Journal of Scientific Papers "Social development & Security"
home page: https://paperssds.eu/index.php/JSPSDS/

Volodymyr Mirnenko & Oleg Shekera & Sergi Pustovyi & Petro Yablonskyi (2018) Matematychna model systemy medychnoho obsluhovuvannia naselennia iz zastosuvanniam dyfuziino-nemonotonnoho zakonu rozpodilu chasu zakhvoriuvannia [Mathematical model of the system of medical services for the population with the use of the diffusion-nonmonotonic law of distribution of the time of disease]. *Social development & Security*. 5(7), 21–31. Retrieved from https://paperssds.eu/index.php/JSPSDS/article/view/63/51
DOI: http://doi.org/10.5281/zenodo.1450568

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ СИСТЕМИ МЕДИЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ НАСЕЛЕННЯ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ДИФУЗІЙНО–НЕМОНОТОННОГО ЗАКОНУ РОЗПОДІЛУ ЧАСУ ЗАХВОРЮВАННЯ

Володимир Мірненко *, Олег Шекера, Сергій Пустовий ***, Петро Яблонський ******

** Національний університет оборони України імені Івана Черняховського,*
проспект Повітрофлотський, 28, м. Київ, 03049, Україна,
e-mail: mirnenkovi@gmail.com
д.т.н., професор,
завідувач кафедри логістики Повітряних Сил

*** Національна медична академія післядипломної освіти ім. П.Л. Шупика,*
вул. Дорогожицька, 9, м. Київ, 04112, Україна,
e-mail: director_IFM_NMAPO@ukr.net
д.мед.н., професор,

**** Інжиніринговa компанія ТОВ "Котріс",*
вул. Петра Нестерова, 3, м. Київ, 03680, Україна,
e-mail: psa@kotris.ua
к.т.н.

***** Національний університет оборони України імені Івана Черняховського,*
проспект Повітрофлотський, 28, м. Київ, 03049, Україна,
e-mail: teyka1943@gmail.com
к.т.н., доцент

OPEN ACCESS

Article history:
Received: September, 2018
1st Revision: September, 2018 Accepted: October, 2018

DOI: http://doi.org/ 10.5281/zenodo.1450568

Анотація: *У статті запропонована математична модель медичного обслуговування населення із застосуванням дифузійно-немонотонного закону розподілу часу захворювань. Встановлена аналітична залежність коефіцієнту працездатності людини від рівня її захворювань і основних характеристик системи медичного обслуговування: періодичності проведення диспансерних оглядів, тривалості лікування, якості постановки діагнозу у поліклініці і лікарні, ймовірності звернення за медичною допомогою, помилкових звернень за медичною допомогою. Показано існування оптимального періоду проведення диспансерних оглядів, при якому досягається максимальний рівень працездатності.*

Ключові слова: *дифузійно-немонотонний закон розподілу, періодичність проведення диспансерних оглядів, достовірність постановки діагнозу, тривалість лікування, параметр масштабу і форми.*

Мірненко В., Шекера О, Пустовий С., Яблонський П. Математична модель системи медичного обслуговування населення із застосуванням дифузійно – немонотонного закону розподілу часу захворювання. *Social development & Security.* 2018. Вип. 5 (7). С. 21–31.
URL: https://paperssds.eu/index.php/JSPSDS/article/view/63/51
DOI: http://doi.org/10.5281/zenodo.1450568

1. Постановка проблеми

Для управління системою медичного обслуговування потрібно мати кількісний критерій її ефективності. Кількісний опис ефективності системи медичного обслуговування можливий при наявності математичної моделі її функціонування. Математична модель – це приблизний опис навколишнього світу за допомогою математичної символіки. Математичний опис системи медичного обслуговування вимагає наявності основних параметрів, які характеризують поведінку системи у певних умовах. Вибір основних параметрів медичного обслуговування займає важливе місце під час побудови математичної моделі.

