

В. М.Теслюк, д.т.н., професор кафедри САП, НУ “Львівська політехніка”,
В.В.Береговський, викладач коледжу електронних приладів Івано-
Франківського Національного технічного університету нафти і газу,
А.І.Пукач, м.н.с. кафедри САП, НУ “Львівська політехніка”,
А.Р. Сидор, асистент кафедри іноземних мов, НУ “Львівська політехніка”.

АВТОМАТИЗАЦІЯ СИСТЕМНОГО РІВНЯ ПРОЕКТУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО БУДИНКУ

В статті розроблено моделі для системного рівня автоматизованого проектування підсистем інтелектуального будинку на основі теорії мереж Петрі. Проведено аналіз розроблених підсистем інтелектуального будинку та наведено результати.

This paper is devoted to the developed model for system-level automated design of smart-house subsystems. The developed model is based on the theory of Petri nets, which provides an effective analysis of all developed subsystems inside the smart-house.

Вступ

З кожним днем, у світі все гостріше постають питання економії енергоресурсів [1]. Одним з можливих шляхів часткового вирішення цієї проблеми - є широкомасштабне використання технологій інтелектуального будинку (ІБ) [2], що дає можливість економити споживання енергоресурсів до 30% - 40% та навіть більше [1]. В світі по-різному називають цю технологію: інтелектуальний будинок, розумний будинок, слухняний будинок, енергозберігаючий будинок та інші [3, 4], але ядром кожної з них є апаратно-програмна система, що дає змогу забезпечити комфортні умови проживання мешканців з можливістю суттєвої економії енергоресурсів.

Сьогодні існує багато фірм, які пропонують готові модулі для реалізації даного проекту [2 – 4] та існує багато проектних рішень інтелектуального будинку і його компонентів [5 – 7], створенні та реалізовані різноманітні системи для контролю побутової техніки за допомогою мережі Інтернет і мобільного зв'язку [2]. Для проектування інтелектуальних будинків, як і для більшості складних технічних систем, застосовують блочно-ієрархічний підхід, який передбачає наявність таких ієрархічних рівнів, а саме: системного рівня, рівня підсистем та рівня елементів. Для аналізу роботи систем та підсистем інтелектуального будинку запропоновано використовувати моделі на основі теорії мереж Петрі (МП) [8 – 10].

1. Розроблення підсистеми клімат-контролю ІБ

З метою забезпечення максимальної ефективності та функціональності, система інтелектуального будинку має включати такі основні підсистеми, як:

підсистем клімат-контролю, підсистема освітлення та управління побутовою технікою, підсистема захисту, підсистема безпеки, а також ряд інших додаткових підсистем.

Підсистема клімат-контролю системи ІБ включає ряд датчиків для збору вхідної інформації, контролер для її опрацювання, та ряд актуаторів — пристроїв для здійснення необхідної корекції навколишнього середовища (обігрівач, витяжка, зволожувач повітря, тощо). Таким чином, отримаємо базову структуру підсистеми клімат-контролю деякої структурної одиниці ІБ (кімнати), зображену нижче, на рис. 1.

В якості контролера, використовується нейроконтролер, який моделює мережу багатoshарового перцептрона [11]. Основним завданням нейроконтролера є забезпечення реакції на зміну вхідних параметрів системи та коректної взаємодії між вхідними та вихідними пристроями (між датчиками та актуаторами).

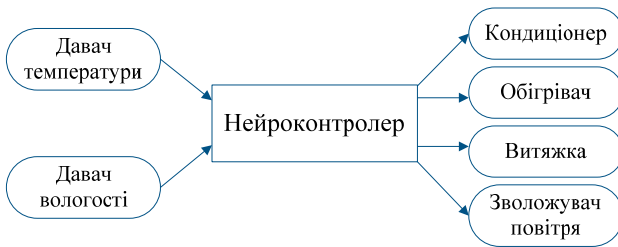


Рис. 1. Структура підсистеми клімат-контролю однієї кімнати

Нижче, на рис. 2, представлена модель на основі кольорових МП [10] для підсистеми клімат-контролю ІБ.

$$N_{colour} = \{S, T, F, M_0, Type, Type_S, Type_F, Condition\}, \quad (1)$$

де $Type$ - множина типів; $Type_S$ - множина, яка відображає доступну множину типів у позиціях мережі; $Type_F$ - множина, типів маркерів, що збуджують перехід, або які типи маркерів будуть згенеровані переходом; $Condition$ - множина умов збудження переходів.

