

Journal of Scientific Papers “Social development & Security”
home <https://paperssds.eu/>



Volodymyr Mirnenko & Petro Yablonskyi & Yurii Koskov & Sergey Litvinko (2017) Matematychna model medychnoho obsluhovuvannia viiskovoslužbovciv 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.

**МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ МЕДИЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ
ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ НАПІВМАРКОВСЬКОГО
ВИПАДКОВОГО ПРОЦЕСУ**

Володимир Мірненко *, Петро Яблонський **, Юрій Косков *, Сергій Літвінко ******

* Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського,
пр-кт Повітрофлотський, 28, м. Київ, 03049, Україна,
e-mail: mirnenkovi@gmail.com

д.т.н., професор

** Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського,
пр-кт Повітрофлотський, 28, м. Київ, 03049, Україна,
к.т.н., доцент

*** Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського,
пр-кт Повітрофлотський, 28, м. Київ, 03049, Україна,

**** Національний військово-медичний клінічний центр “Головний військовий клінічний госпіталь”, вул. Госпітальна, 16, м. Київ, 02000, Україна,
e-mail: litvinkosergey@ukr.net



Article history:

Received: August, 2017
1st Revision: October, 2017
Accepted: December, 2017

DOI: <http://doi.org/10.5281/zenodo.1117937>

Анотація У роботі викладена математична модель медичного обслуговування військовослужбовців, які самостійно за медичною допомогою не звертаються, з використанням напівмарковського випадкового процесу. Встановлена залежність коефіцієнту працездатності від періодичності проведення диспансерних оглядів при різних інтенсивностях захворювань, якості діагностування захворювань, тривалості відновлення стану здоров'я та проведення профілактичних заходів. Показано існування оптимального періоду проведення диспансерних оглядів, при якому досягається максимальне значення коефіцієнту працездатності.

Ключові слова: медичне обслуговування, коефіцієнт працездатності, напівмарковський випадковий процес.



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. Режим доступу до журн.: <https://paperssds.eu/index.php/JSPSDS/article/view/17/15>

1. Постановка проблеми

Система медичного обслуговування військовослужбовців багатьма дослідниками відноситься до складних і комплексних. Відомо, що дослідження складних систем найбільш успішно проводиться методами системотехніки. Однак такі методи ще не нашли широкого застосування при вирішенні питань організації диспансеризації. Але саме системний підхід, за думкою багатьох дослідників, є методологічною основою для вирішення проблеми управління як охорони здоров'я взагалі, так і диспансеризації зокрема.

2. Аналіз останніх досліджень та публікацій

Аналіз наявних у цій галузі робіт показав, що найбільш перспективним для цього є застосування методів математичного моделювання. Для успішного використання системного підходу під час вирішення задач диспансеризації необхідно мати критерій, котрий би відображав кінцеву мету диспансерної роботи – збереження працездатності і здоров'я військовослужбовців. Зрозуміло, що на кінцеву оцінку результатів диспансеризації впливає велика кількість випадкових чинників, тому такий критерій повинен бути узагальненим, комплексним, статистичним за своєю суттю, а саме таким, що показує рівень стану здоров'я військовослужбовців, а значить і ефективність диспансеризації, якість медичного обслуговування, рівень його організації, ступінь санітарної культури тощо. Зараз вже є приклади створення таких інтегральних показників, котрі застосовуються в сфері охорони здоров'я для вирішення різних задач. Зазвичай, такі критерії створюються із застосуванням теорії ймовірностей та математичної статистики. Такі критерії необхідні як інструмент для збільшення ефективності управління охороною здоров'я. Роботи над створенням таких критеріїв ведуться у багатьох країнах світу. На сучасному етапі для оцінки ефективності диспансерної роботи такі узагальнені показники та критерії відсутні.

3. Постановка завдання

Військовослужбовці відносяться до тієї категорії населення, яке проходить регулярні медичні обстеження з метою визначення стану їх здоров'я, своєчасного виявлення можливого захворювання для його подальшого лікування. У порівнянні з рештою населення держави військовослужбовці мають досить високий рівень здоров'я. Ця обставина є визначальною для побудови математичної моделі їх медичного обслуговування.

Мета статті. розробка математичної моделі медичного обслуговування військовослужбовців із застосуванням напівмарковського випадкового процесу.

Об'єктом дослідження є ефективність системи медичного обслуговування військовослужбовців.

