

МОДЕЛЬ ПЛАНУВАННЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ СУДНОВОДІЯ ПІД ЧАС НЕСЕННЯ НАВІГАЦІЙНОЇ ВАХТИ

Черненко В.В.

Херсонська державна морська академія

Науковий керівник: к.т.н., доцент, Носов П.С.

Вступ. При постановці експерименту з дослідження психофізіологічних параметрів судноводія необхідно заздалегідь припускати які будуть ситуації і які параметри необхідно буде ідентифікувати [1-5]. Плануючи перехід, судноводій вже спочатку визначає які ділянки маршруту відносяться до маневрування, проходженню проток, заходів в порти, швартування, постановці судна на якір та ін. [6]. Виходячи з цієї інформації з'являється можливість на цих ділянках задіяти ті чи інші програмно-апаратні або психологічні методи визначення у відповідних ситуаціях тих чи інших психофізіологічних параметрів судноводія [7-9].

Таким чином мета даного дослідження полягає у побудові математичної моделі що дозволяє визначити оптимальні плани застосування методів і засобів ідентифікації психофізіологічних параметрів судноводія у ряді ситуацій відносно маршруту переходу морського судна.

Побудова моделі дослідження. Сформулюємо задачу формування моделі в певній ситуації. Припустимо, що є n різних навігаційних ситуацій. Кожен набір можна уявити вектором a_j , що складається з $i(5)$ основних методів ідентифікації МІ (пульс серцевого ритму, температура тіла, сатурація, артеріальний тиск, результати анкетування), причому i -й МІ вектора означає кількість використання в кожній із ситуацій набору i -й МІ. Тому матриця $A = a_{ij}$ розміру $5 \times n$ може бути використана для вказівки співвідношення між набором ситуацій на маршруті переходу судна і кількістю можливостей використання МІ.

При цьому a_{ij} – кількість можливостей використовувати i -й МІ в завданні j -го набору. Нехай x_1, x_2, \dots, x_n – кількість відповідних ситуацій. Припустимо, що ситуація передбачає використовувати перший МІ до b_1 раз, другий – до b_2 раз, ..., п'ятий – до b_5 раз. Тоді для того, щоб сформувати план дослідження психофізіологічних параметрів судноводія, необхідне виконання умови:

$$Ax \leq B, \quad (1)$$

де $A = (a_{ij})$, $x = [x_1, x_2, \dots, x_n]$, $B = [b_1, b_2, \dots, b_5]$.

Умова може виконуватися при різних x , але для дослідника буде важливо лише те рішення, яке максимізує результат. Якщо c_1, c_2, \dots, c_n – час виконання навігаційних завдань з відповідних наборів, то загальна оцінка P записується у вигляді:

$$P = c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_n x_n. \quad (2)$$

Той факт, що для повноцінного експерименту необхідно використовувати як мінімум по одному МІ з кожного набору виражається додатковими обмеженнями:

$$x_j \geq 1 \quad (j=1, \dots, n). \quad (3)$$

Задача полягає в максимізації функції (2) при умовах (1) і (3).

Розглянемо приклад. Нехай потрібно проаналізувати 7 наборів складових навігаційної ситуації, для яких:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 5 & 2 & 4 & 3 & 3 \\ 3 & 1 & 3 & 2 & 1 & 2 & 3 \\ 2 & 1 & 3 & 4 & 3 & 2 & 1 \\ 4 & 4 & 3 & 3 & 1 & 2 & 3 \\ 3 & 4 & 4 & 1 & 4 & 1 & 4 \end{pmatrix}, C = \begin{pmatrix} 13 \\ 12 \\ 18 \\ 12 \\ 13 \\ 10 \\ 14 \end{pmatrix} \text{ і при тимчасових обмеженнях } B = \begin{pmatrix} 23 \\ 19 \\ 21 \\ 27 \\ 24 \end{pmatrix}$$

1. Виходячи з умов задачі, необхідно максимізувати таку цільову функцію:

$$P' = 13x'_1 + 12x'_2 + 18x'_3 + 12x'_4 + 13x'_5 + 10x'_6 + 14x'_7 \rightarrow \max \quad (4)$$

при обмеженнях:

$$\begin{aligned} x'_1 + 2x'_2 + 5x'_3 + 2x'_4 + 4x'_5 + 3x'_6 + 3x'_7 &\leq 23 \\ 3x'_1 + x'_2 + 3x'_3 + 2x'_4 + x'_5 + 2x'_6 + 3x'_7 &\leq 19 \\ 2x'_1 + x'_2 + 3x'_3 + 4x'_4 + 3x'_5 + 2x'_6 + x'_7 &\leq 21 \\ 4x'_1 + 4x'_2 + 3x'_3 + 3x'_4 + x'_5 + 2x'_6 + 3x'_7 &\leq 27 \\ 3x'_1 + 4x'_2 + 4x'_3 + x'_4 + 4x'_5 + x'_6 + 4x'_7 &\leq 24 \end{aligned} \quad (5)$$

$$x'_i \geq 1, \text{ де } i = \overline{1,7} \quad (6)$$

2. Приведення задачі до канонічної форми.

