

## СТРУКТУРНА МОДЕЛЬ КОНТРОЛЕРА ДЛЯ ПІДСИСТЕМИ ЗАХИСТУ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО БУДИНКУ

Москаль Б.М.<sup>1)</sup>, Береговський В.В.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Тернопільський національний економічний університет, магістрант; <sup>2)</sup> Івано-Франківський Національний технічний університет нафти і газу, викладач коледжу електронних приладів

### I. Вступ

З кожним днем кількість енергії, яку споживає людство лишень зростає. Одним з підходів до часткового сповільнення такої тенденції – використання технології "інтелектуального будинку" [1 - 4].

"Інтелектуальний будинок" як поняття було вперше згадано в 70-х роках минулого сторіччя вашингтонським інститутом інтелектуальної будівлі. Тоді він був представлений у вигляді особливої будівлі, яка здатна забезпечувати ефективно та продуктивно використання робочого простору та енергії.

Сьогодні "Інтелектуальний будинок" - це централізована система, в яку інтегровані ряд підсистем, що створюють умови для комфортного проживання в будинку. Зазвичай в систему "інтелектуальний будинок" включаються – підсистема клімат-контролю[5]; опалення, вентиляція та кондиціонування; підсистема захисту; мережу зв'язку [6]; система освітлення [7] і система електропостачання; керування аудіо та відео системами, а також іншими побутовими приладами та обладнанням; IP-або GSM моніторинг системи.

Зарубіжна статистика, де технології "інтелектуального будинку" – вже давно повсякденна реальність, дає змогу стверджувати про вигоду інвестицій та їх швидке повернення. Адже, споживач отримує [1 - 4]: зменшення експлуатаційних витрат - 30%; зменшення платежів за електроенергію - 30%; зменшення платежів за воду - 41%; зменшення платежів за тепло - 50%; зменшення викидів CO<sub>2</sub> - 30%; зменшення пільг за страхуванням від ризиків до 60%.

Отже, можна вважати, що "інтелектуальний будинок" – це будинок, що реагує на ситуації без людського втручання, і працює заради однієї-єдиної мети – забезпечувати комфорт, функціональність, економію енергії, надійність і безпеку своєму господареві. Відповідно проектування елементів "інтелектуального будинку" є актуальною задачею сьогодення.

### II. Мета роботи

Метою даної роботи є створення моделі нейроконтролера для підсистеми захисту "інтелектуального будинку". Тобто, дана розробка націлена на ідеї сьогоdnішніх систем захисту для "інтелектуального будинку". Вона ґрунтується на централізованому управлінні та системі інтеграції з іншими підсистемами, але за менші кошти реалізації та високим ступенем ефективності, в порівнянні з її схожими аналогами.

### III. Розроблення структури підсистеми захисту інтелектуального будинку

Найважливішою підсистемою "інтелектуального будинку" вважається підсистема захисту. Дана підсистема 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 систему відеоспостереження.

Головна функція системи захисту - захист від проникнення сторонніх на територію житла, яка складається з ряду пристроїв і систем. Один з елементів системи 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.

Для захисту житла передбачені різні набори пристроїв. Наприклад, можуть бути встановлені датчики руху або датчики перетину периметру, які працюють у поєднанні з системою відеоспостереження. Завдяки їм будь-яке несанкціоноване проникнення людини або тварини на

територію житла негайно стає відомим власнику. Такі інноваційні пристрої, як датчики руйнування стін і розбиття вікон, домофони, ідентифікатори відвідувача [8], кодові замки, також підвищують рівень комфорту і безпеки власників "інтелектуального будинку".

Сьогодні на ринку представлено велику кількість різноманітних систем захисту, які дають змогу інтегрувати в "інтелектуальний будинок". Одними з провідних фірм-розробників даних систем є: LOXONE, Ezzy Automations, CLIPSAL. Спільною рисою цих систем є те, що центральним елементом управління є контролер. Більшість давачів передають всю інформацію про стан роботи системи на центральний контролер управління, який має можливість змінювати задані параметри в залежності від зовнішніх умов. При цьому кожна аварійна ситуація обробляється миттєво, без участі людини. "Інтелектуальний будинок" відчуває і аналізує все, що відбувається всередині будівлі й поза нею, та реагує відповідним чином. Тобто, мається на увазі, що в системі є "мозговий центр", який наділений "штучним розумом".