4. Виклад основного матеріалу

Актуальною вважається задача побудови відносно простих математичних моделей, які дозволяють встановити кількісну залежність обраного критерію ефективності системи медичного обслуговування військовослужбовців від рівня їх захворювань і параметрів системи медичного обслуговування. За критерій ефективності системи медичного обслуговування військовослужбовців оберемо ймовірність перебування їх у здоровому стані. Такий критерій запропонований у роботі [1, 4]. Він отримав назву коефіцієнту працездатності і має вигляд

$$K_{np} = \frac{T_o}{T_o + T_v}, \quad (1)$$

де T_o – середній час перебування військовослужбовця у здоровому стані;
 T_v – середній час відновлення працездатності військовослужбовця.

Якщо протягом певного часу військовослужбовець не хворів і не звертався за медичною допомогою, то $T_v = 0$ і $K_{np} = 1$. Зрозуміло, що реальний рівень K_{np} знаходиться у межах від 0 до 1.

Для побудови математичної моделі медичного обслуговування військовослужбовців потрібно враховувати наступні чинники: рівень захворюваності, періодичність проведення диспансерних оглядів, якість діагностування захворювання, тривалість проведення диспансерного огляду, тривалість відновлення працездатності.

Під час побудови математичної моделі бажано так обирати модель, щоб вона відображала основні особливості системи медичного обслуговування і була досить простою. Якщо модель налічує 4-5 станів, то вона вважається середньої складності і дозволяє отримати кінцеві результати, що мають практичну цінність. На рис. 1 показана математична модель медичного обслуговування військовослужбовців. Особливістю такої моделі є припущення, що військовослужбовці самостійно за медичною допомогою не звертаються. Таке припущення значно спрощує побудову математичної моделі і дозволяє встановити оптимальну за критерієм коефіцієнту працездатності періодичність проведення диспансерних оглядів, при якій буде досягнута максимальна працездатність військовослужбовців.

На рис.1 використані такі позначення:

h_1 – військовослужбовець знаходиться у здоровому стані;

h_2 – через невідомий час T після останнього диспансерного огляду військовослужбовець проходить диспансерний огляд, він знаходиться у здоровому стані;

h_3 – через невідповідний час T після останнього диспансерного огляду військовослужбовець проходить диспансерний огляд, він знаходиться у стані хвороби;

h_4 – після встановлення захворювання військовослужбовець відновлює стан свого здоров'я;

h_5 – під час диспансерного огляду військовослужбовець помилково визнаний здоровим.

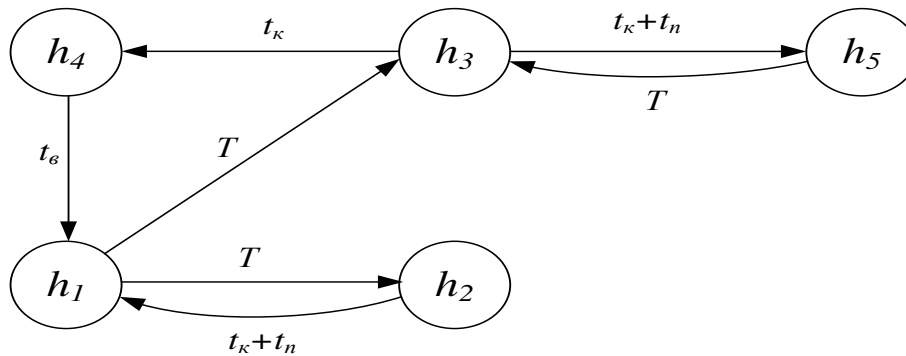


Рис. 1. Графічне зображення системи медичного обслуговування військовослужбовців, які самостійно за медичною допомогою не звертаються.

На рис.1 використані наступні позначення: T – період проведення диспансерних оглядів; t_k – тривалість проведення диспансерного огляду; t_n – тривалість проведення профілактичних заходів; t_e – тривалість повного відновлення рівня працездатності

Медичне обслуговування військовослужбовців можна представити випадковим процесом, що відбувається у моделі (рис. 1). Зручним є припущення, що у початковий момент часу t_0 військовослужбовець знаходиться у стані h_1 . Далі починається реалізація випадкової траєкторії його поведінки. Причому під випадковістю будемо розуміти момент захворювання. Перехід із стану h_i до стану h_j відбувається у відповідності із значенням матриці переходів $P(T)$.