Застосування кольорових мереж Петрі дало змогу з легкістю реалізувати розподіл основних процесів контролю мікроклімату ІБ.

Розроблена модель на основі кольорової МП для підсистеми клімат-контролю ІБ, складається з позицій та переходів, і дає можливість здійснити динамічний аналіз поведінки даної підсистеми. На рис. 3, зображений граф досяжності станів побудованої моделі на основі кольорової МП, що демонструє досяжність усіх заданих станів та в мережі відсутні тупики (див. рис. 3).

2. Розроблення підсистеми освітлення ІБ

Управління світлом — одна з найважливіших підсистем, що забезпечує комфорт у будинку та значну економію споживаної електроенергії. За статистикою, від 20 до 50 відсотків від загального обсягу споживаної енергії в будинках і офісах використовуються для освітлення [7].

Розроблена структура підсистеми освітлення включає в себе: звукові давачі, фоторезистори, давачі руху та переривання контактів. В ролі актуаторів виступає зовнішнє та внутрішнє освітлення будинку із регулюванням жалюзів.

Давачі передають інформацію про стан підсистеми, по спеціальній шині комутації, до центрального блоку керування, в ролі якого виступає розроблений нейроконтролер.

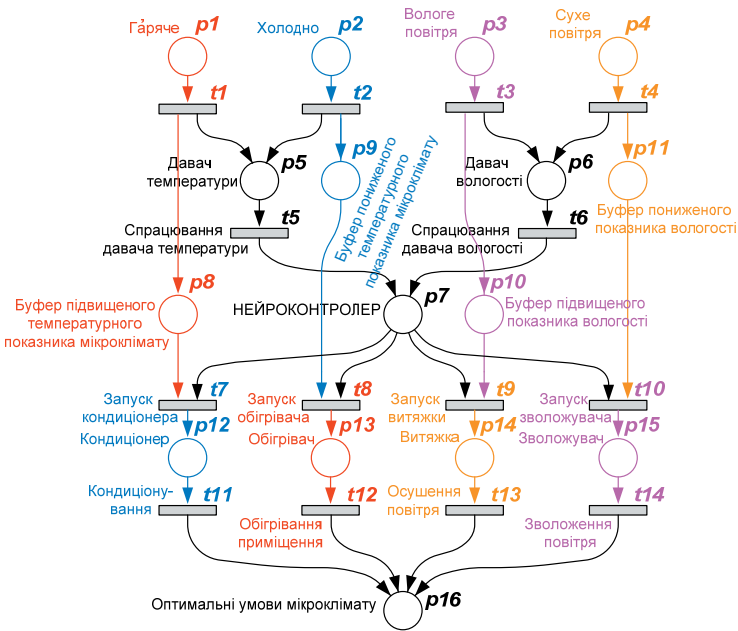


Рис. 2. Модель на основі кольорової мережі Петрі для підсистеми клімат-контролю

Важливим елементом проектування будь-якої підсистеми – є перевірка алгоритму функціонування та дослідження динаміки роботи розробленої підсистеми. Саме з цією метою розроблена модель підсистеми освітлення ІБ на основі мереж Петрі [9, 10]. В основу розробленої моделі покладені відповідні давачі, які передають інформацію нейроконтролеру і він, в свою чергу, активує виконавчі пристрої (актуатори). Основний акцент при розробці нейроконтролера, полягає в управлінні освітленням для створення більшого комфорту та економії енергії власником.

