

Для вирішення цього завдання пропонується процедура (див. рисунок), що включає цикл випробувань, що складається з  $N$  випробувань, у кожне з яких входить формування завдання, пред'явлення його оператору протягом заданого інтервалу часу, формування оператором відповіді після сприйняття завдання або після закінчення встановленого інтервалу часу видачі завдання, порівняння завдання з відповіддю та фіксація помилки, якщо вони не відповідають одне одному [3]. Тобто, якщо оператор припустився помилки при формуванні відповіді, визначенні та запам'ятовуванні результатів випробування, виконується  $M$  циклів випробувань. При цьому пред'явлення оператору завдання виконується в першому циклі випробувань протягом максимального передбаченого часу, а в кожному з наступних циклів протягом часу, меншого за час пред'явлення в попередньому циклі на встановлену величину, та у кожному циклі визначається кількість помилок з початку циклу. Результати кожного випробування – тривалість відповіді, наявність помилки у випробуванні та кількість помилок у циклі з його початку – запам'ятовуються, а після закінчення  $M$  циклів за результатами всіх випробувань визначаються психофізіоло-

гічні характеристики оператора, за якими оцінюється придатність оператора до виконання відповідної роботи.

Оцінювання таким чином придатності оператора до виконання відповідної роботи підвищує достовірність інформації про роботу оператора та об'єктивність оцінювання придатності оператора до виконання заданої роботи завдяки використанню більшого обсягу інформації про роботу оператора – результатів  $M \cdot N$  випробувань.

### *Список використаних джерел*

1. Ветошкин, А. Г. Техногенный риск и безопасность [Текст] / А. Г. Ветошкин, К. Р. Таранцева. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2001. – 171 с.
2. Henley, E. Reliability engineering and risk assessment [Текст] / E. J. Henley, H. Kumamoto // Prentice-Hall, 1981. – 568 p.
3. Спосіб професійного відбору операторів [Текст]: пат. 40353 Україна, МПК G09В 9/00 / В.М. Астахов, С. Є. Бантюков, С. О. Бантюкова, О. М. Огар; заявники і патентовласники В. М. Астахов, С. Є. Бантюков, С. О. Бантюкова, О. М. Огар – № у 2008 09765; заявл. 25.07.2008 ; опубл. 10.04.2009, Бюл. № 7.

УДК 656.25

*С. О. Бантюкова*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ОПЕРАТОРА**

*S. O. Bantyukova*

## **RESEARCH OF RELIABILITY OF OPERATOR'S WORK**

На надійність системи «людина-техніка-середовище-збурювання» впливають чотири фактори: надійність людини-оператора (імовірність, що оператор системи не допустить помилок), надійність

техніки (імовірність безвідмовної роботи техніки), несприятливі впливи зовнішнього середовища та зовнішні заздальгідь не передбачені впливи. Складова «людина-оператор» має більшу вагу, оскільки, за

статистикою, найбільша кількість аварій відбувається з вини людини. Функціонування будь-якої системи за участю людини залежить від того, наскільки вчасно, точно й безпомилково, тобто надійно, людина-оператор виконує свої функції. Дослідження показують, що при одноразовому резервуванні технічних пристроїв кваліфікованим оператором надійність системи виявляється вище, ніж при використанні чотириразового технічного резервування [1]. Багатоетапна процедура професійного відбору операторів технічних систем переслідує основну мету – забезпечення максимальної ефективності функціонування технічної системи, у якій людина виконує задані функції оператора з високим ступенем надійності [2]. При подібному професійному відборі небезпека відмови людино-машинних комплексів буде, з погляду можливості помилкових дій оператора, мінімізована. Для об'єктивної оцінки поточного стану готовності операторів до виконання дій технологічних процесів, попередження виникнення аварій і позаштатних ситуацій внаслідок неправильних або несвоєчасних дій людини необхідні способи та засоби оцінки надійності роботи оператора.

Відомо, що надійність оператора в роботі характеризується такими показниками як безпомилковість, своєчасність, готовність та відновлюваність [3]. Для отримання більш достовірної оцінки надійності роботи оператора доцільно визначати надійність виконання оператором дії технологічного процесу за цими чотирма факторами в реальних умовах роботи і при тестуванні. Надійність виконання оператором дії технологічного процесу можна подати вектором  $\vec{p}$  в  $n$ -вимірному просторі  $P$  за базисом  $(\vec{p}_1, \vec{p}_2, \dots, \vec{p}_n)$  [4]. В цьому випадку надійність оператора буде являти собою вектор

$$\vec{p} = a_1 \vec{p}_1 + a_2 \vec{p}_2 + \dots + a_n \vec{p}_n,$$

де  $a_1, a_2, \dots, a_n$  – координати вектора  $\vec{p}$  в просторі  $P$ .