Контролер виконує управління всією системою відповідно до завдань, зазначених вище. Для реалізації таких функцій запропоновано використати нейроконтролер.

Нейроконтролер – це обчислювальна система з архітектурою апаратного і програмного забезпечення, для адекватного виконання алгоритмів, представлених у нейромережевому логічному базисі. На сьогодні ринок нейроконтролерів швидко розвивається, що дає змогу практично використовувати їх для конкретних задач нейроуправління. Відомо, що нейроконтролери впроваджують в системи "інтелектуального будинку", залежно від їх структури та задач виконання.

В даній роботі розроблена структура включає давачі руху, розмикання контактів вікон та дверей та давачі розбитого скла. З актюаторів використано звукову та світлову сигналізацію, а також GSM зв'язок з господарем (SMS-повідомлення).

Узагальнена структура підсистеми захисту наведена на рисунку 1.



Рисунок 1 – Структура підсистеми захисту "інтелектуального будинку"

Відповідно до розробленої структури, центральним елементом керування є нейроконтролер. Його основна задача 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.

Давачі працюють на основі алгебри-логіки, тобто, в режимі очікування на виході давача виводиться «логічний 0», а коли відбулося подразнення - «логічна 1».

Модуль інтеграції визначається як адресний простір на шині передачі даних контролера. Він призначений для того, щоб підсистема захисту могла взаємодіяти з іншими підсистемами "інтелектуального будинку". Це потрібно для того, щоб одна підсистема могла використовувати функціональні елементи іншої. Наприклад, коли відбулося потраплення злоумисника на периметр будинку, підсистема захисту відреагувала відповідно до умов, та здійснює надсилання керуючих

сигналів на актуатори, які знаходяться в іншій підсистемі (Світлова сигналізація – підсистема освітлення, звукова сигналізація – мультимедійна підсистема).

#### IV. Розроблення моделі на основі теорії мереж Петрі та результати дослідження

Щоб провести моделювання розробленої структури підсистеми захисту використаємо апарат мереж Петрі [9 - 13]. Цей математичний апарат дасть можливість перевірити правильність функціонування системи. Використання мереж Петрі дає змогу крок за кроком розглянути роботу нейроконтролера, визначити місця можливих колізій та виправити їх на етапі проектування.

Отже, відповідно до узагальненої структури побудуємо математичну модель для підсистеми захисту "інтелектуального будинку" з використанням апарату мереж Петрі. Модель ґрунтується на основі трьох видів давачів, які надсилають інформацію на опрацювання нейроконтролеру, а він в свою чергу приймає рішення та активує відповідні актуатори (рисунок 2).

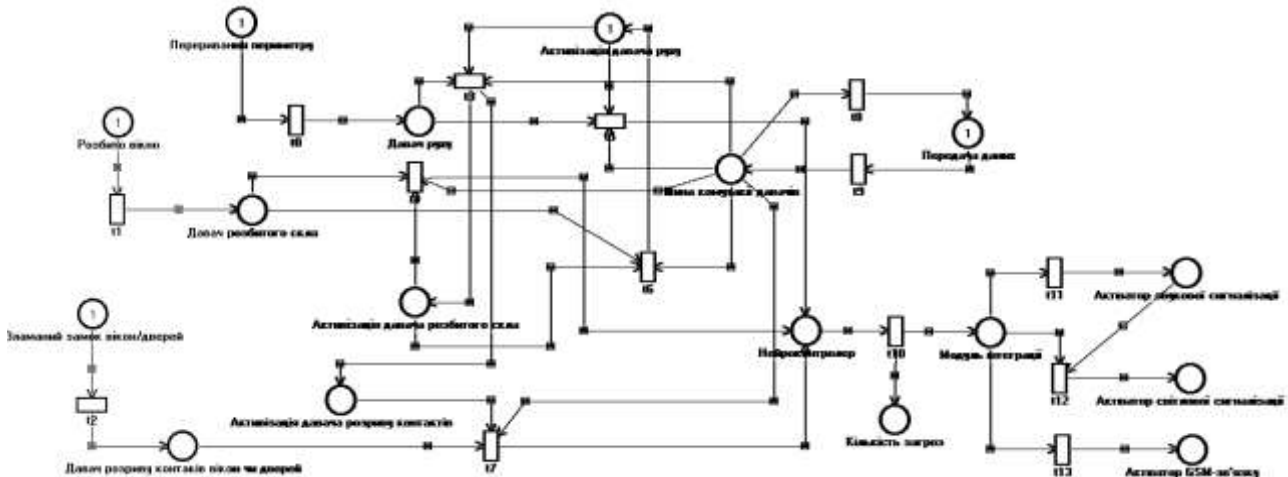


Рисунок 2 – Модель нейроконтролера для підсистеми захисту "інтелектуального будинку"