В даній моделі (див. рис. 5) використано принцип, відповідно до якого, при подразненні певного давача відбувається його перехід зі стану спокою (0) в режим збудження (1).

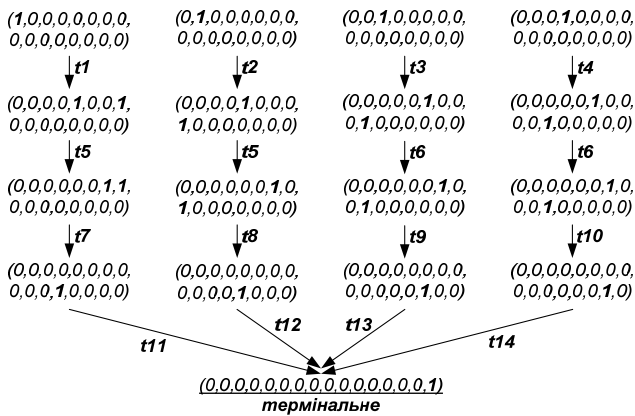


Рис. 3. Граф досяжності станів кольорової мережі Петрі підсистеми клімат-контролю

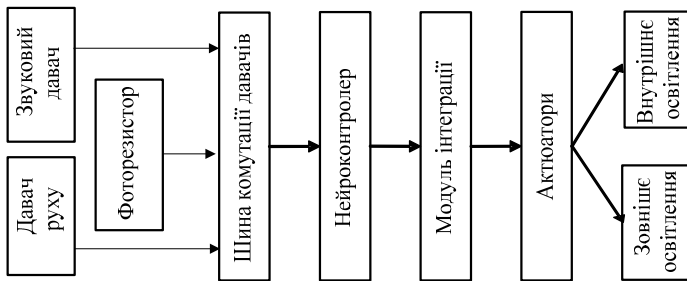


Рис. 4. Структурна схема підсистеми освітлення ІБ

У випадку, коли відбувся рух (наприклад, при вході в будинок або до ванної кімнати) – давач активізується і, за умови дозволу на передачу даних, сигнал від давача слідує по шині комутації до нейроконтролера. Дозвіл на передачу даних, формує чергу на опрацювання і таким чином запобігає втраті інформації.

Отримавши дані від давачів, нейроконтролер обробляє інформацію і відповідно до умов та місця перебування господаря, визначає де саме вмикати або вимикати світло при русі чи поданні звукового сигналу; при зміні режиму доби розсувати та засувати жалюзі, вмикати або вимикати зовнішнє освітлення будинку, тощо.

МП складається з позицій, переходів, вхідних та вихідних функцій і її структура представляється у наступному вигляді:

$$N = \{S, T, F, M_0\}, \quad (2)$$

де: $P = \{S_1, S_2, \dots, S_n\}$ - множина позицій (станів); $T = \{t_1, t_2, \dots, t_m\}$ - множина переходів; F - множина дуг, яка включає дві підмножини вхідних та вихідних дуг по відношенню до переходу; M_0 - множина, яка задає початкове маркування мережі Петрі.