$$P(T) = \begin{pmatrix} 0 & 1-F(T) & F(T) & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & d_{h_2} & 1-d_{h_2} \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad (2)$$

У матриці (2) через $F(T)$ позначена функція розподілу часу захворювання, а через d_{h_2} – ймовірність правильного визначення захворювання військовослужбовця. З рис. 1 видно, що всі стани моделі мають між собою

сполучення. Відсутність нетранзитивних станів є необхідною умовою ергодичності моделі медичного обслуговування. При цьому достатньою умовою ергодичності є скінченність часу перебування у кожному із станів моделі, що забезпечується відповідними чисельними значеннями параметрів законів розподілу перебування у станах моделі та перевіряється під час розрахунків. За модель захворювання військовослужбовця будемо використовувати експоненціальний закон розподілу, який досить добре описує процес його захворювання, коли старінням організму можна ще знехтувати.

Функція розподілу часу між захворюваннями військовослужбовця має вигляд $F(t) = 1 - e^{-\lambda_0 \cdot t}$, де λ_0 – інтенсивність захворювання, яка може визначена з рівняння $\lambda(t) = \frac{f(t)}{1 - F(t)}$.

В останньому рівнянні $f(t)$ – щільність розподілу часу між захворюваннями військовослужбовця, яка має вигляд $f(t) = \lambda_0 \cdot e^{-\lambda_0 \cdot t}$

Для експоненціального закону розподілу інтенсивність захворювань буде мати вигляд

$$\lambda(t) = \frac{\lambda_0 \cdot e^{-\lambda_0 \cdot t}}{1 - 1 + e^{-\lambda_0 \cdot t}} = \lambda_0$$

Тобто, інтенсивність захворювань для експоненціального закону є постійною величиною, яка не залежить від віку людини. Для військовослужбовців таке припущення можна вважати прийнятним. Якщо нас цікавить інтенсивність захворювань людей будь-якого віку, то для моделювання медичного обслуговування потрібно використовувати більш складні моделі захворювань. При наявності інтенсивності захворювань λ_0 можна визначити інтервал між сусідніми захворюваннями за формулою $T = 1 / \lambda_0$. Наприклад, якщо інтенсивність захворювань $\lambda_0 = 0,08$ [1/м], то $T = 1/0,08 = 12$ міс. Ця формула є справедливою для експоненціального закону розподілу.

Для стаціонарного випадкового процесу коефіцієнт працездатності військовослужбовця можна представити у вигляді [2]

$$K_{TB} = \frac{\sum_{i=1}^5 \omega_i(T) \cdot \pi_i(T)}{\sum_{i=1}^5 \xi_i(T) \cdot \pi_i(T)}, \quad (3)$$

де $\omega_i(T)$ – середній час перебування військовослужбовця у здоровому стані;

$\xi_i(T)$ – середній час перебування військовослужбовця у будь-яких станах моделі;

$\pi_i(T)$ – частота попадання вкладеного марковського ланцюга до стану h_i , де $i = \overline{1,5}$.

Частота $\pi_i(T)$ визначається з рівняння Феллера [3]:

$$\left. \begin{aligned} \bar{\pi}(T) &= \bar{\pi}(T) \cdot P(T), \\ \sum_{i=1}^5 \pi_i(T) &= 1. \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

У рівнянні (3) через $\bar{\pi}(T)$ позначено вектор, що для представленої моделі містить п'ять компонент, тобто: $\bar{\pi}(T) = (\pi_1(T), \pi_2(T), \pi_3(T), \pi_4(T), \pi_5(T))$.

Після підстановки (1) в (4) отримуємо систему рівнянь:

$$\left\{ \begin{aligned} \pi_1(T) &= \pi_2(T) + \pi_4(T), \\ \pi_2(T) &= (1 - F(T)) \cdot \pi_1(T), \\ \pi_3(T) &= F(T) \cdot \pi_1(T) + \pi_5(T), \\ \pi_4(T) &= d_{не} \cdot \pi_3(T), \\ \pi_5(T) &= (1 - d_{не}) \cdot \pi_3(T), \\ \sum_{i=1}^5 \pi_i(T) &= 1 \end{aligned} \right. \quad (5)$$

Рішенням системи (5) буде:

$$\left\{ \begin{aligned} \pi_1(T) &= C \cdot d_{не}, \\ \pi_2(T) &= C \cdot d_{не} (1 - F(T)), \\ \pi_3(T) &= C \cdot F(T), \\ \pi_4(T) &= C \cdot F(T) \cdot d_{не}, \\ \pi_5(T) &= C \cdot (1 - d_{не}) \cdot F(T). \end{aligned} \right. \quad (6)$$

де $C = [2 \cdot d_{не} - d_{не} \cdot F(T) + 2 \cdot F(T)]^{-1}$.