Задача лінійного програмування записано у канонічній формі, якщо воно формулюється у такий спосіб.

Потрібно знайти набір навігаційних завдань $X = (x_1, \dots, x_m)$, який доставляє максимум лінійної форми:

$$P(X) = \sum_{j=1}^m c_j x_j \rightarrow (\max) \quad (7)$$

$$\text{за умов: } \sum_{i=1}^m T_i x_i = a_{mi} \quad (8)$$

де $a_{mi} \geq 0 (i = \overline{1, m})$;

c_1, c_2, \dots, c_m – дані досліджень;

T_i – число можливостей використовувати i -й МІ;

a_{mi} – число застосування МІ.

Перепишемо вихідну задачу (1) - (2):

У канонічній формі задачі лінійного програмування необхідно, щоб всі компоненти вектора X що знаходиться, були невід'ємними, а всі інші обмеження записувалися у вигляді рівнянь. Таким чином, у задачі обов'язково будуть присутні умови виду (9) і m рівнянь виду (8).

Число обмежень задачі, що призводять до рівнянь (8) можна зменшити, якщо перед приведенням вихідної задачі (1) - (2) до канонічної форми перетворимо нерівності (3) до

виду (9). Для цього перенесемо вільні члени правих частин нерівностей (9) в частини з ліва. Таким чином, від старих змінних x'_i перейдемо до нових змінних x_i , де $i = \overline{1,7}$:

$$x_i = x'_i - 1 \geq 0, \quad i = \overline{1,7}. \quad (9)$$

Приведемо тепер попередні змінні через нові змінні:

$$x'_i = x_i + 1, \quad i = \overline{1,7} \quad (10)$$

Підставимо нові змінні в лінійну форму і отримаємо:

$$F' = 13(x_1 + 1) + 12(x_2 + 1) + 18(x_3 + 1) + 12(x_4 + 1) + 13(x_5 + 1) + 10(x_6 + 1) + 14(x_7 + 1) \rightarrow \max$$

$$(x_1 + 1) + 2(x_2 + 1) + 5(x_3 + 1) + 2(x_4 + 1) + 4(x_5 + 1) + 3(x_6 + 1) + 3(x_7 + 1) \leq 23$$

$$3(x_1 + 1) + (x_2 + 1) + 3(x_3 + 1) + 2(x_4 + 1) + (x_5 + 1) + 2(x_6 + 1) + 3(x_7 + 1) \leq 19$$

$$2(x_1 + 1) + (x_2 + 1) + 3(x_3 + 1) + 4(x_4 + 1) + 3(x_5 + 1) + 2(x_6 + 1) + (x_7 + 1) \leq 21$$

$$4(x_1 + 1) + 4(x_2 + 1) + 3(x_3 + 1) + 3(x_4 + 1) + (x_5 + 1) + 2(x_6 + 1) + 3(x_7 + 1) \leq 27$$

$$3(x_1 + 1) + 4(x_2 + 1) + 4(x_3 + 1) + (x_4 + 1) + 4(x_5 + 1) + (x_6 + 1) + 4(x_7 + 1) \leq 24$$

$$x_i \geq 0, \quad \text{де } i = \overline{1,7}.$$

Розкриваючи дужки і враховуючи, що:

$$P' = 13x_1 + 12x_2 + 18x_3 + 12x_4 + 13x_5 + 10x_6 + 14x_7 + 92 = F + 92, \quad (11)$$

можна остаточно визначити F :

$$P = 13x_1 + 12x_2 + 18x_3 + 12x_4 + 13x_5 + 10x_6 + 14x_7 \rightarrow \max \quad (12)$$

$$x_1 + 2x_2 + 5x_3 + 2x_4 + 4x_5 + 3x_6 + 3x_7 \leq 3$$

$$3x_1 + x_2 + 3x_3 + 2x_4 + x_5 + 2x_6 + 3x_7 \leq 4$$

$$2x_1 + x_2 + 3x_3 + 4x_4 + 3x_5 + 2x_6 + x_7 \leq 5 \quad (13)$$

$$4x_1 + 4x_2 + 3x_3 + 3x_4 + x_5 + 2x_6 + 3x_7 \leq 7$$

$$3x_1 + 4x_2 + 4x_3 + x_4 + 4x_5 + x_6 + 4x_7 \leq 3$$

$$x_i \geq 0, \quad \text{де } i = \overline{1,7} \quad (14)$$

Шляхом перетворень зводимо задачу з меншим числом обмежень.

