

УДК 004.942:159.98(045)

О. Б. Іванець, канд. техн. наук,
О. В. Булигіна,
М. В. Дворнік,
Ю. Ю. Оникієнко

ВИКОРИСТАННЯ МЕРЕЖ ПЕТРІ ДЛЯ ТОПОЛОГІЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Інститут електроніки та систем управління НАУ, e-mail: bikam_nau@mail.ru

Запропоновано використання методів та засобів теорії мереж Петрі для описання методики психофізіологічного відбору операторів. Описано методичні підходи щодо психофізіологічного відбору операторів, які працюють в екстремальних умовах. Розроблено алгоритм психофізіологічного відбору.

Ключові слова: графи, мережа Петрі, психофізіологічний відбір, оператори екстремальних видів діяльності, психічний стан.

Вступ. В останні роки для моделювання технічних систем широко застосовують моделювальні середовища, що використовують імітаційні моделі, елементи теорії автоматів та графові методи моделювання паралельних процесів. Найбільш ефективними для дослідження розглянутих у роботі складних систем виявилися графові методи, які розроблялися науковцями київської школи В. В. Васильєвим, В. В. Кузьмуком та новосибірської школи В. Н. Касяновим, В. А. Євстигнєєвим Ці методи дозволяють наочно формувати моделі систем, ефективно проводити модифікацію їх структури та моделювати функціонування процесів, а також автоматизувати аналіз графових моделей. У роботі розглянуто проблеми моделювання складних систем з багатоваріантними структурами, прикладом яких обрано складний процес психофізіологічного відбору операторів.

Постановка завдання. В цій роботі як об'єкт моделювання мережами Петрі був обрано процес відбору операторів. Процедура діагностування психофізіологічного стану людини як складова процесу відбору операторів є досить складною та багатоваріантною. Тому постає проблема в знаходженні такого математичного апарату, який би легко перекладався мовами ЕОМ. Таким апаратом обрано теорію мереж Петрі. Для побудови моделі відбору операторів мережами Петрі необхідно дослідити специфіку методики відбору операторів.

Методика відбору операторів екстремальних видів діяльності [1]. Для відбору операторів зазначених видів діяльності розроблено методику психофізіологічного відбору операторів екстремальних видів діяльності. Методика включає п'ять послідовних етапів:

- етап 1 – визначення виду соціальної зайнятості;
- етап 2 – визначення вікового діапазону;
- етап 3 – визначення типу темпераменту;
- етап 4 – зняття фізіологічних параметрів (антропометрія);
- етап 5 – визначення психічного параметра;

Розглянемо більш детально кожний етап.

Етап 1. Визначення виду соціальної зайнятості. На цьому етапі визначають тип соціальної діяльності оператора. Можливі чотири варіанти діяльності: розумова, фізична, розумово-фізична та інші види діяльності. Залежно від належності оператора до того чи іншого виду діяльності до нього ставлять певні вимоги до показників для подальшого аналізу.

Етап 2. Визначення вікового діапазону належності. Цей етап передбачає розбиття операторів на чотири групи з періодом 10 років, починаючи з 15 років. Вікові діапазони відповідно такі: 15 – 25, 25 – 35, 35 – 45, 45 – 55. Залежно від того, в який діапазон

потрапить оператор, пропонуються певні значення параметрів, які враховуються під час визначення цільової функції оператора.

Етап 3. Визначення типу темпераменту. В основу цього етапу покладено проведення тесту Айзенка. Залежно від результату тесту визначають чотири можливі типи операторів: сангвінік, холерик, флегматик, меланхолік.

Сукупність рис людини можна подати за допомогою двох головних чинників: екстраверсії (інтроверсії) і нейротизму. Перший чинник – біполярний – являє собою характеристику індивідуально психологічного складу людини, крайні полюси якої відповідають орієнтації особистості або на світ зовнішніх об'єктів (екстраверсія), або на суб'єктивний внутрішній світ (інтроверсія). Вважають, що екстраверту властиві товариськість, імпульсивність, гнучкість поведінки, більша ініціативність (але мала наполегливість) і висока соціальна адаптивність. Інтроверту ж, навпаки, властиві замкнутість, соціальна пасивність (за досить великої наполегливості), схильність до самоаналізу і труднощів соціальної адаптації.