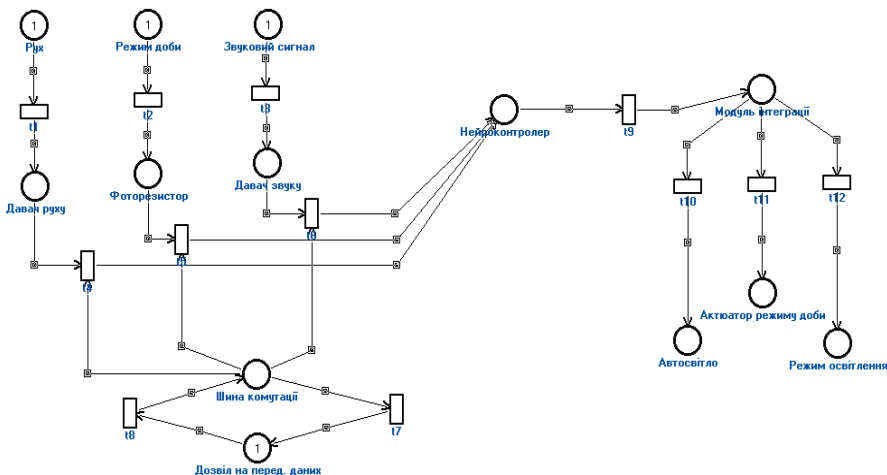


Рис. 5. Модель на основі мереж Петрі для підсистеми освітлення ІБ

В результаті дослідження розробленої моделі підсистеми освітлення ІБ на основі мереж Петрі встановлено, що всі стани побудованої мережі Петрі досяжні. Результати зміни станів та відповідний граф досяжності представлені нижче, на рис. 6.

3. Розроблення підсистеми захисту ІБ

Важливою підсистемою "інтелектуального будинку" – є підсистема захисту, яка призначена для забезпечення захисту і охорони життя, здоров'я та майна господаря. Для виконання цих функцій, підсистема включає в себе: охоронно-пожежну сигналізацію; засоби контролю доступу в приміщення; контроль протікання води; контроль витoku газу та підсистему відеоспостереження.

Головна функція підсистеми захисту, яка складається з ряду пристроїв і систем, — захист від проникнення сторонніх осіб на приватну територію. Один з елементів підсистеми здійснює відстеження цілісності периметру приміщення. Якщо стороння особа спробує проникнути в квартиру або будинок через двері чи вікно, пристрої зафіксують переривання заданого контуру.

В результаті активізуються системи світлового і звукового оповіщення, власник житла отримує голосове або SMS-повідомлення про подію, а в службу безпеки надходить тривожний сигнал з приміщення. Господар житла може вибрати один з декількох рівнів захисту. Більш досконалі системи при проникненні сторонньої особи блокують вікна і двері, не даючи порушнику покинути межі приміщення до прибуття служби охорони.

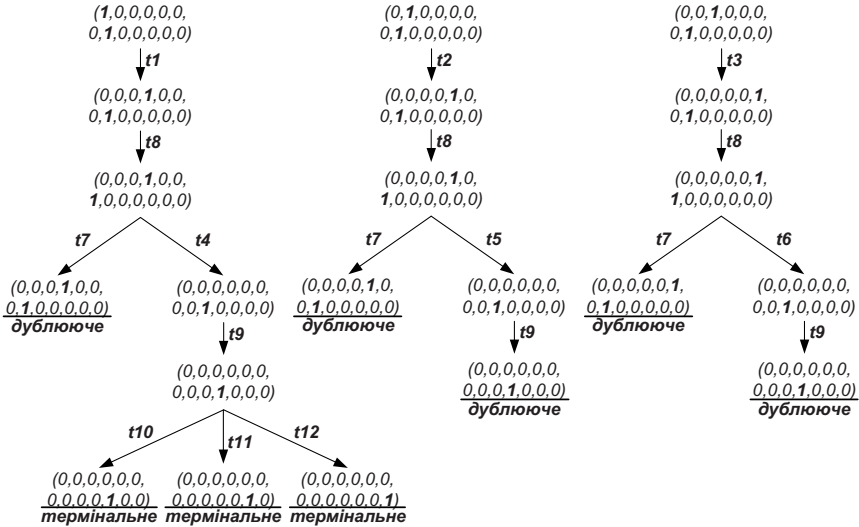


Рис. 6. Граф досяжності станів побудованої мережі Петрі підсистеми освітлення ІБ

Для захисту житла передбачені різні набори пристроїв. Наприклад, можуть бути встановлені давачі руху або давачі перетину периметра, які працюють у поєднанні з підсистемою відеоспостереження. Завдяки ним, будь-яке несанкціоноване проникнення людини або тварини на приватну територію негайно стає відоме власнику. Такі інноваційні пристрої, як давачі руйнування стін і розбиття вікон, домофони, ідентифікатори відвідувача, кодові замки, також підвищують рівень комфорту і безпеки власників ІБ.