Можна показати, що для експоненціального закону розподілу часу захворювання вектор частот потрапляння марковського ланцюга до стану h_i , буде мати вигляд $\pi = 0,481; 0,4534; 0,033; 0,028; 4,944 \cdot 10^{-3}$. Тобто сума складових такого вектора практично дорівнює одиниці, що свідчить про правильність рішення рівняння (6).

Середній час перебування військовослужбовця у різних станах моделі із фізичних міркувань дорівнює:

$$\omega_1(T) = \int_0^T t \cdot dF(t) + T \cdot (1 - F(T)) = \int_0^T [1 - F(t)] dt. \quad (7)$$

Решта $\omega_i(T)$ для $i = 2, 3, 4, 5$ дорівнюють нулю, тому що в цих станах військовослужбовець знаходиться у хворому стані. Середній час перебування військовослужбовця у різних станах із фізичних міркувань дорівнює:

$$\xi_1(T) = T, \quad \xi_2(T) = t_k + t_n; \quad \xi_3(T) = d_{не} \cdot t_k + (1 - d_{не}) \cdot (t_k + t_n); \quad \xi_4(T) = t_e; \quad \xi_5(T) = T. \quad (8)$$

Після підстановки величин $\omega_1(T)$ з (7), $\pi_i(T)$ з (6) та $\xi_i(T)$ з (8) у (3), отримаємо формулу для коефіцієнта технічного використання:

$$K_{\text{тв}} = \frac{d_{\text{нз}} \cdot \int_0^T (1-F(t)) dt}{d_{\text{нз}} T + (1-F(T)) \cdot d_{\text{нз}} (t_k + t_n) + F(T) \cdot (t_n - d_{\text{нз}} \cdot t_n + t_k) + d_{\text{нз}} \cdot F(T) \cdot t_{\text{в}} + (1-d_{\text{нз}}) \cdot F(T) \cdot T} \quad (9)$$

Після підстановки у формулу (9) виразу для $F(t) = 1 - e^{-\lambda_0 \cdot t}$ отримаємо коефіцієнт працездатності військовослужбовця:

$$K_{\text{пр}} = \frac{d_{\text{нз}} \cdot \frac{1 - e^{-\lambda_0 \cdot T}}{\lambda_0}}{d_{\text{нз}} \cdot T + e^{-\lambda_0 \cdot T} \cdot d_{\text{нз}} \cdot (t_k + t_n) + (1 - e^{-\lambda_0 \cdot T}) \cdot (t_n - d_{\text{нз}} \cdot t_n + t_k) + d_{\text{нз}} \cdot e^{-\lambda_0 \cdot T} \cdot t_{\text{в}} + (1 - d_{\text{нз}}) \cdot (1 - e^{-\lambda_0 \cdot T}) \cdot T} \quad (10)$$

За формулою (10) здійснені розрахунки залежності коефіцієнту працездатності від параметрів системи медичного обслуговування

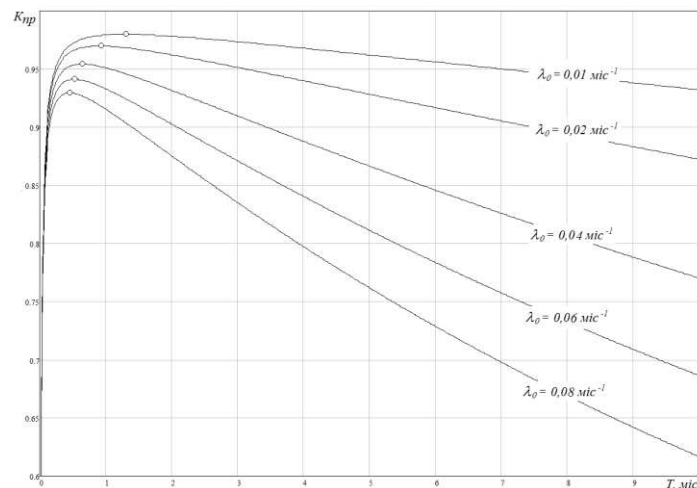


Рис. 2. Залежність коефіцієнту працездатності пацієнтів від періодичності проведення диспансерних оглядів військовослужбовців.