Другий чинник – нейротизм – описує деякий властивий стан, що характеризує людину з боку емоційної стійкості, тривожності, рівня самоповаги і можливих вегетативних розладів. Цей чинник також біполярний і утворює шкалу, на одному полюсі якої люди, які характеризуються надзвичайною стійкістю, зрілістю і прекрасною адаптивністю, а на другому – надзвичайною нервозністю, нестійкістю і поганою адаптованістю. Більша частина людей перебуває між цими полюсами, ближче до середини (згідно з нормальним розподілом).

Тип темпераменту виявляє ставлення оператора як до себе, так і до життя взагалі. Сам тест містить 57 запитань з можливими варіантами відповіді – так або ні. Після цього підраховують кількість позитивних та негативних відповідей на відповідні запитання, визначаючи такі показники, як екстраверсія, відвертість та нейротизм. Залежно від рівня цих показників визначають рівень належності до того чи іншого типу темпераменту.

Етап 4. Зняття фізіологічних параметрів (антропометрія). Фізичний стан передбачає визначення:

- параметрів тіла (висоти ноги, ширини плечей, ширини грудної клітки, зросту, ваги), що показує, наскільки правильно індивід розвивається фізично з посиланням на його вікову групу та психічний тип, а також уточнення типу темпераменту за методикою Е. Кречмера;
- трохантерного індексу, який з урахуванням попередніх даних показує, наскільки фізично сильним є індивід і які фізичні можливості закладено в ньому від природи.

Саме ці показники дозволяють виділити тип оператора фізичного етапу (суперсильний, сильний, середній та слабкий) залежно від числової зони, в яку вони потрапили. Можливий діапазон: 1,45 – 2,08, відповідно 1,45 – слабкий, 2,08 – суперсильний.

Методика Е. Кречмера передбачає уточнення типу темпераменту залежно від статури оператора.

Залежно від вище зазначених типів можливі такі комбінації:

- астенічний тип (меланхолік);
- перехідні градації від атлетичного до астенічного (холерик);
- перехідні градації від атлетичного до пікнічного (флегматик);
- пікнічний тип (сангвінік).

Для зручності результати кожного з цих етапів також відображають можливий стан оператора, а саме: суперсильний, сильний, середній, слабкий типи.

Етап 5. Визначення психічного параметра. Психічний стан включає визначення таких параметрів, як показник мотивації та показник психічної критичності $\{N\}$ або інакше показник пам'яті. Показник мотивації визначають за допомогою тестів; характеризує чотири можливі варіанти мотивації оператора. Залежно від мотивації вносяться корективи в стоговий статус індивіда.

Показник психічної критичності характеризує можливості індивідів щодо здатностей його пам'яті. Визначають за допомогою тестів. Можливі варіанти показника: 7 – 9 (суперсильний), 5 – 6 (сильний), 3 – 4 (середній), < 2 (слабкий). Цей параметр також вносить вагу у визначення психічного типу оператора. Наприклад, індивід з показником пам'яті 6 – 7 має перший рівень мотивації, що наголошує на те, що він належить до сильного типу (В) із суперсильною мотивацією, яка за правильного підходу та старання може сприяти підвищенню рівня психічного типу до суперсильного з першим рівнем мотивації.

Комбінація фізичного та психічного типів дає змогу виокремити 16 можливих типів, які вирізняються лише кількісними показниками якісних параметрів.

Алгоритм зазначеної методики подано на рис. 1.