Введемо невід'ємні додаткові змінні $x_{7+i} \geq 0 (i = \overline{1,5})$, і задача запишеться в наступній еквівалентній формі:

$$F = 13x_1 + 12x_2 + 18x_3 + 12x_4 + 13x_5 + 10x_6 + 14x_7 \rightarrow \max \quad (15)$$

$$x_1 + 2x_2 + 5x_3 + 2x_4 + 4x_5 + 3x_6 + 3x_7 + x_8 = 3$$

$$3x_1 + x_2 + 3x_3 + 2x_4 + x_5 + 2x_6 + 3x_7 + x_9 = 4$$

$$2x_1 + x_2 + 3x_3 + 4x_4 + 3x_5 + 2x_6 + x_7 + x_{10} = 5 \quad (16)$$

$$4x_1 + 4x_2 + 3x_3 + 3x_4 + x_5 + 2x_6 + 3x_7 + x_{11} = 7$$

$$3x_1 + 4x_2 + 4x_3 + x_4 + 4x_5 + x_6 + 4x_7 + x_{12} = 3$$

$$x_i \geq 0, \quad \text{де } i = \overline{1,12}$$

Отже задача має канонічну форму.

Висновок. Представлена модель заснована на рішенні задачі лінійного програмування і оперує факторами що зв'язують навігаційні ситуації, методи і засоби ідентифікації психофізіологічних параметрів судноводія, час витрачений на експериментальні виміри та ін. Дана модель може бути використана для планування експерименту в рамках теми магістерської кваліфікаційної роботи: «Методи і засоби розпізнавання психофізіологічних параметрів що впливають на адекватне сприйняття ситуації судноводієм під час несення навігаційної вахти».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Носов П.С., Бень А.П., Зинченко С.М., Крапивко Г.І., Барильник-Кураков І.Л. Розробка аналізатору психоемоційного стану судноводія. Materials of the XI international scientific and practical conference «Modern information technologies in transport, MINTT-2019» May 28-30, 2019 Kherson, Ukraine. С 63-65.
2. Nosov P.S., Zinchenko S.M., Popovych I.S., Besedin A.M., Hurova K.S. Peculiarities of identification of the psycho emotional state to navigators during of navigation watch // Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції «Безпека життєдіяльності на транспорті та виробництві – освіта, наука, практика» (11 – 14 вересня) ХДМА – 2019. – С. 225-229.
3. Попович І.С., Носов П.С. Теоретико-методологічні аспекти дослідження психічних станів особистості / Соціокультурні та психологічні виміри становлення особистості. Зб. наукових праць за матеріалами II Міжнародної науково-практичної конференції (м. Херсон, 26-27 вересня 2019 р.). – ред. колегія: О.Є. Блинова, Н.І. Тавровецька. – Херсон: ФОП Вишемирських В.С., 2019. С 257-260.
4. Nosov P.S., Ben A.P., Mateichuk V.N., Safonov M.S. Identification of «Human error» negative manifestation in maritime transport // Radio Electronics, Computer Science, Control. Zaporizhzhia National Technical University. № 4(47). - 2018. Pages 204-213. doi: 10.15588/1607-3274-2018-4-20.
5. Nosov P., Ben A., Safonova A., Palamarchuk I. Approaches going to determination periods of the human factor of navigators during supernumerary situations // Radio Electronics, Computer Science, Control № 2(49). - 2019. Pages 140-150. Web of Science. doi: 10.15588/1607-3274-2019-2-15.
6. Zinchenko S. M. Automatic collision avoidance with multiple targets, including maneuvering ones / S. M. Zinchenko, P. S. Nosov, V. M. Mateychuk, P. P. Mamenko, O. O. Grosheva // Radio Electronics, Computer Science, Control, 2019. - № 4. – P211-221. DOI 10.15588/1607-3274-2019-4-20.
7. Popovych I. S.; Blynova, O. Ye., Aleksieieva M. I., Nosov P. S., Zavatska N. Ye. y Smyrnova O. O. (2019). Research of Relationship between the Social Expectations and Professional Training of Lyceum Students studying in the Field of Shipbuilding. Revista ESPACIOS, Vol. 40(33). Page 21.
8. Nosov P.S., Ben A.P., Nosova H.V., Novikov V.I. Model of distribution of attention the navigator while carrying the navigational watch // Науковий вісник Херсонської державної морської академії: науковий журнал. – Херсон : Херсонська державна морська академія, 2019. – № 2 (21). – С. 26-34.
9. Nosov P.S., Zinchenko S.M., Popovych I.S., Ben A.P., Nahrybelnyi Y.A., Mateichuk V.M. Diagnostic system of perception of navigation danger when implementation complicated maneuvers // Radio Electronics, Computer Science, Control, 2020. - № 1. – P146-161. DOI: <https://doi.org/10.15588/1607-3274-2020-1-15>.