Розроблена модель передбачає, що при появі загрози давач переходить з стану спокою (логічний 0) в стан спрацювання (логічна 1). Головним в даній підсистемі є давач перетину периметру. Це пов'язано з тим, так як зловмисники найчастіше потрапляють в будинок ззовні, зламують замки на дверях чи розбивають скло на вікнах.

В розробленій моделі нейроконтролера взято за основу захист периметру будинку, щоб відвернути загрозу пошкодження чи знищення майна господаря і будинку в цілому. Тому готова реалізація даної підсистеми захисту включає, насамперед, давачі руху, які контролюють зовнішній та внутрішній периметри будинку, а при загрозі миттєво реагують та повідомляють господаря про небезпеку.

У випадку, коли відбулося переривання зловмисником периметру будинку, давач реєструє загрозу і активізує систему, яка до того перебувала в стані очікування. А саме в режимі очікування активним є тільки давач руху, всі інші активізуються після його спрацювання, це дає змогу економити енергоресурси, не погіршуючи при цьому ефективність захисту.

Після активізації давач передає дані по шині комутації давачів на нейроконтролер. Дані передаються до нейроконтролера через шину комутації давачів, при дозволяючому сигналі на передавання. Цей сигнал формує у буфері обміну на шині комутації чергу даних на опрацювання контролером. Такий принцип забезпечує ефективне та швидке, послідовне опрацювання черги без втрати інформації.

Нейроконтролер отримавши дані від давачів обробляє їх та відповідно до умов навчання нейронної мережі приймає рішення щодо забезпечення захисту будинку. На контролері передбачена функція визначення загрози, відповідно до якої спрацьовує відповідний актуатор.

Згідно з алгоритмом роботи підсистема буде працювати так, що при перериванні периметру ззовні вмикається звукова сигналізація та надсилається SMS-повідомлення господарю про загрозу, яку зареєстрував контролер. Коли спрацювали давач розбитого скла та давач розриву контактів дверей/вікон, то контролер реєструє той факт, що зловмисники уже всередині будинку. При цьому надсилається нове повідомлення та активізуються всі інші актуатори. Це все детально можна буде побачити при формуванні результатів дослідження на графі досяжності станів.

На основі визначеного принципу функціонування розробленої моделі описано її множини станів [12] та множини переходів (таблиця 1 і таблиця 2).

Таблиця позицій мережі Петрі для розробленої моделі

Позиція	Призначення
Переривання периметру	Моделювання події, що на території будинку зловмисники
Розбито вікно	Моделювання події, що розбито вікно
Зламаний замок вікон/дверей	Моделювання події, що зламано двері/вікно
Давач руху	Давач готовий передавати інформацію
Давач розриву контактів	Давач готовий передавати інформацію
Давач розбитого скла	Давач готовий передавати інформацію
Активізація давача руху	Активізація отримання даних з давача руху
Активізація розбитого скла	Активізація отримання даних з давача розбитого скла
Активізація розриву контакт	Активізація отримання даних з давача розриву контакт.
Шина комутації давачів	Забезпечує передачу даних з давачів на контролер
Передача даних	Формування черги даних для опрацювання
Нейроконтролер	Здійснює керування підсистемою захисту
Модуль інтеграції	Взаємодія з іншими підсистемами
Актюатор звук. сигналізації	Керування звуковою сигналізацією
Актюатор світ. сигналізації	Керування світловою сигналізацією
Актюатор GSM-зв'язку	Відправлення повідомлення господарю про загрозу
Кількість загроз	Визначає кількість та вид загроз