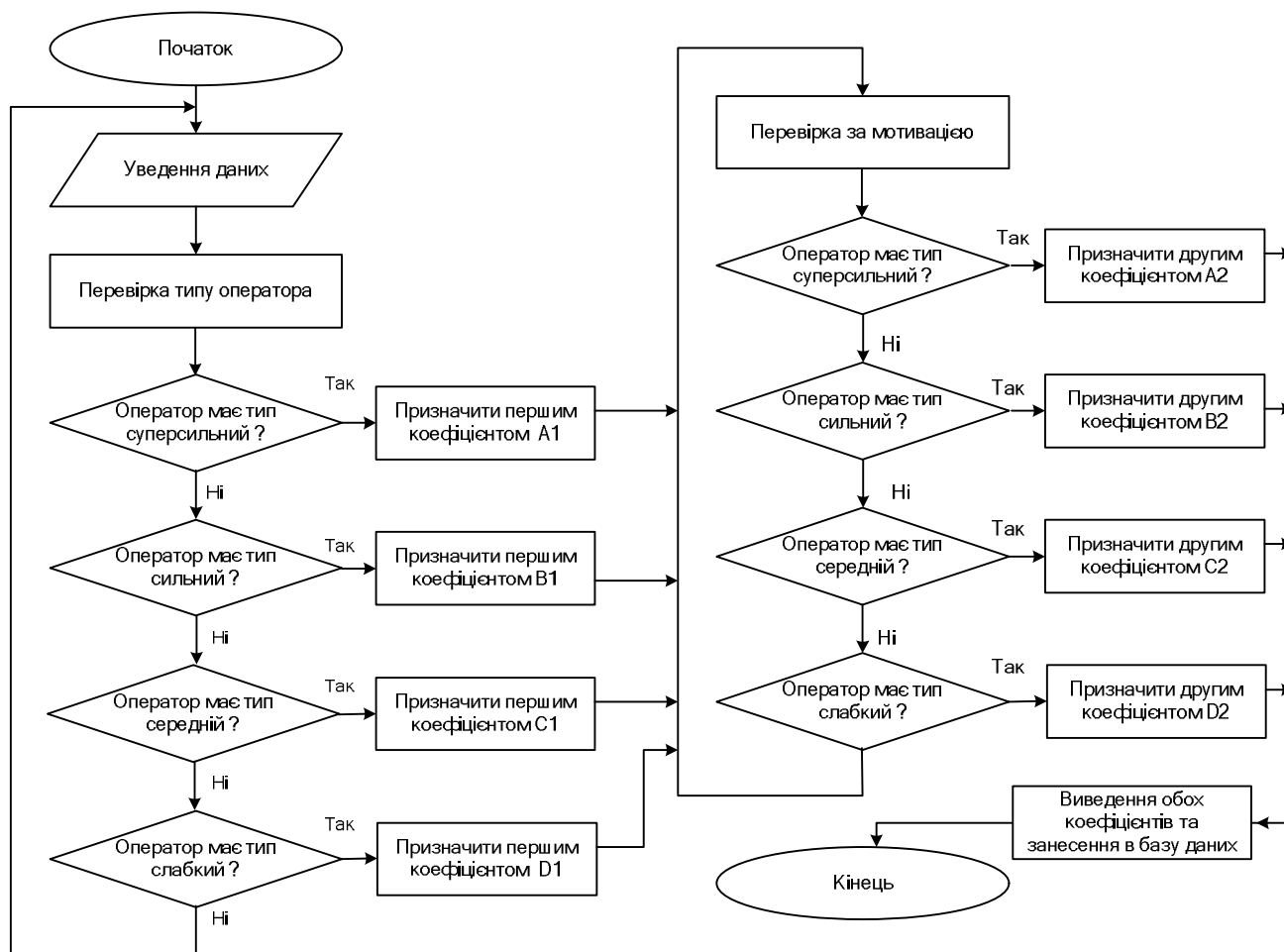


Рис. 1. Алгоритм відбору операторів

Для автоматизації наведеного алгоритму необхідно використати такий математичний апарат, який легко перекладати мовою ПЕОМ. Таким апаратом було використано теорію мереж Петрі.

