

моделей Петрі-Маркова та доповнених функціональними компонентами // Моделювання та інформаційні технології: Зб. наук. праць. – Вип. 79. – Київ: ПІМЕ ім. Г. С. Пухова НАН України. – 2017. – С. 176 – 182.

*Поступила 2.10.2017р.*

УДК 004.021, 004.942

В.М.Теслюк, д.т.н., професор кафедри АСУ, НУ “Львівська політехніка”,  
М.Л.Навитка, старший викладач кафедри ІСТ, НУ “Львівська політехніка”,  
А.І.Пукач, к.т.н., здобувач,  
В.Я.Коваль, асистент кафедри ІСТ, НУ “Львівська політехніка”.

## **РОЗРОБЛЕННЯ МОДЕЛІ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО РОЗПОДІЛУ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ВІД СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ СИСТЕМИ «РОЗУМНИЙ ДІМ»**

**Abstract.** Developed model, based on the developed specialized algorithm and Petri Nets, for the automated distribution of consumption an electricity, received from the solar panels of the Smart-House system. The developed model makes it possible to investigate the dynamics and reliability of the subsystem of automated distribution of efficient electricity consumption of the Designed Smart-House System.

**Анотація.** Розроблено модель на основі спеціалізованого алгоритму та теорії мереж Петрі, для автоматизованого розподілу споживання електроенергії, отриманої від сонячних панелей системи «Розумний дім» (РД). Побудована модель дає змогу дослідити динаміку підсистеми автоматизованого розподілу ефективного споживання електроенергії проектованої системи «Розумний дім».

### **Актуальність**

В даний час відбувається бурхливий розвиток інтелектуальних технологій, які використовують в процесі проектування пристроїв різного функціонального призначення. Однією з таких технологій є системи «розумного» будинку[1-6], що забезпечують користувача високим рівнем комфорту та дають змогу суттєво економити енергоносії власнику будівлі. Тому врахування погодних умов є одним з шляхів часткової економії енергоносіїв.

Система РД аналізує прогноз погоди на найближчі кілька днів, і в залежності від того хмарний буде день чи сонячний – складає графік оптимального навантаження на електромережу. Так, наприклад, в хмарні дні система рекомендуватиме користувачу не використовувати потужні електроприлади (пральну машинку, праску, пиломок, бойлер, електричну духовку, зарядку електрокара, і т.д.), в той час як усю цю активність система плануватиме для користувача в сонячні дні.

### **Постановка задачі**

Основною поставленою задачею роботи є ефективний розподіл електроенергії, накопиченої від сонячних панелей системи РД. Сонячні панелі розглядаються по тій простій причині, що практично кожен ентузіаст-господарник, мріючи про енергонезалежність свого дому, в переважній більшості випадів розпочинає своє знайомство з альтернативними джерелами енергії, а саме з сонячних панелей, які є найдоступнішим видом з альтернативних джерел енергії. Запропонований механізм розв'язання поставленої задачі полягає в розробленні спеціалізованого алгоритму, згідно якого система РД пропонуватиме користувачу найбільш оптимальний графік споживання електроенергії на основі аналізу даних метеорологічної обстановки на найближчі дні. Таким чином, дотримуючись сформованого системою РД графіку споживання електроенергії, користувач зможе максимально ефективно користуватися природними ресурсами, залишаючись при цьому максимально автономним і незалежним. При цьому, система РД лише рекомендує користувачу найоптимальніше рішення, але останнє слово залишатиметься саме за користувачем.

На сьогодні задача раціонального розподілу споживання автономної електроенергії вирішується використанням потужних, дорогих (вартість акумуляторів перевищує вартість самих сонячних панелей в десятки разів), низько ефективних, недовговічних, екологічно небезпечних акумуляторів, які накопичують всю отриману від панелей електроенергію, та віддають її у внутрішню електромережу, а також реверсних підстанцій, які скидають надлишкову електроенергію в зовнішню мережу по, так званому, «зеленому тарифу». Крім того, застосування запропонованого підходу дає змогу значно зекономити вартість системи за рахунок зменшення кількості необхідних акумуляторів. Нижче, на рис. 1, представлена блок-схема розробленого алгоритму для формування графіку ефективного розподілу енергоспоживання всередині проектованої системи РД.

