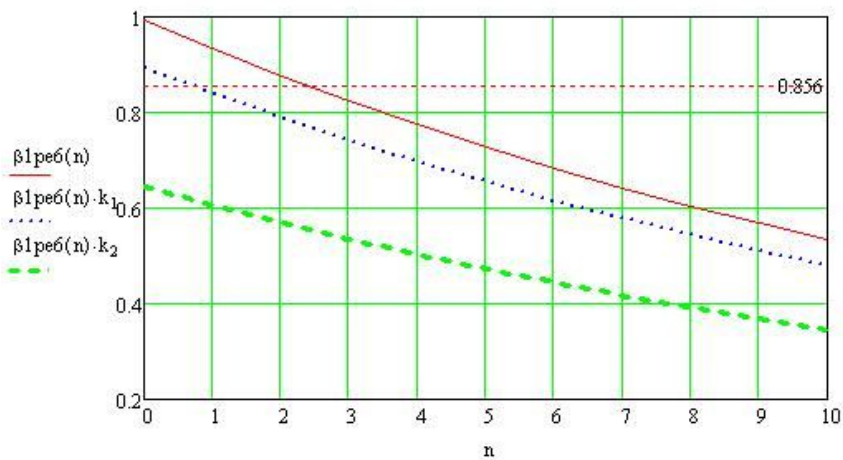


Рис. 2. Залежність імовірності виконання операції оповіщення від кількості бригад та при різних психофізіологічних станах чергового по станції

Час виконання операції оповіщення також залежить від психофізіологічного стану чергового по станції (рис. 3). Так, при погіршенні психофізіологічного стану час, що необхідний для оповіщення, збільшу-

ється в два рази, що значно впливає як на безпеку руху поїздів, так і на безпеку працюючих бригад на коліях станції, працівників станції та пасажирів.

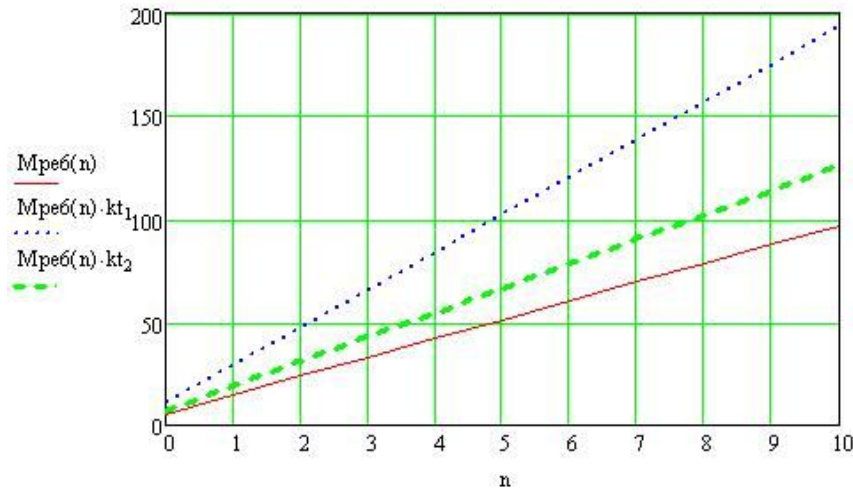


Рис. 3. Залежність математичного очікування виконання операції по оповіщенню від кількості бригад при різних психофізіологічних станах чергового по станції

Для визначення залежності імовірності виконання операції по оповіщенню від часу виконання при зміні психофізіологічного стану чергового по станції та згідно з рекомендаціями [Помилка! Джерело посилання не знайдено.], встановлені параметри гама-розподілення:

$$\alpha(n) := \frac{M_{opeb}(n)^2}{SK_{Opeb}(n)}$$

$$\alpha(1) = 85.147 \quad (1)$$

$$\beta(n) := \frac{M_{opeb}(n)}{SK_{Opeb}(n)}$$

$$\beta(1) = 5.836 \quad (2)$$

Оскільки параметри  $\alpha$  і  $\beta$  приймають великі значення, то в якості закону розподілення випадкової величини – імовірності виконання операції по оповіщенню, необхідно використати особливий випадок гама-розподілення нормального закону [Помилка! Джерело посилання не знайдено.].

$$f(t, n) := \frac{1}{SK_{Opeb}(n) \cdot \sqrt{2\pi}} e^{-\left[ \frac{(t - M_{opeb}(n))^2}{2 \cdot SK_{Opeb}(n)^2} \right]} \quad (3)$$

$$P(t, n) := \int_0^t f(t, n) dt \quad (4)$$

Подальші розрахунки показали, що мінімально необхідний час за який черговий по станції здатен виконати операцію по оповіщенню з мінімально допустимою імовірністю складає 17 секунд (рис. 4). Проте, при погіршенні психофізіологічного стану черговий по станції не в змозі виконувати поставлене завдання.