Використання мереж Петрі для графічного зображення розробленої методики. Графічно зобразити цю методику можна за допомогою теорії графів мережами Петрі. Структура мереж Петрі складається з чотирьох елементів: множини позицій P , чисельність переходів T , вхідної функції I , вихідної функції O . Вхідна функція I відображає перехід t_j у чисельності позицій $I(t_j)$, які називаються вхідними позиціями переходу. Вихідна функція O відображає перехід t_j у множині позицій $O(t_j)$, які називаються вихідними позиціями переходу. Структура мереж Петрі визначається її позиціями, переходами, вхідними та вихідними функціями.

Мережа Петрі C являє собою четвірку $C = (P, T, I, O)$. $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$ – кінцева множина позицій $n \geq 0$; $I = \{i_1, i_2, \dots, i_m\}$ – кінцева множина позицій $m \geq 0$ [2]. Процес функціонування топологічної моделі залежить від кількості фішок у кожній із позицій p_i , а також від розподілу фішок у мережі.

Графічне зображення психофізіологічної моделі показано на рис. 2, на якому позиції $p_{18} - p_{33}$ відображають за допомогою фішок, які відкривають або закривають кожний з переходів $t_2 - t_{20}$, за допомогою чого відбувається відбір кожного з кандидатів та визначення його в один з 16 можливих типів. Позиції $p_2 - p_{17}$ визначають тип темпераменту індивіда, позиції визначають тести, за якими цей індивід був опротестований, а фішки в цих позиціях визначають результат тестування. Залежно від результату тестування фішка з'являється у відповідній позиції, що характеризує результат пройденого тестування та переходів.

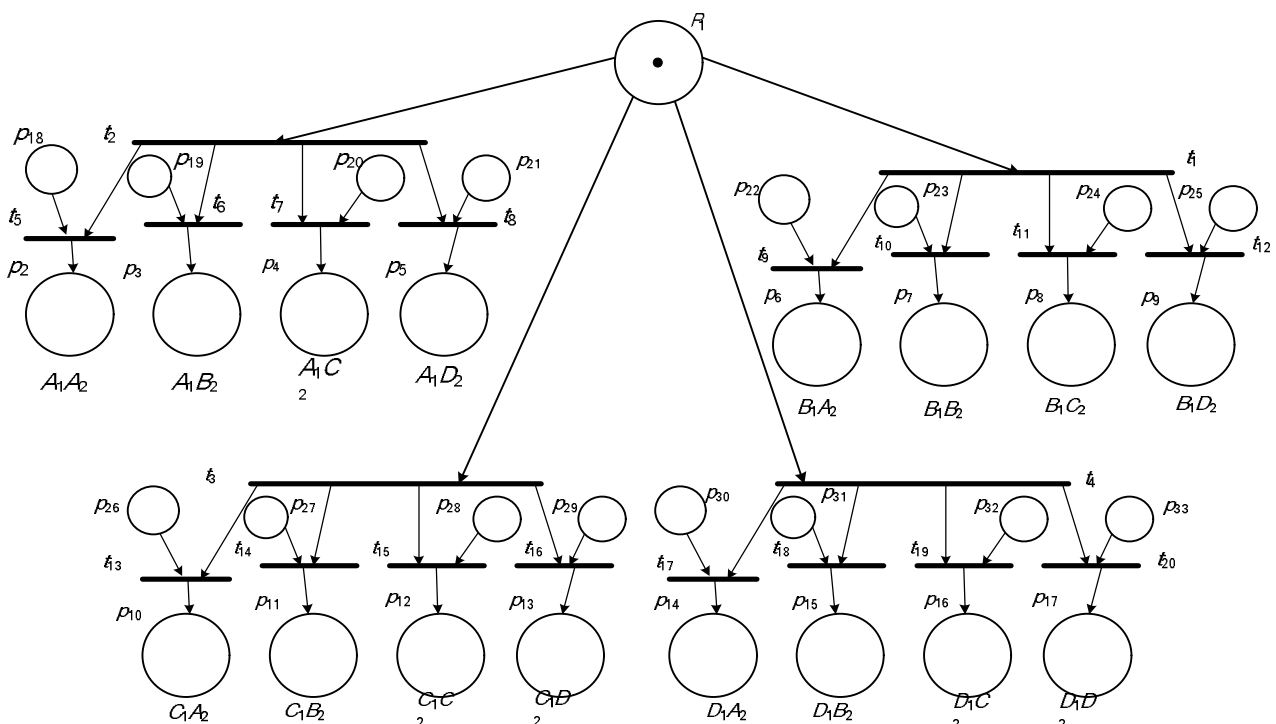


Рис. 2. Моделювання психофізіологічної методики відбору мережами Петрі [2]