### **Розв'язання задачі**

Згідно побудованого алгоритму (див. рис. 1) початковим етапом є детермінація часового проміжку ( $k$ ) поточного дня, після чого відбувається перебір усіх днів, для яких система РД повинна скласти графік оптимального навантаження на внутрішню електромережу будинку з метою оптимального розподілу використання електроенергії, накопиченої від сонячних панелей.

Важливою умовою функціонування підсистеми автоматизованого розподілу ефективного споживання електроенергії проектованої системи РД є виконання необхідної умови того, що на момент початку функціонування алгоритму всі акумулятори заряджені на максимум. Хоча, в алгоритмі вже передбачена реалізація виконання даної умови, адже алгоритм розпочинає

своє функціонування від ранкового часового проміжку [9:00-12:00], тобто, до 9:00 відбувається накопичення енергії в акумуляторах. Наступним етапом роботи розробленого алгоритму є перебір усіх проміжків доби, починаючи від k-ого до останнього.

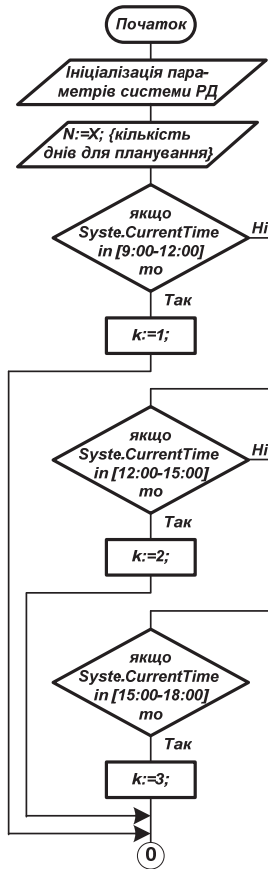


Рис.1. Блок-схема розробленого алгоритму розподілу енергоспоживання

При цьому коефіцієнт k розраховується лише для поточного дня, оскільки ми можемо здійснити запуск алгоритму в будь-який момент поточного дня, в той час як для всіх «майбутніх» днів k=1, тобто, відбувається перебір абсолютно всіх часових проміжків дня.

Ще одним важливим моментом є той факт, що, згідно розробленого алгоритму, останнім часовим проміжком є проміжок [15:18], оскільки після 18:00 розпочинається підготовка до темної пори доби, коли споживання електроенергії буде значним, тому необхідною умовою є повна зарядка

акумуляторів системи, для чого, власне, і відводяться усі наступні можливі часові проміжки світлового дня після 18:00.

Таким чином, завдяки побудованому алгоритму, енергія, накопичувана від сонячних панелей впродовж найбільш активної фази світлового дня, вже не буде просто акумулюватись, а буде використовуватися для найбільш актуальних потреб користувачів проекрованої системи РД.