2. Аналіз останніх досліджень та публікацій

Дослідженням системи медичного обслуговування населення присвячена велика кількість робіт. В роботі [1, 2] запропонована математична модель так званої диспансерної моделі медичного обслуговування населення. При побудові такої системи за модель захворювання населення можуть використовуватися різні закони розподілу захворювання людей. Найбільш простим є експоненціальний закон розподілу. Такий закон досить добре моделює захворювання людей молодого віку. Для такого закону характерна постійна інтенсивність захворювання. Ця обставина суттєво обмежує застосування експоненціального закону розподілу для людей старшого віку. Вважається, що після приблизно 45 років інтенсивність захворювань людей зростає., тому що людина старіє. Для більш адекватного опису захворювань людей будь-якого віку потрібно використовувати інші закони розподілу, наприклад, логарифмічно-нормальний, закон Вейбула, дифузійні закони. Серед вказаних законів найбільш придатним, на наш погляд, є дифузійно-немонотонний закон розподілу. Зараз дифузійно-немонотонний закон розподілу вважається найбільш універсальним серед всіх відомих законів розподілу. Практичне застосування цього закону обмежується його складністю.

3. Постановка завдання

Категорії населення, які проходять регулярні медичні обстеження з метою визначення стану їх здоров’я, своєчасного виявлення можливого захворювання для його подальшого лікування є визначальними для побудови математичної моделі їх медичного обслуговування.

Мета статті. розробка математичної моделі системи медичного обслуговування населення, яка передбачає проведення диспансерних оглядів, через невипадкові інтервали часу. Процеси переходу зі стану до стану будемо описувати за допомогою напівмарковського випадкового процесу., який вважається найбільш потужним математичним методом.

Об'єктом дослідження є ефективність системи медичного обслуговування населення.

4. Виклад основного матеріалу

У зв'язку з рідкістю застосування дифузійно-немонотонного закону наведемо його основні характеристики:

щільність розподілу $f(t)=\dfrac{\sqrt{\mu}}{\nu t\sqrt{2\pi t}}exp\left[-\dfrac{(t-\mu)^2}{2\nu^2\mu t}\right],$ (1)

функція розподілу $F(t)=DN(t,\mu,\nu)=\Phi\left(\dfrac{t-\mu}{\nu\sqrt{\mu t}}\right)+exp\left[2\nu^{-2}\right]\Phi\left(-\dfrac{t+\mu}{\nu\sqrt{\mu t}}\right),$ (2)

ймовірність перебування людини у здоровому стані

$$P(t)=\Phi\left(\frac{\mu-t}{\nu\sqrt{\mu t}}\right)-exp\left(\frac{2}{\nu^2}\right)\Phi\left(-\frac{\mu+t}{\nu\sqrt{\mu t}}\right) \quad (3)$$

інтенсивність захворювань $\lambda(t)=\dfrac{\left(\nu t\sqrt{2\pi t}\right)^{-1}\sqrt{\mu}}{\Phi\left(\dfrac{\mu-t}{\nu\sqrt{\mu t}}\right)-exp\left(\dfrac{2}{\nu^2}\right)}\dfrac{exp\left[-\dfrac{(t-\mu)^2}{2\nu^2\mu t}\right]}{\Phi\left(-\dfrac{\mu+t}{\nu\sqrt{\mu t}}\right)}$ (4)

математичне очікування $\mu(t)=\mu$;

дисперсія $D(t)=\mu^2\upsilon^2$;

коефіцієнт варіації $\nu(t)=\nu$;

функція Лапласа $\Phi(x)=\dfrac{1}{\sqrt{2\pi}}\int\limits_{-\infty}^{x}exp\left(-\dfrac{t^2}{2}\right)dt$.

Для двомірного дифузійно-немонотонного розподілу математичне очікування називають параметром масштабу, а коефіцієнт варіації – параметром форми. Оскільки даний закон в наукових дослідженнях застосовується рідко, наведемо графічне зображення залежностей (1) – (4) відповідно.