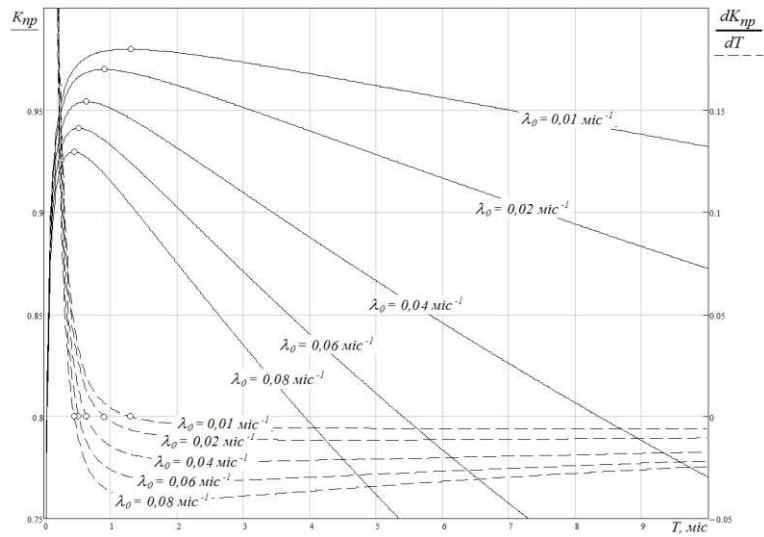


Рис. 3. Визначення оптимальної (за критерієм коефіцієнту працездатності) періодичності проведення диспансерних оглядів військовослужбовців.

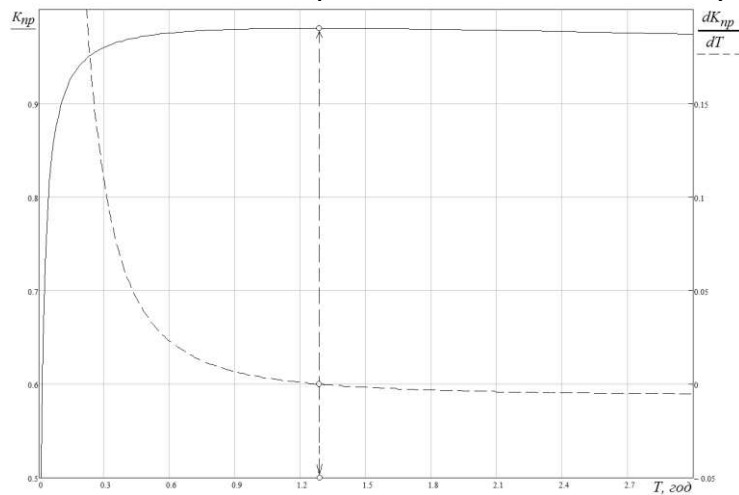


Рис. 4. Визначення оптимальної періодичності проведення диспансерних оглядів військовослужбовців.

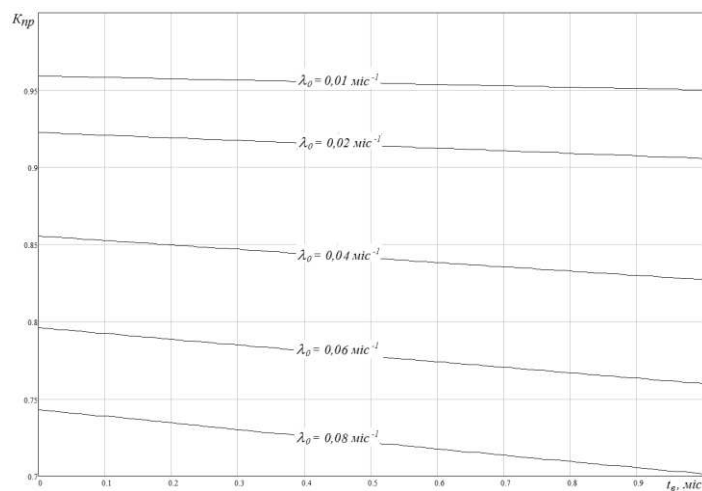


Рис. 5. Залежність коефіцієнту працездатності військовослужбовців від тривалості лікування після захворювання.