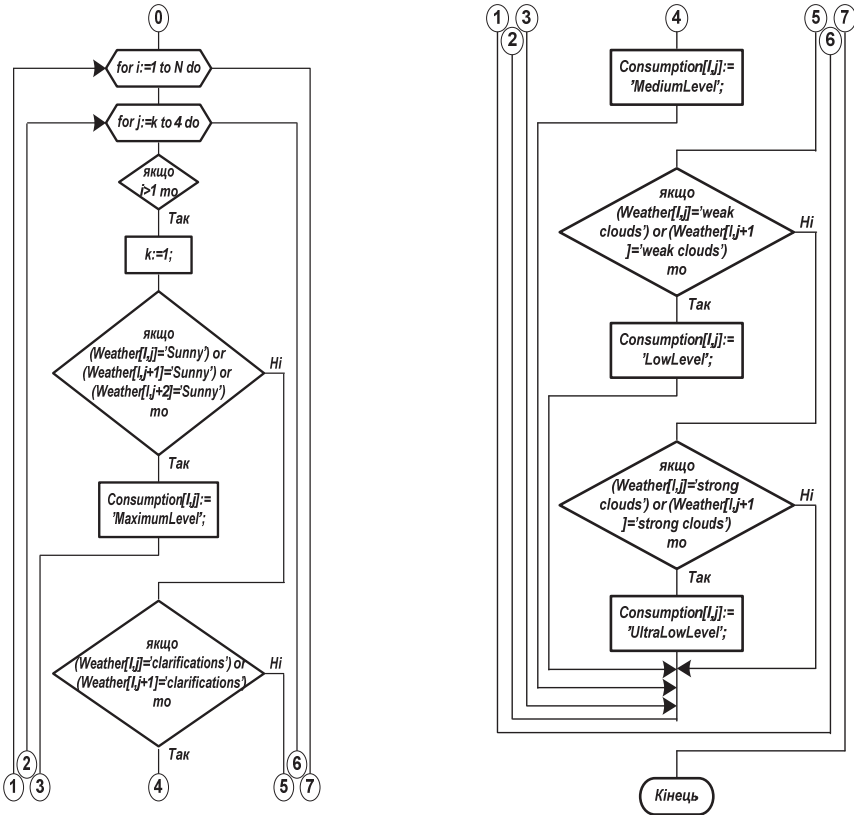


Рис.1. Блок-схема розробленого алгоритму розподілу енергоспоживання (продовження)

На рис. 2 зображено побудовану схему модель на основі мереж Петрі [7-11] для автоматизованого розподілу споживання електроенергії, отриманої від сонячних панелей системи РД, яка базується на розробленому алгоритмі, і дає змогу дослідити динаміку проекрованої підсистеми автоматизованого розподілу ефективного споживання електроенергії розроблюваної системи РД.

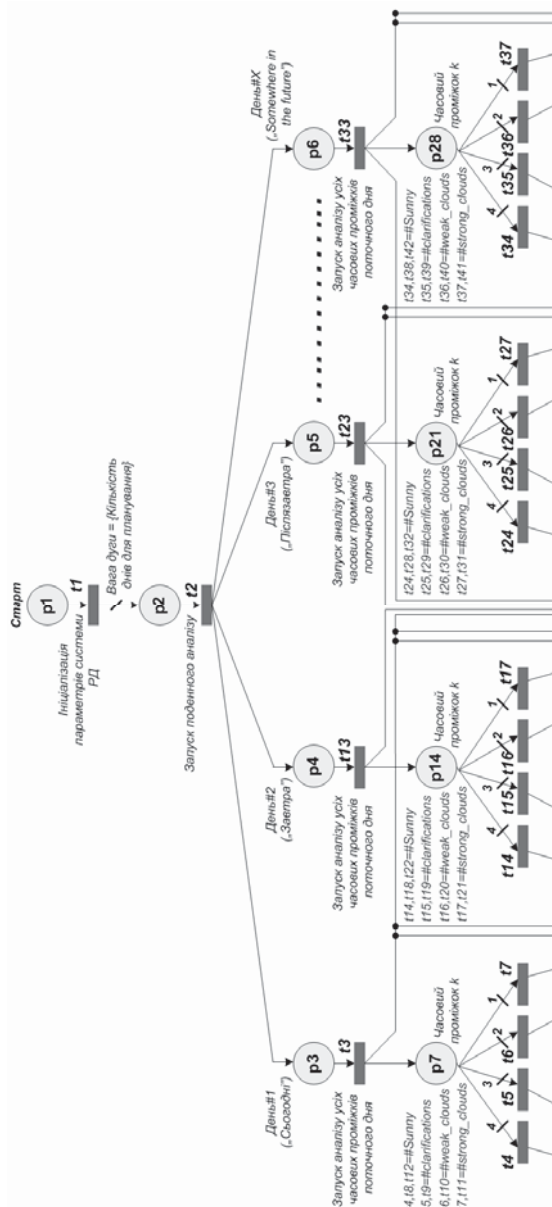


Рис. 2. Модель Петрі для автоматизованого розподілу споживання електроенергії, отриманої від сонячних панелей системи «Розумний дім»