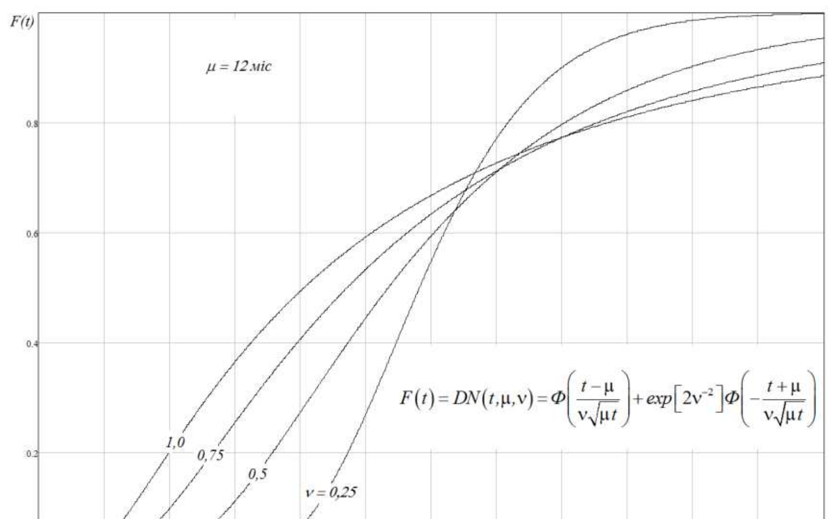

Рис.1. Функція розподілу часу захворювань для дифузійно-немонотонного розподілу.

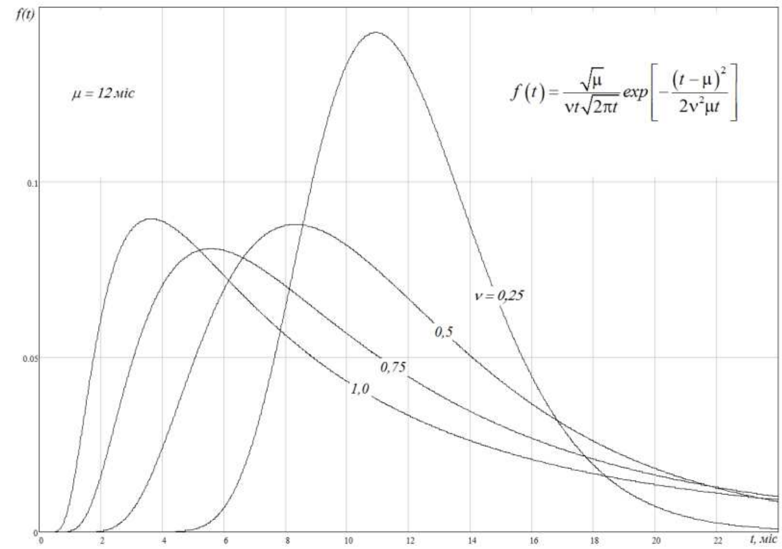

Рис.2. Щільність ймовірності часу захворювання для дифузійно-немонотонного розподілу.