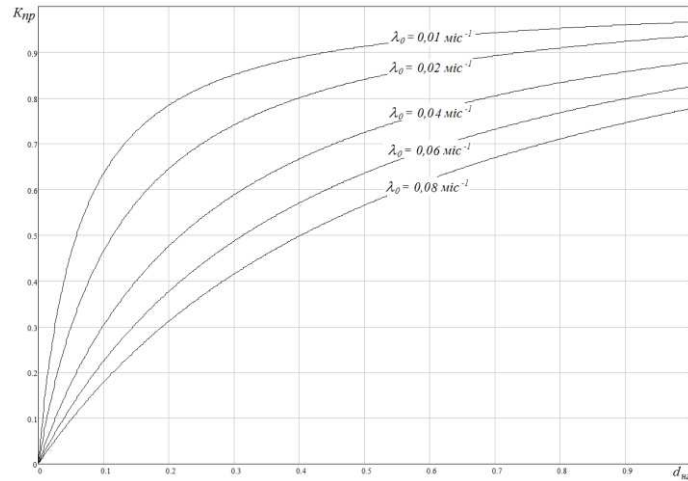


Рис. 6. Залежність коефіцієнту працездатності військовослужбовців від достовірності діагностування захворювання.

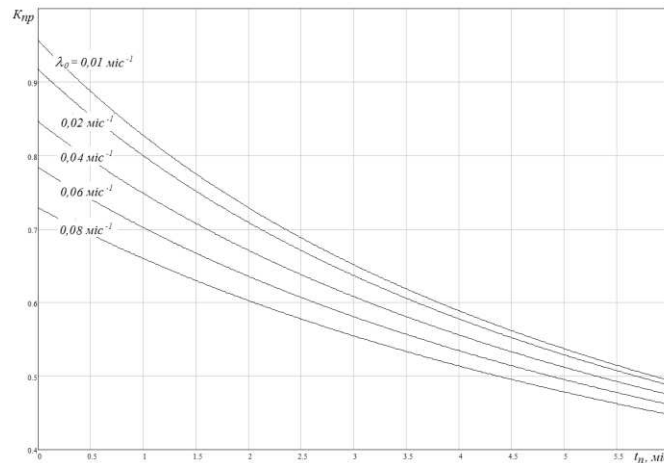


Рис. 7. Залежність коефіцієнту працездатності військовослужбовців від тривалості виконання профілактичних заходів

На рис. 1...5 показані залежності коефіцієнту працездатності від параметрів моделі медичного обслуговування військовослужбовців. Наведемо вихідні дані, при яких побудовані такі залежності: $\lambda_o = 0,011/\text{міс}$; $T = 6$ міс.; $t_n = t_p = 5,55 \cdot 10^{-3}$ міс; $t_e = 0,33$ міс; $d_{uz} = 0,85$. Для кожного рисунку такі вихідні дані можуть змінюватися. Для наочності сприйняття графіків на них додатково вказані інтенсивності захворювань для кожної кривої.

Визначення оптимальної за критерієм максимуму коефіцієнту працездатності періодичності проведення диспансерних оглядів здійснюється

шляхом прирівнювання похідної $\frac{dK_{np}(T)}{dT} = 0$ і знаходження такої періодичності

T , при якій коефіцієнт працездатності досягне максимального значення. Похідна від виразу (10) буде мати вигляд:

$$\frac{dK_{np}(T)}{d(T)} = \frac{d_{nc}(2 \cdot e^{-\lambda_o T} - e^{-2\lambda_o T}) + d_{nc}(e^{-2\lambda_o T} - e^{-\lambda_o T} + T \cdot \lambda_o \cdot e^{-\lambda_o T} + t_p \cdot \lambda_o \cdot e^{-\lambda_o T} + t_n \cdot \lambda_o \cdot e^{-\lambda_o T}) - 1}{\lambda_o \cdot [T + t_p + t_n - (T + t_p + t_n) \cdot e^{-\lambda_o T} + d_{nc}(t_n - t_p + T \cdot e^{-\lambda_o T} + 2 \cdot t_p \cdot e^{-\lambda_o T} - t_n \cdot e^{-\lambda_o T} + t_n \cdot e^{-\lambda_o T})^2]} \quad (11)$$

На рис. 2 і 3 показана залежність похідної (11) від періодичності проведення диспансерних оглядів. В точці, коли похідна перетинає свій нульовий рівень, коефіцієнт працездатності досягає свого максимального рівня. При цьому для кожного рівня інтенсивності захворювань існує своя оптимальна періодичність проведення диспансерних оглядів (рис. 2). На рис. 4. така залежність показана для одного рівня захворювань.