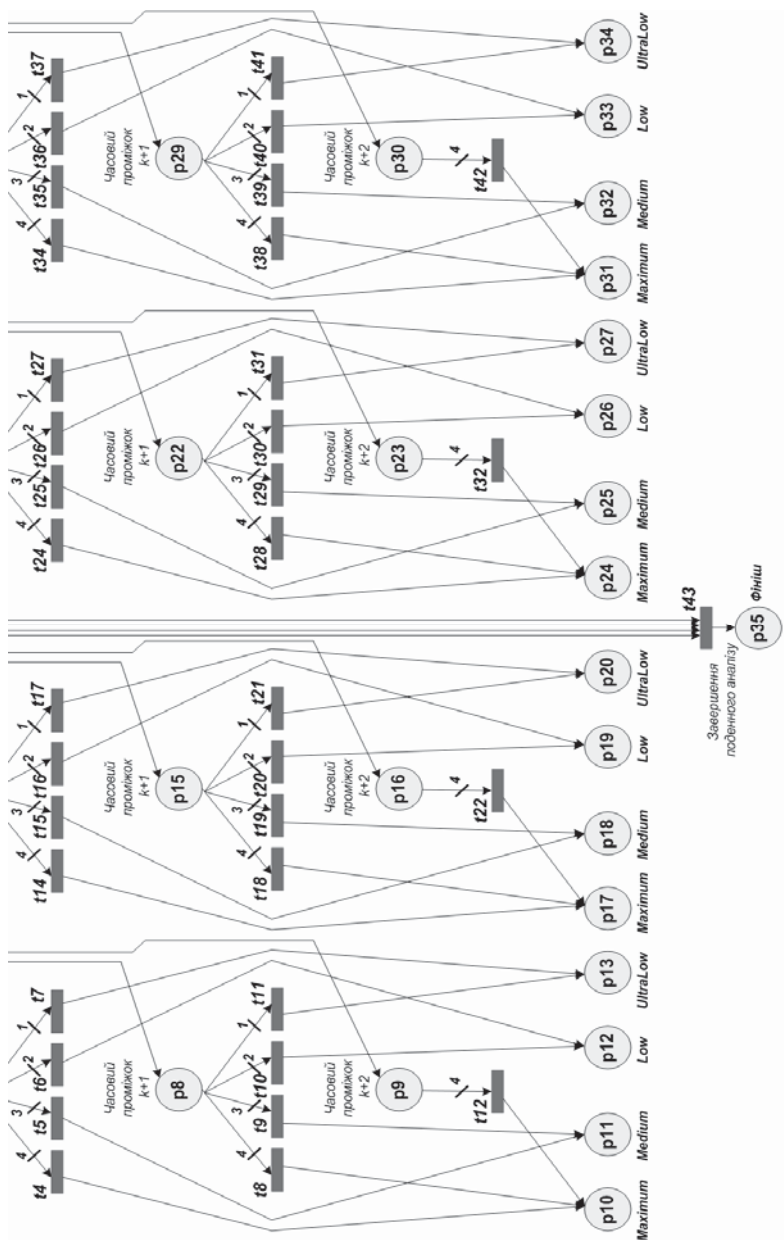


Рис. 2. Модель Петрі для автоматизованого розподілу споживання електроенергії, отриманої від сонячних панелей системи «Розумний дім» (Продовження)

При розробленні даної моделі запропонований та реалізований принцип пріоритетності переходів моделі, згідно якого переходи, що виходять з одного стану, спрацьовують в порядку зменшення їхньої ваги: першими спрацьовують переходи з вагою 4, після них спрацьовують переходи з вагою 3, за ними слідують спрацювання переходів з вагою 2, і останніми спрацьовують переходи з найменшою вагою – вагою 1.