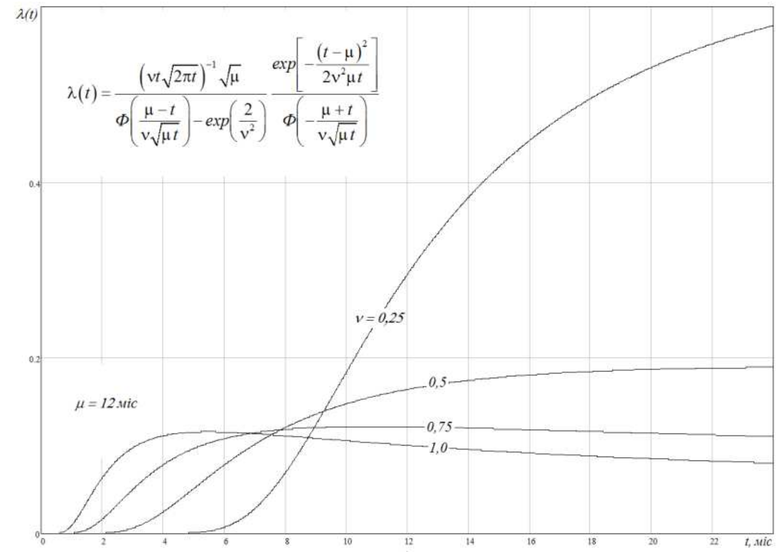

Рис.3. Інтенсивність захворювань для дифузійно-немонотонного розподілу

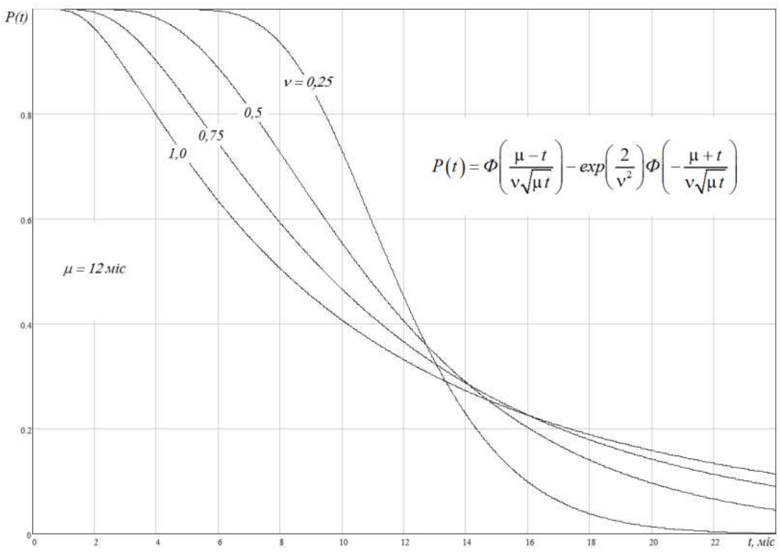

Рис.4. Ймовірність відсутності захворювань людини для дифузійно-немонотонного розподілу

З наведених на рис. 1–4 графіків видно, що залежності змінюються у відповідності до їх властивостей. Так, наприклад, функція розподілу змінюється від 0 до 1 і немає від’ємних значень при t < 0, що вигідно відрізняє цей закон, наприклад, від нормального закону. Ймовірність відсутності захворювань змінюється від 1 до 0. При цьому при збільшенні коефіцієнту варіації ν ймовірність відсутності захворювань зменшується повільніше, а мірою зменшення ν така залежність наближається до експоненціального розподілу.

Щільність розподілу, як і для будь-якого закону, має властивість, що площа під нею дорівнює одиниці. Для кожного значення коефіцієнту варіації існує максимальне значення щільності ймовірності. Особливо яскраво це видно для v=0,25.

Залежність інтенсивності захворювань від поточного часу показує, що для v = 0, 25 інтенсивність захворювань суттєво зростає при t > 8 місяців. Саме зростання інтенсивності захворювань до певної величини є характерною ознакою ДН – розподілу, що вигідно відрізняє цей закон , наприклад, від експоненціального і робить його придатним для моделювання захворювання людей.

Таким чином, наведені на рис. 1–4 графіки основних характеристик ДН – розподілу показують, що всі вони відповідають вимогам, які до них пред’являються, і їх можна використовувати для моделювання.

Будемо вважати, що для моделі, яка опублікована у роботі [1], відомі наступні параметри:

параметр масштабу μ = 12 місяців;

параметр форми v = 0,5;

інтенсивність помилкового звернення пацієнта за медичною допомогою $\lambda = \left(\frac{1}{15}\right)\frac{1}{м}$;

інтенсивність проявлення пропущених під час диспансерного огляду захворювань $\lambda_{пр} = \frac{1}{10}\frac{1}{м}$;

період проведення диспансерного огляду T=12м;

тривалість перевірки стану здоров’я у поліклініці $t^* = 4{,}16 \cdot 10^{-4}$ м;

тривалість перевірки стану здоров’я пацієнта у лікарні $t_п = 0{,}1$ м;

тривалість проведення профілактичних заходів у лікарні $t_p = 0{,}23$ м;

тривалість лікування пацієнта після захворювання $t_в$=0,6 м;

достовірність постановки діагнозу пацієнту у поліклініці $d^*_{нг}$=0,6;

достовірність постановки діагнозу пацієнту у лікарні $d_{нг} = 0{,}8$;

ймовірність звернення пацієнта у разі захворювання за медичною допомогою ρ=0,6;

достовірність правильного визначення здорового стану пацієнта у поліклініці $d_г$ =0,9.