Запропонована в роботі модель нейроконтролера ґрунтується на централізованому управлінні та системі інтеграції з іншими підсистемами, даючи змогу, при цьому, значно зменшити кошти на реалізацію та підвищити ступінь ефективності у порівнянні з існуючими аналогами.

Розроблена структура підсистеми захисту ІБ (див. рис. 7) включає давачі руху, розмикання контактів вікон та дверей і давачі розбитого скла. З актюаторів використано звукову та світлову сигналізацію, а також GSM-повідомлення власника з допомогою SMS-повідомлення.

Відповідно до розробленої структури (див. рис. 7), центральним елементом є нейроконтролер, основна задача якого полягає в опрацюванні отриманої від давачів інформації та прийняття рішення відповідно до умов

навчання (визначаються на етапі проектування).

З'єднані давачі з нейроконтролером через шину комутації. Вона виконує функцію маршрутизатора адресації даних, які поступають від давачів.

Модуль інтеграції визначається як адресний простір на шині передачі даних контролера. Він призначений для того, щоб підсистема захисту могла взаємодіяти з іншими підсистемами ІБ. Це потрібно для того, щоб одна підсистема могла використовувати функціональні елементи іншої. Наприклад, коли відбулося потрапляння злоумисника на периметр будинку, підсистема захисту відреагувала відповідно до умов, та здійснює надсилання керуючих сигналів на актюатори, які знаходяться в іншій підсистемі (Світлова сигналізація — підсистема освітлення, звукова сигналізація — мультимедійна підсистема, тощо).

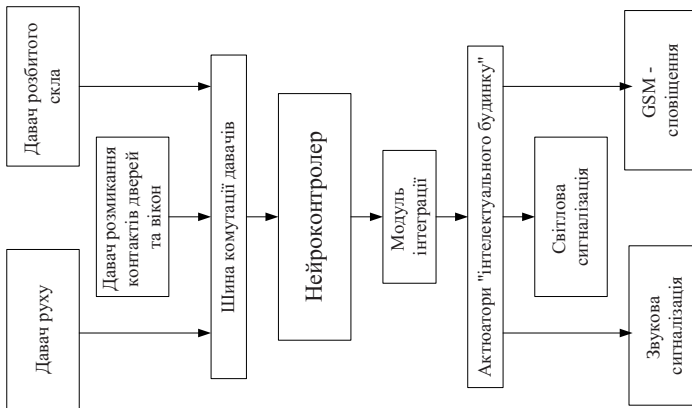


Рис. 7. Структурна схема підсистеми захисту ІБ

Для здійснення моделювання роботи розробленої структури підсистеми захисту ІБ в роботі використані мережі Петрі, що дає змогу покроково проаналізувати роботу нейроконтролера розробленої підсистеми та визначити місця можливих колізій з метою забезпечення можливості виправлення їх ще на етапі проектування.

Модель (див. рис. 8) ґрунтується на основі трьох видів давачів, які надсилають інформацію на опрацювання нейроконтролеру, а він, в свою чергу, приймає рішення та активує відповідні актюатори. Структура МП визначається її позиціями, переходами, вхідною і вихідною функціями (2).

В результаті дослідження розробленої моделі підсистеми захисту ІБ на основі мереж Петрі встановлено, що всі стани побудованої мережі Петрі досяжні. Результати зміни станів та відповідний граф досяжності представлені нижче, на рис. 9.