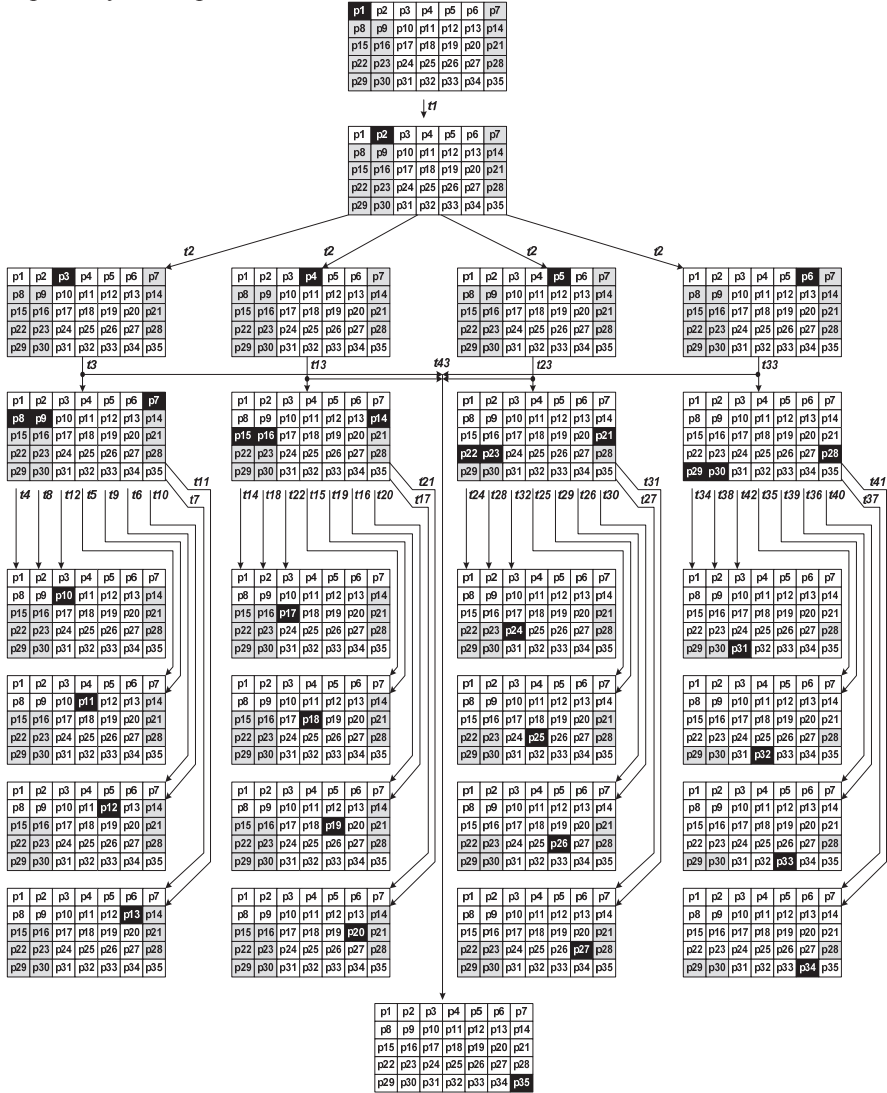


Рис. 3. Граф дерева досяжності станів розробленої моделі.

Крім того, при розробленні моделі запропоновано та реалізовано

нестандартне рішення для класичних мереж Петрі (та й загалом для всіх існуючих різновидів цих мереж), згідно якого останній перехід  $t_{43}$  спрацьовує не в результаті наявності маркера у вихідній для даного переходу позиції (адже така позиція відсутня для даного переходу в принципі), а в результаті спрацювання кожного з переходів  $t_3$ ,  $t_{13}$ ,  $t_{23}$  і  $t_{33}$ . Хоча таке рішення дещо «ламає» основні стереотипи мереж Петрі, до яких ми звикли, воно все ж, дає змогу неабияк раціоналізувати модель, оскільки виключає необхідність введення в модель додаткових 4 буферних позицій, які, по суті, не несуть жодного функціонального навантаження.

На рис. 3 зображено побудований граф дерева досяжності [11] станів розробленої моделі, що демонструє скінченність моделі та досяжність кожного з її станів, відсутність тупиків та її живучість.

### **Висновки**

Розроблений спеціалізований алгоритм та модель на основі мереж Петрі, які призначені для дослідження динаміки процесу автоматизованого розподілу споживання електроенергії, отриманої від сонячних панелей проєктованої системи РД з метою забезпечення можливості реалізації механізму максимально ефективного розподілу споживання електроенергії. Побудовано відповідний граф дерева досяжності станів розробленої моделі, що демонструє скінченність моделі та досяжність кожного з її станів.