Для отримання основних залежностей моделі необхідно визначити основні складові напівмарковського випадкового процесу, який однозначно визначається матрицею перехідних ймовірностей та матрицею функцій розподілу тривалості переходу зі стану $i = \overline{1,7}$ до стану $j = \overline{1,7}$, якщо відомий початковий стан випадкового процесу. Матриця перехідних ймовірностей для запропонованої моделі має вид

$$P_{ij}(T)=\left\|\begin{matrix} 0 & [1-F(T)]\cdot e^{-\lambda T} & (1-\rho)\int_0^T e^{-\lambda t}dF(t) & 0 & \rho\int_0^T e^{-\lambda t}dF(t) & \lambda\int_0^T e^{-\lambda t}[1-F(t)]dt & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & d_{нг} & 0 & 0 & 1-d_{нг} \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & d^*_{нг} & 0 & 0 & 1-d^*_{нг} \\ d^*_r & 0 & 0 & 1-d^*_r & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & e^{-\lambda_{пр}T} & 0 & 1-e^{-\lambda_{пр}T} & 0 & 0 \end{matrix}\right\| \qquad (5)$$

Обов'язковою умовою матриці перехідних ймовірностей є умова, щоб сума ймовірностей по кожному рядку дорівнювала одиниці. Для всіх рядків, крім першого, це очевидно Для початкових умов, що наведені вище, розраховані ймовірності ДН – розподілу для першого рядка матриці (5) дорівнюють

$P_{12}=$0, 1492 ; $P_{13}=$0,1222 ; $P_{15}=$0,1834 ; $P_{16}=$ 0,5452 .

Таким чином, сума $P_{12}+P_{13}+P_{15}+P_{16}=1$, що для чисельного методу можна вважати цілком прийнятним. Визначимо матрицю функцій розподілу тривалості переходу зі стану $i=\overline{1,7}$ до стану $j=\overline{1,7}$,

Будемо вважати, що функції розподілу тривалості переходів дорівнюють:

$$F_{15}(t)=\frac{\int_0^t e^{-\lambda x}dF(x)}{\int_0^T e^{-\lambda x}dF(x)};\ F_{16}(t)=\frac{\int_0^t\left[1-F(x)\right]\cdot e^{-\lambda x}dx}{\int_0^T\left[1-F(x)\right]\cdot e^{-\lambda x}dx};\ F_{75}(t)=\frac{\int_0^t e^{-\lambda np\cdot x}\cdot dx}{\int_0^T e^{-\lambda np\cdot x}\cdot dx}$$

Функція розподілу $F_{15}(t)$ записана у вигляді інтеграла Стільт'єса – Лапласа, а $F_{16}(t)$ і $F_{75}(t)$ у вигляді інтеграла Рімана.

Матрицю функцій розподілу часу перебування напівмарковського процесу у станах моделі можна представити у виді:

$$F_{ij}(t)=\left\|\begin{matrix} 0 & 1(T) & 1(T) & 0 & F_{15}(t) & F_{16}(t) & 0 \\ 1(t_n+t_{np}) & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1(t_n) & 0 & 0 & 1(t_n+t_{np}) \\ 1(t_в) & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1(t^*_n) & 0 & 0 & 1(t^*_n) \\ 1(t^*_n) & 0 & 0 & 1(t^*_n) & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1(T) & 0 & F_{75}(t) & 0 & 0 \end{matrix}\right\|=$$

$$= \begin{Vmatrix} 0 & 1(100) & 1(100) & 0 & 6{,}35\cdot10^{-3} & 0{,}1559 & 0 \\ 1(4) & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1(1) & 0 & 0 & 1(4) \\ 1(1{,}5) & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1(0{,}5) & 0 & 0 & 1(0{,}5) \\ 1(0{,}5) & 0 & 0 & 1(0{,}5) & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1(100) & 0 & 1(0{,}5) & 0 & 0 \end{Vmatrix} \quad (6)$$

Коефіцієнт працездатності пацієнта може бути представлений у вигляді [3]:

$$K_{тв} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \pi_i(T)\cdot\omega_i(T)}{\sum_{i=1}^{n} \pi_i(T)\cdot\mu_i(T)}, \quad (7)$$

де $\pi_i(T)$ – середня частота повернення марковського ланцюга до стану e_i;

$\omega_i(T)$ – середній час перебування пацієнта у працездатному стані;

$\mu_i(T)$ – середній час перебування пацієнта у *i*-му стані.