На мережі позиції $p_2 - p_{17}$ відповідають комбінації 16 можливих типів темпераментів: p_2 відповідає A_1A_2 – суперсильний типу A (КМ = 1), p_3 відповідає A_1B_2 – суперсильний типу B (КМ = 0,95), p_4 відповідає A_1C_2 – суперсильний типу C (КМ = 0,9), p_5 відповідає A_1D_2 – суперсильний типу D (КМ = 0,85), p_6 відповідає B_1A_2 – сильний типу A (КМ = 0,8), p_7 відповідає B_1B_2 – сильний типу B (КМ = 0,75), p_8 відповідає B_1C_2 – сильний типу C (КМ = 0,7), p_9 відповідає B_1D_2 – сильний типу D (КМ = 0,65), p_{10} відповідає C_1A_2 – середній типу A (КМ = 0,6), p_{11} відповідає C_1B_2 – середній типу B (КМ = 0,55), p_{12} відповідає C_1C_2 – середній типу C (КМ = 0,5), p_{13} відповідає C_1D_2 – середній типу D (КМ = 0,4), p_{14} відповідає D_1A_2 – слабкий типу A (КМ = 0,3), p_{15} відповідає D_1B_2 – слабкий типу B (КМ = 0,2), p_{16} відповідає D_1C_2 – слабкий типу C (КМ = 0,1), p_{17} відповідає D_1D_2 – слабкий типу D (КМ = 0).

Подана топологія легко алгоритмізується і перекладається мовою ЕОМ.

Використовуючи комп'ютерний варіант моделі, можна ефективно реалізувати методику відбору операторів з метою визначення їх класифікаційної категорії.

Висновки. Психофізіологічний відбір є комплексною проблемою, що ґрунтується на концептуальних знаннях теорії основних властивостей нервової системи, теорії здібностей,

на знаннях адаптаційних можливостей організму людини, структурі особистості тощо. Процес відбору за допомогою розробленої топологічної моделі мереж Петрі дозволяє визначити потенційні психічні можливості організму оператора, виділити основні категорії серед претендентів та надати пріоритет при відборі категоріям осіб з високими показниками адаптивності, нервово-психічної стійкості, гармонічним співвідношенням потужності основних ритмів електричної активності мозку, розумової працездатності, відсутності синдромальних проявів депресивності і тривожності, а за правильного підбору колективу забезпечити оптимальні умови професійної діяльності.

Список літератури

1. Кузовик В. Д. Методологія побудови оптимальної системи підготовки і реабілітації операторів екстремальних видів діяльності. – К.: РВУФК, Наук. думка. – 2007. – 147 с.
2. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем. – М.: Мир. – 1984. – 264 с.

О. Б. Иванец, Е. В. Булыгина, М. В. Дворник, Ю. Ю. Оникиенко

Использование сетей Петри для топологического моделирования

Предложено использование методов и средств теории сетей Петри для описания методики психофизиологического отбора операторов. Описаны методические подходы психофизиологического отбора операторов, работающих в экстремальных условиях. Разработанный алгоритм психофизиологического отбора.

O. B. Ivanets, E. V. Bylugina, M. V. Dvornik, Y. Y. Onikienko

Using Petri nets for topological modeling

Proposed methods and means of the theory of Petri nets to describe the methods of psychophysiological selection of operators. We describe methodological approaches to the psychophysiological selection of operators working in extreme conditions. The developed algorithm psychophysiological selection.