В нашому випадку надійність виконання оператором дії технологічного процесу буде подана (як розкладання вектора  $\vec{p}$  за базисом  $(\vec{p}_{\delta n}, \vec{p}_{\delta c}, \vec{p}_{\delta m}, \vec{p}_{\delta id})$ ), що задає чотиривимірний простір  $P$ ,

$$\vec{p} = a_1 \vec{p}_{\delta n} + a_2 \vec{p}_{\delta c} + a_3 \vec{p}_{\delta m} + a_4 \vec{p}_{\delta id},$$

де  $p_{\delta n}$  – імовірність безпомилкового виконання оператором дії технологічного процесу;

$p_{\delta c}$  – імовірність своєчасного виконання оператором дії технологічного процесу;

$p_{\delta m}$  – імовірність готовності включення оператора в роботу в будь-який момент часу;

$p_{\delta id}$  – імовірність виправлення оператором помилки (відновлюваність).

Значення координат вектора надійності оператора визначають безпомилковість  $a_1$ , своєчасність  $a_2$ , готовність  $a_3$ , відновлюваність  $a_4$  виконання дії оператором.

Чисельним виразом значення надійності виконання оператором дії приймемо нормовану довжину вектора  $\vec{p}$

$$|\vec{p}| = \sqrt{\frac{a_1^2 + a_2^2 + a_3^2 + a_4^2}{4}}.$$

Таке подання надійності виконання оператором дії технологічного процесу у вигляді вектора в чотиривимірному просторі дозволяє розкласти узагальнений показник надійності виконання дії оператором на складові та оцінити кожен з них окремо; оцінити зміну надійності оператора в процесі підготовки, реальної роботи або очікування між реальними роботами; при необхідності розширити розмірність простору та ввести додаткові характеристики, що впливають на надійність оператора.

*Список використаних джерел*

1. Либерман, А. Н. Техногенная безопасность: человеческий фактор [Текст] / А. Н. Либерман. – СПб.: ВИС, 2006. – 103 с.
2. David Brown. Systems analysis and Design for Safety. Prentice Hall Incorporation, Engteewood Gtiffs, New Jercy. 2003.

3. Надежность техни-ческих систем и техногенный риск [Текст] : учеб. пособие / В. А. Акимов, В. Л. Лапин, В. М. Попов [и др.]. – М. : ЗАО ФИД «Деловой экспресс», 2002. – 368 с.

4. Дружинин, Г. В. Человек в моделях технологии [Текст] : учеб. пособие в 3-х ч. Ч. 1: Свойства человека в технологических системах / Г. В. Дружинин. – М.: МИИТ, 1996. – 124 с.

УДК 656.212.6:658.5.011.56

*В. С. Меркулов, І. Г. Бізюк*

**КІЛЬКІСНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ОПЕРАТИВНОГО ПЛАНУ ВАНТАЖЕННЯ-ВІВАНТАЖЕННЯ В РЕГІОНІ ДОРОГИ**

*V. Merkulov, I. Biziuk*

**QUANTITATIVE ASSESSMENT OF THE QUALITY OF THE OPERATIONAL PLAN OF LOADING AND UNLOADING IN THE REGION OF THE ROAD**

Одна з цілей оперативного планування – визначити конкретні обсяги робіт з вантаження-вивантаження кожної станції. Це дає можливість розрахувати потребу в транспортних засобах по кожній станції, регіону, дорозі та в цілому по мережі за календарними датами, номенклатурою та родами рухомого складу, тобто оперативно управляти процесом перевезень. Автоматизована система оперативного планування вантаження-вивантаження в регіоні дороги передбачає застосування методів розв'язування задачі цілочисельного програмування разом із ситуаційно-евристичним методом. Для кількісної оцінки якості планування пропонується використання адитивного “критерію Кузьміна” [1,2]. Модель процесу планування (її формальна схема) побудована із припущення детермінованості (період планування – 30 календарних днів). Введемо для кожного моменту часу позначення:  $x_t^{jk}$  – стан об'єкта управління;

$\bar{x}_t^{jk}$  – вплив управляючого органу;  $x_t^{jk*}$  – вихідна характеристика;  $\Psi_t^j$  – зовнішні параметри;  $\Phi_t^v$  – передісторія до моменту  $t$ . Завданням автоматизованої системи планування в початковий момент  $t=0$  є вибір такого впливу  $U_0$ , щоб виконувалися умови: а) вихідна характеристика має тільки допустимі значення; б) у наступні моменти  $t=1,2,\dots,T-1$  можна вибрати такі допустимі впливи, для яких виконується умова а) із заміною  $l$  на  $t$ ; в) при виконанні умов а) і б) досягається екстремум очікуваної величини суми значень функціональної вихідної характеристики за період  $[0, T]$ ; г) ця сума обчислюється у припущенні, що впливи  $U_t$ , які обираються в наступні моменти часу  $t=1,2,\dots, T-1$ , також задовольняють умову в) із заміною  $[0, T]$  на  $[t, T]$ .

Нехай  $F_{1,T}(x_1, u_0, \Psi)$  – екстремальне значення суми за період  $[1, T]$ .