Для нашої моделі середній час перебування пацієнта у працездатному стані буде дорівнювати: $\omega_1(T) = M\{\min(\tau, \tau_л, T)\}$.

Решта $\omega_i(T) = 0$, $i = \overline{2,7}$, тому що пацієнт у цих станах знаходиться у непрацездатному стані. Математичне очікування тривалості одного кроку при переході зі стану e_i до стану e_j дорівнює:

$$\mu_i(T) = \sum_{i=1}^{n} P_{ij}(T)\cdot\int_0^\infty t\cdot dF(t), \quad (8)$$

де $F_{ij}(t)$ – закон розподілу тривалості переходу зі стану e_i до стану e_j.

$P_{ij}(T)$ – перехідні ймовірності матриці переходів.

Значення частот $\pi_i(T)$ можна визначити з системи рівнянь Феллера [4]:

$$\left.\begin{aligned} \pi_i(T) &= \sum_{\substack{j=1 \\ j\neq i}}^{7} \pi_j(T)\cdot P_{ji}(T), \\ \sum_{i=1}^{7} \pi_i(T) &= 1 \end{aligned}\right\} \quad (9)$$

Якщо всі стани ланцюга Маркова взаємопов’язані, то рішення системи (9) існує, воно є єдиним, при цьому $\pi_i(T) > 0$.

Можна показати, що рішення системи рівнянь (9) з використанням ДН – розподілу дорівнюють: $\pi_1(T)$=0,39492; $\pi_2(T)$=0,05893; $\pi_3(T)$=0,0659 $\pi_4(T)$=0,14222; $\pi_5(T)$=0,11329; $\pi_6(T)$=0,2153; $\pi_7(T)$=0,0585..

Можна переконатися, що сума всіх частот вектора $\overline{\pi}(T)$ при використанні чисельного методу вирішення рівняння Феллера з достатньою для практики точністю дорівнює одиниці.

Далі використовуючи (8), визначимо середній час тривалості перебування пацієнта у станах напівмарковського процесу. Так у стані e_1 він перебуває середній час

$$\mu_1(T) = [1 - F(T)] \cdot e^{-\lambda T} + (1-\rho) \cdot \int_0^T e^{-\lambda T} \cdot dF(t) \cdot T +$$
$$+ \rho \int_0^T e^{-\lambda T} \cdot dF(t) \cdot \int_0^T t \cdot dF(t) + \lambda \cdot \int_0^T e^{-\lambda T} [1 - F(t)] \cdot dt \cdot \int_0^T t \cdot dF(t);$$

Використовуючи початкові умови, що наведені вище та функцію ДН-розподілу (2), отримаємо: $\mu_1(T) = 7{,}1$ міс, $\mu_2(T) = 0{,}33$ міс, $\mu_3 = 0.146$ міс, $\mu_4 = t_в = 0{,}5$ міс, $\mu_5 = t_n^* = 0{,}00042$ міс, $\mu_6 = t_n^* = 0{,}000416$ *міс,* $\mu_7 = \dfrac{\left(1 - e^{-\lambda_{пр} \cdot T}\right)}{\lambda_{пр}} = 7$ *міс.*

Таким чином, вектор середнього часу перебування пацієнта у станах напівмарковського процесу дорівнює:

$$\overline{\mu} = (\mu_1; \mu_2; \mu_3; \mu_4; \mu_5; \mu_6; \mu_7) = (7{,}1; 0{,}33; 0{,}146, 0{,}5; 0{,}00042; 0{,}000416; 7). \qquad (10)$$

Далі визначимо середній час одного переходу напівмарковського процесу

$$\begin{aligned}\mu_{сер}(t) = {} & \pi_1(t) \cdot \mu_1(t) + \pi_2(t) \cdot \mu_2(t) + \pi_3(t) \cdot \mu_3(t) + \pi_4(t) \cdot \mu_4(t) + \pi_5(t) \cdot \mu_5(t) + \\ & + \pi_6 \cdot \mu_6(t) + \pi_7(t) \cdot \mu_7(t)\end{aligned} . \qquad (11)$$

З урахуванням компонент вектора $\overline{\pi}(T)$ та компонент вектора $\overline{\mu}(T)$ згідно з формулою (11) визначимо $\mu_{сер}(T) = 3{,}297$ міс.