Таким чином, імовірність своєчасного оповіщення черговим по станції однієї бригади складає 0,932. При цьому мінімальний час для виконання операції складає близько 17 секунд за "ідеальних" умов. У випадку з черговим по станції з малим досвідом роботи або ж з низькою кваліфікацією імовірність своєчасного оповіщення навіть однієї бригади знижується до 0.877.

При знаходженні на коліях 3 бригад імовірність оповіщення, навіть за «ідеаль-

них» умов, складає 0.816, що значно нижче за норму.

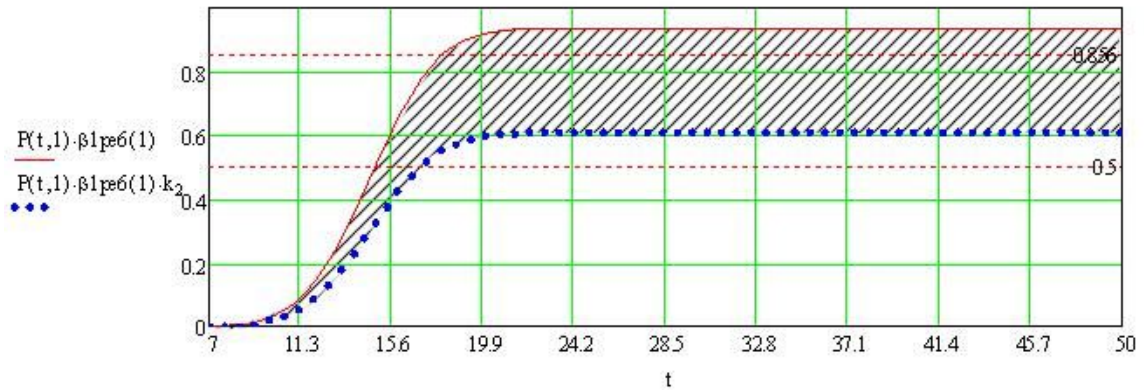


Рис. 4. Залежність імовірності виконання операції по оповіщенню від часу виконання при зміні психофізіологічного стану

### Висновки

Використання функціонально-семантичних мереж дозволяє встановити можливість своєчасного та імовірнісного виконання окремих операцій чергового по станції.

Аналіз функціонально-семантичної мережі дозволяє визначити такі дії чергового по станції, що вказують на неспроможність виконання операцій із заданими параметрами.

Таким чином, результати моделювання вказують на те, що виконання операції по оповіщенню черговим по станції не задовольняє умовам при погіршенні психофізіологічного стану або при збільшенні кількості бригад.

Для рішення цієї задачі необхідно впроваджувати системи автоматичного оповіщення працюючих бригад на коліях станції, працівників станції та пасажирів.

### Список літератури:

1. Губинский, А. И. Надежность и качество функционирования эргатических систем [Текст] / А.И. Губинский. – Л.: Наука, 1982. – 270с.
2. Губинский, А. И. Оценка надежности деятельности человека-оператора в системах управления [Текст] / А.И. Губинский, В.В. Кобзев. – М.: Машиностроение, 1975. – 52с.

3. Губинский, А. И. Эргономическое проектирование судовых систем управления [Текст] / А.И. Губинский, В.Г. Евграфов. – Л.: Судостроение, 1977. – 224с.
4. Ашеро́в, А. Т. Судебно-эргономическая экспертиза несчастных случаев в системе «человек-техника-среда» [Текст] / А.Т. Ашеро́в, В.В. Сабадаш. – Х.: УИПА, 2008. – 145с.
5. Сапожников, Вл.В. Станционные системы автоматизации и телемеханики [Текст] / Вл.В. Сапожников и др.; под ред. Вл.В. Сапожников – М.: Транспорт, 1997. – 432с.
6. Информационно-управляющие человеко-машинные системы: Исследование, проектирование, испытания: Справочник [Текст] / под ред. А.И. Губинского и В.Г. Евграфова – М.: Машиностроение, 1993. – 528с. – ISBN 5-217-02011-3.
7. Чачко, А.Г. Человек за пультом [Текст] / А.Г.Чачко. – М.: Советская Россия, 1974. – 352с.
8. Мороз, В. П. Особенности проектирования АРМ оперативно-диспетчерского персонала [Текст] / В. П. Мороз, С.В. Сколота. – Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. – 2010. – №4(Додаток). – С. 2-3.
9. Мороз, В. П. Врахування умов праці при проектуванні АРМ оперативно-диспетчерського персоналу [Текст] / В. П. Мороз, С.В. Сколота. – Інформаційно-

керуючі системи на залізничному транспорті.– 2010.– №4 (Додаток).– С. 2.