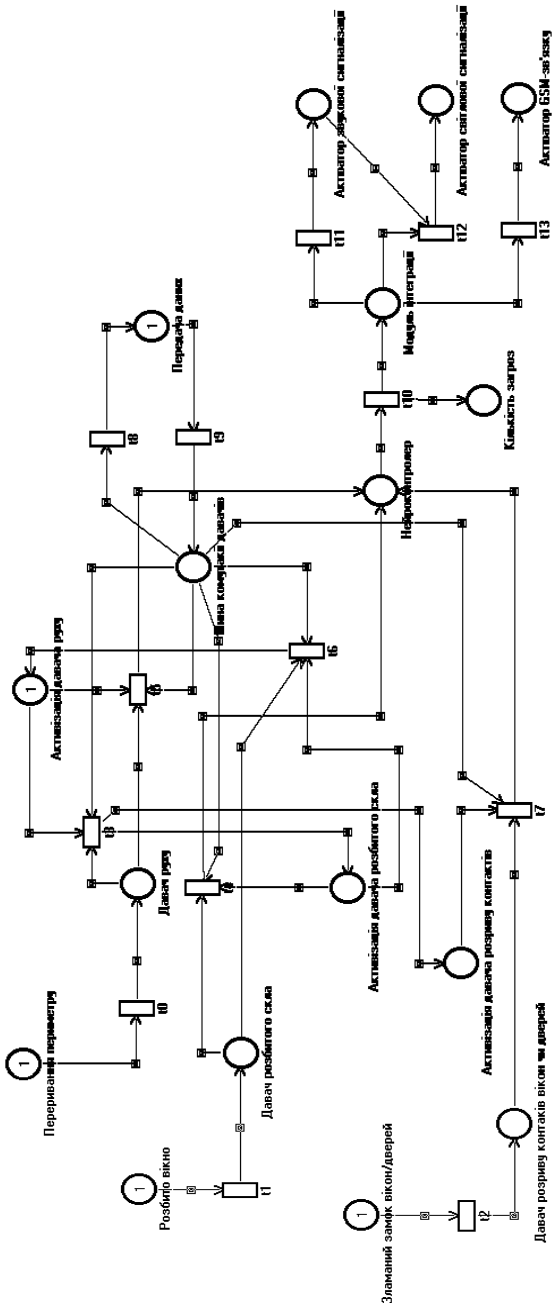


Рис. 8. Модель підсистеми захисту ІБ на основі мереж Петрі

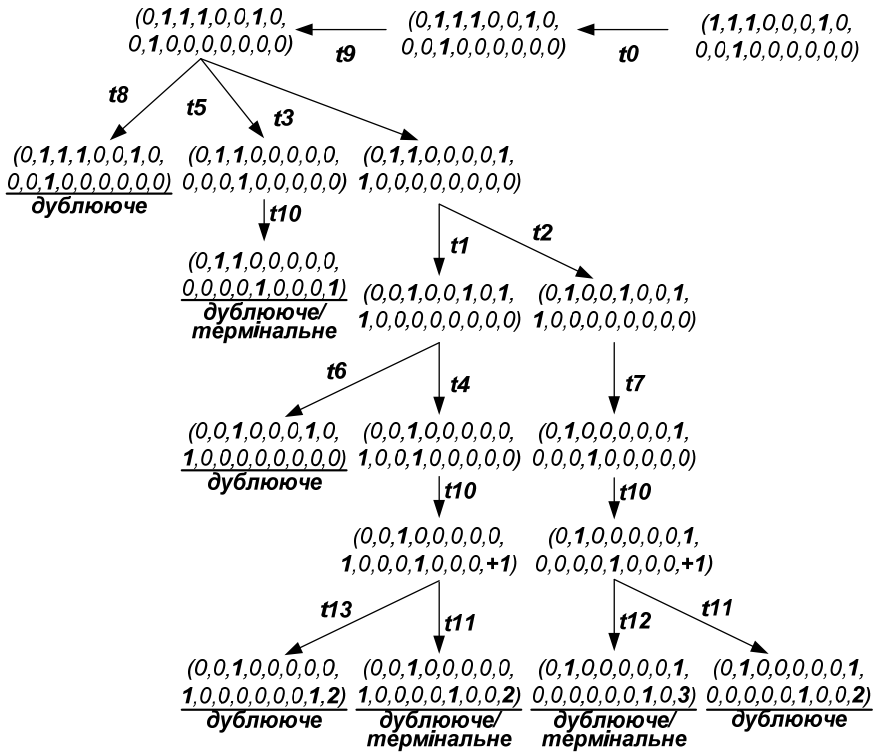


Рис. 9. Граф досяжності станів побудованої МП підсистеми захисту ІБ

Висновки

В роботі розроблено моделі для автоматизації функціонування підсистем ІБ, що дають можливість здійснити повний функціональний аналіз на системному рівні проектування з можливістю виявлення, виправлення та вдосконалення імовірних проблемних ділянок при проектуванні «інтелектуального будинку». Здійснено детальний аналіз функціонування розроблених моделей підсистем з використанням класичних та кольорових МП.

Зокрема, в роботі розроблено ряд основних підсистем ІБ, таких як — підсистема клімат-контролю, підсистема освітлення та підсистема захисту. Для кожної із підсистем розроблена відповідна деталізована структурна схема, що включає ряд давачів, актюаторів, а також спеціалізованих

нейроконтролерів для швидкого та надійного реагування у будь-якій критичній ситуації з метою забезпечення максимальної безпеки, комфорту та енергоспоживання ІБ. Крім того, для кожної підсистеми ІБ побудована спеціалізована модель на основі МП — класичних (для підсистем освітлення та захисту) і кольорових (для підсистеми клімат-контролю).

Розроблені моделі основних підсистем ІБ дають можливість здійснити детальний аналіз динаміки досліджуваних процесів всередині кожної підсистеми ще на системному рівні проектування системи ІБ в цілому, забезпечуючи тим самим підвищення надійності реалізації системи ІБ.

1. Перспективи ринку систем "Розумний будинок". [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://alls.in.ua/17818-perspektivi-rinku-sistem-rozumnijj-budynok.html>