Далі визначимо коефіцієнт працездатності пацієнта. Для цього встановимо середній час перебування пацієнта у стані e_1:

$$\omega_1(T) = M[\min(\tau, \tau_n)].$$

Функція розподілу помилкових звернень за медичною допомогою дорівнює: $\Phi(t) = 1 - e^{-\lambda \cdot t}$.

Тоді $\omega_1(T) = \int_0^T (1 - F(t)) \cdot \left(1 - e^{-\lambda \cdot t}\right) \cdot dt = \int_0^T (1 - F(t)) \cdot e^{-\lambda \cdot t} \cdot dt$

З урахуванням (2) при зазначених вище вихідних даних отримаємо $\omega_1(T) = 6{,}5$ міс., а значення коефіцієнта працездатності пацієнта дорівнює

$$K_{тв} = \frac{\pi_1(T) \cdot \omega_1(T)}{\mu_{сер}(T)} = 0{,}784 .$$

Це означає, що для початкових умов моделі обслуговування, які наведені на сторінці 5, серед 100 пацієнтів 78 будуть у працездатному стані. Якщо мова йде про одного пацієнта, то він протягом року 78% часу буде у працездатному стані.

В подальшому планується показати залежність коефіцієнту працездатності від основних параметрів математичної моделі, а саме: періодичності проведення диспансерного огляду, тривалості відновлення стану здоров’я пацієнта, достовірності постановки діагнозу у поліклініці і лікарні, параметру масштабу і форми дифузійно-немонотонного розподілу, ймовірності звернення пацієнта за медичною допомогою у разі захворювання.

Author details (in Russian)

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ МЕДИЦИНСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИФУЗИОННО-НЕМОНОТОННОГО ЗАКОНА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ ЗАБОЛЕВАНИЯ

Владимир Мирненко *, Олег Шекера, Сергей Пустовой ***, Петр Яблонский ******

*** Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского,*
пр-кт Воздухофлотский, 28, г. Киев, 03049, Украина,
e-mail: mirnenkovi@gmail.com
д.т.н., профессор

*** Национальная медицинская академия последипломного образования им. П.Л. Шупика*
ул. Дорогожицькая, 9, г. Киев, 04112, Украина
e-mail: director_IFM_NMAPO@ukr.net
д.мед.н., профессор

**** Инжиниринговая компания ООО “Котрис”,*
ул. Петра Нестерова, 3, г. Киев, 03680, Украина,
e-mail: psa@kotris.ua,
к.т.н.

******** Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского,*
пр-т Воздухофлотский, 28, г. Киев, 03049, Украина,
e-mail: teyka1943@gmail.com,
к.т.н., доцент

Аннотация: *В статье предложена математическая модель медицинского обслуживания населения с применением диффузионно-немонотонного закона распределения времени заболеваний. Установлена аналитическая зависимость коэффициента работоспособности человека от уровня его заболеваний и основных характеристик системы медицинского обслуживания: периодичности проведения диспансерных осмотров, продолжительности лечения, качества постановки диагноза в поликлинике и больнице, вероятности обращения за медицинской помощью, ложных обращений за медицинской помощью. Показано существование оптимального периода проведения диспансерных осмотров, при котором достигается максимальный уровень работоспособности.*

Ключевые слова: *диффузионно-немонотонный закон распределения, периодичность проведения диспансерных осмотров, достоверность постановки диагноза, продолжительность лечения, параметр масштаба и формы.*

Author details (in English)

MATHEMATICAL MODEL OF THE SYSTEM OF MEDICAL SUPPORT OF THE POPULATION USING THE DIFFUSION-NON-MONOTONIC LAW OF DISEASE TIME DISTRIBUTION