З рис. 2 видно, що для інтенсивності захворювань $\lambda_o = 0,01$ 1/міс (це дуже високий рівень здоров'я) може бути досягнутий рівень працездатності $K_{np} \approx 0,98$, якщо проводити диспансерні огляди через 1,3 міс. Якщо організаторів медичного обслуговування задовольняє рівень працездатності $K_{np} \approx 0,95$, то диспансерні огляди можна проводити через 7 місяців. Якщо військовослужбовець хворіє приблизно один раз на рік ($\lambda_o \approx 0,08$ 1/міс.), то для досягнення рівня працездатності $K_{np} = 0,8$ диспансерні огляди необхідно проводити через 4 місяця, а для досягнення рівні працездатності $K_{np} = 0,7$ диспансерні огляди необхідно проводити через 7 місяців.

На рис. 5 показана залежність коефіцієнту працездатності від тривалості лікування після захворювання при різних значеннях інтенсивності захворювань. З наведених графіків видно, що збільшення тривалості лікування від 0 до одного місяця призводить до зменшення рівня працездатності. При цьому, що менше рівень інтенсивності захворювань, тим менша така залежність. Для $\lambda_o = 0,08$ 1/міс. за місяць лікування рівень працездатності зменшується майже на 4,5 %.

На рис. 6 показана залежність коефіцієнту працездатності військовослужбовця від достовірності діагностування захворювання при різних значеннях інтенсивності захворювань. З наведених графіків видно, що достовірність постановки діагнозу суттєво впливає на рівень працездатності. При вихідних даних моделі, що вказані вище, при всіх рівнях інтенсивності захворювань збільшення достовірності постановки діагнозу призводить до зростання рівня працездатності.

На рис. 7 показана залежність коефіцієнту працездатності військовослужбовця від тривалості профілактичних заходів. Такий графік носить чисто науковий характер. З наведених графіків видно, що тривале виконання профілактичних заходів призводить до суттєвого зниження рівня працездатності, тому що військовослужбовець не використовується за призначенням. Зрозуміло, що тривале проведення профілактичних заходів недоцільне, але наведені графіки показують, що модель правильно реагує на таку залежність.

5. Висновки.

1. Для опису процесів, що відбуваються в системі медичного обслуговування, використовується напівмарковський процес у його класичному розумінні.

2. У статті запропонована математична модель медичного обслуговування військовослужбовців створена при умові, що у разі захворювання військовослужбовці за медичною допомогою не звертаються. Таке припущення є досить сильним. Але при високому рівні здоров'я воно є цілком прийнятним. Можна показати, що математична модель, яка враховує звертання військовослужбовця за медичною допомогою у разі захворювання, дає приблизно такі самі результати як і наявна модель, при умові низьких значень інтенсивності захворювань. Тобто якщо людина здорова, то вона за медичною допомогою не звертається. Перевагою наявної моделі є її відносна простота. Альтернативна модель, яка враховує звертання військовослужбовця у разі захворювання, дає можливість врахувати вплив рівня звернення за медичною допомогою на рівень працездатності.

3. Отримані у роботі наукові результати можуть бути використані для розрахунку рівня коефіцієнту працездатності військовослужбовця K_{me} у залежності від параметрів системи медичного обслуговування.

4. У подальшому планується використати запропоновану модель медичного обслуговування військовослужбовців для встановлення її техніко- економічної ефективності.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МЕДИЦИНСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛУМАРКОВСКОГО СЛУЧАЙНОГО ПРОЦЕССА

Владимир Мирненко * Петр Яблонский, Юрий Косков ***, Сергей Литвинко ******

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

д.т.н., профессор

** Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского,
пр-кт Воздухофлотский, 28, г. Киев, 03049, Украина,
к.т.н., доцент

*** Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского,
пр-кт Воздухофлотский, 28, г. Киев, 03049, Украина,

**** Национальный военно-медицинский клинический центр “Главный военный клинический госпиталь”,
ул. Госпитальная, 16, г. Киев, 02000, Украина,
e-mail: litvinkosergey@ukr.net

Abstract: В работе изложена математическая модель медицинского обслуживания военнослужащих, которые самостоятельно за медицинской помощью не обращаются, с использованием полумарковских случайного процесса. Установлена зависимость

коэффициента работоспособности от периодичности проведения диспансерных осмотров при различной интенсивности заболеваний, качества диагностирования заболеваний, длительности восстановления состояния здоровья и проведения профилактических мероприятий. Показано существование оптимального периода проведения диспансерных осмотров, при котором достигается максимальное значение коэффициента работоспособности.