2. Системи безпеки «Інтелектуального будинку» [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://dim.promotion-soft.com/bud-remont-2012-07-07-5508/>
3. *Richard Harper*. Inside the Smart Home.- London. Springer; August, 2003 - 275 p.
4. *Niezabitowska.E.* : Budynek inteligentny - Tom I, II Potrzeby użytkownika a standard budynku inteligentnego , Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2005.
5. *Kis Y.P., Teslyuk V. M.* Methods and tools of authentication biometric data in information systems // Actual Problems of Economics. – 2012.- № 12(138). - P. 174 -182.
6. *Теслюк В.М., Теслюк Т.В., Ляндра А.С.* Модель підсистеми клімат контролю для аналізу роботи інтелектуального будинку // 36. наук.-техн. пр. : Науковий Вісник НЛТУ України. - 2012. - Вип.22.9. - С. 132 - 135.
7. *Теслюк В.М., Березький О.М., Береговський В.В., Теслюк Т.В.* Розроблення нейроконтролера для управління підсистемою освітлення інтелектуального будинку // 36. наук. пр. ІППМЕ ім.Г.Є.Пухова НАН України. – Київ, 2012, Вип. 64. – С.137 – 143 .
8. *Teslyuk V., Denysyuk P., Hamza Ali Yousef Al Shawabkeh, Kernytskyu A.* Developing Information Model Of The Reachability Graph // Proc. of the XVth International Seminar / Workshop Of Direct And Inverse Problems Of Electromagnetic And Acoustic Wave Theory. –Tbilisi, Georgia, 2010. – P. 210 – 214.
9. *Котов В.Е.* Сети Петри. – М.: Наука, 1984. – 160 с.
10. *James L. Peterson* A Note on Colored Petri Nets, Information Processing Letters, Vol. 11, No. 1, (August 1980), p. 40-43.
11. *Саймон Хайкин* Нейронные сети: полный курс = Neural Networks: A Comprehensive Foundation. — 2-е изд. — М.: «Вильямс», 2006. — 1104 с.

Поступила 18.03.2013р.