1. *Ahmed ElShafee, Karim Alaa Hamed,* "Design and Implementation of a WiFi Based Home Automation System", International Journal of Computer, Electrical, Automation, Control and Information Engineering Vol:6, No: 8, 2012.
2. *Hayet Lamine and Hafedh Abid* , "Remote control of a domestic equipment from an Android application based on Raspberry pi card", IEEE transaction 15th international conference on Sciences and Techniques of Automatic control & computer engineering - STA'2014, Hammamet, Tunisia, December 21-23, 2014.
3. *Jain Sarthak, Vaibhav Anant and Goyal Lovely* , "Raspberry Pi based Interactive Home Automation System through E-mail.", IEEE transaction, 2014 International Conference on Reliability, Optimization and Information Technology ICROIT 2014, India, Feb 6-8 2014.
4. *R.Pivare, M.Tazil,* "Bluetooth Based Home Automation System Using Cell Phone", 2011, IEEE 15th International Symposium on Consumer Electronics Singapore, pp.192- 195.
5. *Mahesh.N.Jivani*, "GSM Based Home Automation System Using App-Inventor for Android Mobile Phone", 2014, International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering, Vol. 3(9), pp. 12121-12128.
6. *Greichen, J.J.*, "Value based home automation or today's market," IEEE Transactions on Consumer Electronics, vol. 38, no. 3, pp.34-38, Aug. 1992.
7. *V. M. Teslyuk, V. V. Beregovskiy, A. I. Pukach*, "Development of smart house system model based on colored Petri nets", in Proc. of International Seminar/Workshop on Direct and Inverse Problems of Electromagnetic and Acoustic Wave Theory, DIPED'2013, Lviv, Ukraine, September 2013, P. 205 – 208.
8. *Aized T.* (Ed.) Advances in Petri Net: Theory and Applications: InTeOpP, 2010. —229p.
9. *Теслюк В.М.* Застосування мереж Петрі при проєктуванні MEMC на системному рівні // Вісник Національного університету «Львівська політехніка»: Комп'ютерні 136



системи проектування. Теорія і практика. - Львів, 2006. – № 564. – С. 45 - 53.

10. Girault C., Valk R. Petri Nets for Systems Engineering: A Guide to Modeling, Verification, and Applications : Springer, 2003. — 601 p.

11. V. Teslyuk, P. Denysyuk, Hamza Ali Yousef Al Shawabkeh, A. Kernyskyy, “Developing Information Model Of The Reachability Graph”, in. Proc. of the XVth International Seminar / Workshop Of Direct And Inverse Problems Of Electromagnetic And Acoustic Wave Theory, Tbilisi, Georgia, 2010, P. 210 – 214.

*Поступила 5.10.2017р.*

УДК 004.9; 159.937.53

Р. Л. Ткачук, к.т.н. доцент кафедри цивільного захисту та комп'ютерного моделювання екогеофізичних процесів ЛДУ БЖД

## **ПРОФЕСІЙНА ПІДГОТОВКА ПЕРСОНАЛУ ДО ДІЙ В ЕКСТРЕМАЛЬНИХ СИТУАЦІЯХ З ВИКОРИСТАННЯМ РАНГОВИХ ТЕСТІВ**

**Анотація.** В статті проведено теоретичний аналіз базових підходів до формування тестів, розглянуто вплив факторів на здатність приймати рішення в екстремальних умовах, побудовано схему формування командно-оперативного рівня професійної підготовки особи з використанням рангових тестів, які дозволяють синтезувати стратегію і плани ефективної підготовки персоналу і підвищити його психологічну та інтелектуальну стійкість.

**Аннотация.** В статье проведен теоретический анализ базовых подходов до формирования тестов, рассмотрено влияние факторов на способность принимать решение в экстремальных условиях, построена схема формирования командно-оперативного уровня профессиональной подготовки с использованием ранговых тестов, которые позволяют синтезировать стратегию и планы эффективной подготовки персонала и повысить его психологическую и интеллектуальную стойкость.

**Annotation.** In the article the theoretical analysis of the basic approaches to the formation of tests was held. The influence of factors on the ability to make decisions in extreme conditions was considered. The formation scheme of the command-operational level of professional person training with the use of rank tests that allows to synthesize the strategy and effective training plans of the personnel and to increase its psychological and intellectual stability was created.

**Ключові слова:** прийняття рішень, інтелектуальна стійкість, психологічна стійкість, тестування, ризик, професійна підготовка, надзвичайна ситуація.

**Ключевые слова:** принятие решений, интеллектуальная стойкость, психологическая стойкость, тестирование, риск, профессиональная подготовка, чрезвычайная ситуация.

**Key words:** decision making, intellectual resilience, psychological stability, testing, risk, professional training, emergency situation.