10. Мороз, В. П. Про співвідношення наявного та потрібного видів часу в людино-машинних системах керування рухом поїздів [Текст] / В. П. Мороз. – Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті.– 2010.– №4(Додаток).– С. 2-3.

**Spisok literatury:**

1. Gubinskij, A. I. Nadezhnost' i kachestvo funkcionirovanija jergaticeskikh sistem [Tekst] / A.I. Gubinskij. – L.: Nauka, 198 2. – 270s.

2. Gubinskij, A. I. Ocenka nadezhnosti dejatel'nosti cheloveka-operatora v sistemah upravlenija [Tekst] / A.I. Gubinskij, V.V. Kobzev. – M.: Mashinostroenie, 1975. – 52s.

3. Gubinskij, A. I. Jergonomicheskoe proektirovanie sudovyh sistem upravlenija [Tekst] / A.I. Gubinskij, V.G. Evgrafov. – L.: Sudostroenie, 1977. – 224s.

4. Asherov, A. T. Sudebno-jergonomicheskaja jekspertiza neschastnyh sluchaev v sisteme «chelovek-tehnika-sreda» [Tekst] / A.T. Asherov, V.V. Sabadash. – H.: UIPA, 2008. – 145s.

5. Sapozhnikov, VI.V. Stacionnyye sistemy avtomatiki i telemehaniki [Tekst] / VI.V. Sapozhnikov i dr.; pod red. VI.V. Sapozhnikov – M.: Transport, 1997. – 432s.

6. Informacionno-upravljajushhie cheloveko-mashinnye sistemy: Issledovanie, proektirovanie, ispytaniya: Spravochnik [Tekst] / pod red. A.I. Gubinskogo i V.G. Evgrafova – M.: Mashinostroenie, 1993. – 528s. – ISBN 5-217-02011-3.

7. Chachko, A.G. Chelovek za pul'tom [Tekst] / A.G.Chachko. – M.: Sovetskaja Rossija, 1974. – 352s.

8. Moroz, V. P. Osoblivosti proektuvannja ARM operativno-

dispatchers'kogo personalu [Tekst] / V. P. Moroz, S.V. Skolota. – Informacijno-kerujuchi sistemi na zaliznichnomu transporti.– 2010.– №4(Dodatok).– S. 2-3.

9. Moroz, V. P. Vrahuvannja umov praci pri proektuvanni ARM operativno-dispatchers'kogo personalu [Tekst] / V. P. Moroz, S.V. Skolota. – Informacijno-kerujuchi sistemi na zaliznichnomu transporti.– 2010.– №4(Dodatok).– S. 2.

10. Moroz, V. P. Pro spivvidnoshennja najavnogo ta potribnogo vidiv chasu v ljudino-mashinnych sistemah keruvannja ruhom poїzdів [Tekst] / V. P. Moroz. – Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2010. – №4 (Додаток).– С. 2-3.

**Анотації:**

Представлено аналіз результатів моделювання виконання операцій по оповіщенню працюючих на коліях черговим по станції. Виявлені залежності імовірності своєчасного оповіщення від різних чинників: кількості бригад, психофізіологічного стану чергового по станції.

**Ключові слова:** імовірність, своєчасність, функціонально-семантична мережа, моделювання.

Представлен анализ результатов моделирования выполнения операции по оповещению работающих на путях дежурным по станции. Выявлены зависимости вероятности своевременного оповещения от различных факторов: количества бригад, психофизиологического состояния дежурного по станции.

**Ключевые слова:** вероятность, своевременность, функционально-семантическая сеть, моделирование.

Presents an analysis of the simulation results of the operation to alert working on ways to station duty officer. Identified according to the probability of timely notification on various factors: number of teams, psychophysiological state of station duty officer.

**Keywords:** probability, timeliness, functionally-semantic network, modeling.