Volodymyr Mirnenko *, Oleg Shekera **, Sergey Pustovoy *, Peter Yablonsky ******

** The National Defense University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovskyi,*
28, Vozduhoflotsky av., Kyiv, 03049, Ukraine,
e-mail: mirnenkovi@gmail.com
Doctor of Technical Sciences, Professor

*** National Medical Academy of Postgraduate Education. P.L. Shupika*
9, Dorogozhytska st., Kyiv, 04112, Ukraine
e-mail: director_IFM_NMAPO@ukr.net
Doctor of Medicine, professor

**** Engineering company “Kotris”,*
3, Petra Nesterova st., Kyiv, 03680, Ukraine,
e-mail: psa@kotris.ua
Ph.D.

***** National University of Defense of Ukraine named after Ivan Chernyakhovskyi,*
28, Vozduhoflotsky av., Kyiv, 03049, Ukraine,
e-mail: teyka1943@gmail.com
Ph.D., Associate Professor

Abstract: *The article proposes a mathematical model of medical care for the population using the diffusion-non-monotonic law of time distribution of diseases. The analytical dependence of the human health coefficient on the level of his diseases and the main characteristics of the health care system is established: the frequency of dispensary examinations, the duration of treatment, the quality of diagnosis at the clinic and hospital, the probability of seeking medical help, and false requests for medical care. The existence of an optimal period for conducting clinical examinations, at which the maximum level of efficiency is achieved, is shown.*

Keywords: *diffusion-non-monotonous distribution law, the frequency of medical examinations, the accuracy of diagnosis, the duration of treatment, the scale and shape.*

Використана література

1. Яблонський П.М. Формалізована модель функціонування системи медичного обслуговування населення. / Шекера О.Г., Яблонський П.М., Шекера О.О., Мельник Д.В., Кухарчук Х.М., Панасенко.М.С. // *Здоров’я суспільства*. №3. Київ : Міжнародна асоціація «Здоров’я суспільства». 2012. С.130 – 131.
2. Мірненко В., Яблонський П., Косков Ю., Літвінко С. Математична модель медичного обслуговування військовослужбовців із застосуванням напівмарковського випадкового процесу [Електронний ресурс] / В. Мірненко, П. Яблонський., Ю. Косков, С. Літвінко // Social development & Security. – 2017. – Вип. 2(2). – С. 12 – 24. URL: https://paperssds.eu/index.php/JSPSDS/article/view/17/15
3. Герцбах И.Б. Модели профилактики. Москва : Советское радио,1969. 216 с.
4. Феллер В. Введение в теорию вероятностей и ее приложения. Москва : Мир. 1984. 752 с.

References

1. Iablonskyi P. M. (2012) Formalizovana model funktsionuvannia systemy medychnoho obsluhovuvannia naselennia. /Shekera O.H., Yablonskyi P.M., Shekera O.O., Melnyk D.V., Kukharchuk Kh.M., Panasenko.M.S. // Zdorovia suspilstva. №3. Kyiv : Mizhnarodna asotsiatsiia «Zdorovia suspilstva». P. 130 – 131. [in Ukraine]

2. Volodymyr Mirnenko & Petro Yablonskyi & Yurii Koskov & Sergey Litvinko (2017) Matematychna model medychnoho obsluhovuvannia viiskovosluzhbovtsiv iz zastosuvanniam napivmarkovskoho vypadkovoho protsesu [The mathematical model of medical servicing of servicemen with the use semi-Markov stochastic process theory]. Social development & Security. 2(2), 12 – 24. Retrieved from https://paperssds.eu/index.php/JSPSDS/article/view/17/15 [in Ukraine].

3. Gertsbakh I.B. (1969) Modeli profilaktyky [Models of prevention]. Moscow : *Sovet·skoe radyo*, 1969. 216 p. [in Russia].

4. Feller V. (1984) Vvedenie v teoriyu veroyatnostey i ee prilozheniya [Introduction to probability theory and its applications]. Moscow : *Mir*. 1984. 752 p. [in Russia].