Keywords: медицинское обслуживание, коэффициент работоспособности, полумарковский случайный процесс.

THE MATHEMATICAL MODEL OF MEDICAL SERVICING OF SERVICEMEN WITH THE USE SEMI-MARKOV STOCHASTIC PROCESS THEORY

Vladimir Mirenko * Pyotr Yablonsky **, Yuriy Koskov ***, Sergei Litvinko ****

*National University of Defense of Ukraine, pr-kt Vozduhoflotsky, 28, Kiev, 03049, Ukraine, e-mail: mirnenkovi@gmail.com

Doctor of Technical Sciences, Professor.

** National University of Defense of Ukraine, pr-kt Vozduhoflotsky, 28, Kiev, 03049, Ukraine, Ph.D.

*** National University of Defense of Ukraine, pr-kt Vozduhoflotsky, 28, Kiev, 03049, Ukraine,

**** National Military Medical Clinical Center "The Main Military Clinical Hospital", st.

Hospital, 16, Kiev, 02000, Ukraine,

e-mail: litvinkosergey@ukr.net

Abstract: The article represents the mathematical model of medical service of servicemen, who do not take medical advice themselves. The model based on the semi-Markov stochastic process theory. Dependence is established of working-capacity index on periodicity of clinical examinations at different intensities of diseases, quality of diseases diagnosticating, duration of health recovering and realization of prophylactic measures. Existence of optimal period between clinical examinations, with maximal rate of working-capacity index, is shown.

Keywords: medical service, working-capacity index, semi-Markov stochastic process.

Використана література

1. Шекера О. Г., Яблонський П.М. Перспективи збереження та укріплення здоров'я військовослужбовців Збройних Сил України // Вісник соціальної гігієни та організації охорони здоров'я України. – Український інститут стратегічних досліджень. Тернопільський державний медичний університет ім. І. Я Горбачевського, – 2009, – С.31 – 38.

2. Герцбах И. Б. Модели профилактики. – М.: Сов. Радио. – 1969, – 216 с.

3. Феллер В. Введение в теорию вероятностей и ее приложения – М.: Мир. – 1984, – 752с.

4. Мірненко В., Пустовий С., Яблонський П., Целіщев Ю. Оцінка ефективності експлуатації за станом виробів авіаційної техніки для дифузійно-монотонного розподілу їх відмов [Електронний ресурс] / В. Мірненко, С. Пустовий., П. Яблонський., Ю. Целіщев // Соціальний розвиток і Безпека. – 2017. – Вип. 1 (1). – С. 58 – 68. Режим доступу до журн.: <https://paperssds.eu/index.php/JSPSDS/article/view/14/5>

References

1. Shekera O. H., Yablonskyi P.M. Perspektyvy zberezhennia ta ukriplennia zdorovia viiskovoslužhbovtsiv Zbroinykh Syl Ukrainy // Visnyk sotsialnoi hihiieny ta orhanizatsii okhorony

zdorovia Ukrainy. – Ukrainskyi instytut stratehichnykh doslidzhen. Ternopilskyi derzhavnyi medychnyi universytet im. I. Ya Horbachevskoho, – 2009, – S.31 – 38.

2. Hertsbah I. B. Modeli profilaktiki. – M.: Sov. Radio. – 1969, – 216 p.

3. Feller V. Vvedenie v teoriyu veroyatnostey i ee prilozheniya – M.: Mir. – 1984, – 752 p.

4. Volodymyr Mirnenko, Sergi Pustovyi, Petro Yablonskyi, Yurii Tselishchev Otsinka efektyvnosti ekspluatatsiyi za stanom vyrobiv aviatsiynoyi tekhniky dlya dyfuziyno-monotonnoho rozpodilu yikh vidmov [The feasibility study of condition-based maintenance of aerial vehicle with diffusive-monotonous distribution of their failures]. Social development & Security. – 1(1), 2017 – P. 58 – 68. <https://paperssds.eu/index.php/JSPSDS/article/view/14/5>