Таблиця 2

Таблиця переходів мережі Петрі для розробленої моделі

Перехід	Призначення переходу
t0	Відбулося переривання периметру будинку
t1	Розбито вікно
t2	Зламаний замок вікон чи дверей
t3	Активізація давача розбитого скла та давача розриву контактів
t4	Передача даних на контролер від давача розбитого скла
t5	Передача даних на контролер від давача розриву контактів
t6	Повторна активація давача руху
t7	Передача даних на контролер від давача руху
t8	Заборона на передачу даних
t9	Дозвіл на передачу даних
t10	Передача керуючих сигналів на модуль інтеграції
t11	Запуск актюатора звукової сигналізації
t12	Запуск актюатора світлової сигналізації
t13	Запуск актюатора GSM-зв'язку

Структура мережі Петрі визначається її позиціями, переходами, вхідною і вихідною функціями та представляється у такому вигляді [9, 10]:

$$C = \{P, T, I, O\},$$

де:  $P = \{\text{Давач руху, Шина комутації давачів, Нейроконтролер, Модуль інтеграції, Актюатор звукової сигналізації, Актюатор світлової сигналізації, Переривання периметру, Актюатор GSM-зв'язку, Давач розбитого скла, Розбито вікно, Зламаний замок вікон/дверей, Давач розриву контактів вікон чи дверей, Активізація давача руху, Активізація давача розбитого скла, Активізація давача розриву контактів, Передача даних, Кількість загроз}\}$ ;

$T = \{t5, t10, t11, t12, t0, t13, t1, t2, t3, t6, t4, t7, t9, t8\}$ ;  $I(t5) = \{\text{Давач руху, Активізація давача руху, Шина комутації давачів}\}$ ;  $I(t10) = \{\text{Нейроконтролер}\}$ ;  $I(t11) = \{\text{Модуль інтеграції}\}$ ;  $I(t12) = \{\text{Модуль інтеграції, Актюатор звукової сигналізації}\}$ ;  $I(t0) = \{\text{Переривання периметру}\}$ ;  $I(t13) = \{\text{Модуль інтеграції}\}$ ;  $I(t1) = \{\text{Розбито вікно}\}$ ;  $I(t2) = \{\text{Зламаний замок вікон/дверей}\}$ ;  $I(t3) = \{\text{Давач руху, Активізація давача руху, Шина комутації давачів}\}$ ;  $I(t6) = \{\text{Давач розбитого скла, Активізація давача розбитого скла, Шина комутації давачів}\}$ ;  $I(t4) = \{\text{Активізація давача розбитого скла, Давач розбитого скла, Шина комутації давачів}\}$ ;  $I(t7) = \{\text{Давач розриву контактів вікон чи дверей, Активізація давача розриву контактів, Шина комутації давачів}\}$ ;  $I(t9) = \{\text{Передача даних}\}$ ;  $I(t8) = \{\text{Шина комутації давачів}\}$ ;  $O(t5) = \{\text{Нейроконтролер}\}$ ;  $O(t10) = \{\text{Модуль інтеграції, Кількість загроз}\}$ ;  $O(t11) = \{\text{Актюатор звукової сигналізації}\}$ ;  $O(t12) = \{\text{Актюатор світлової сигналізації}\}$ ;  $O(t0) = \{\text{Давач руху}\}$ ;  $O(t13) = \{\text{Актюатор GSM-зв'язку}\}$ ;  $O(t1) = \{\text{Давач розбитого скла}\}$ ;  $O(t2) = \{\text{Давач розриву контактів вікон чи дверей}\}$ ;  $O(t3) = \{\text{Активізація давача розбитого скла, Активізація давача розриву контактів}\}$ ;

$O(t_6)=\{\text{Активізація давача руху}\}$ ;  $O(t_4)=\{\text{Нейроконтролер}\}$ ;  $O(t_7)=\{\text{Нейроконтролер}\}$ ;  $O(t_9)=\{\text{Шина комутації давачів}\}$ ;  $O(t_8)=\{\text{Передача даних}\}$ .

Отримані результати станів системи зображено на рисунку 3. В результаті дослідження мережа Петрі є живою, відсутні тупики, а всі стани досяжні.

$M=\{0,0,0,0,0,0,1,0,0,1,1,0,1,0,0,1,0\}$   
 $M=\{1,1,0,0,0,0,0,0,1,0,0,1,1,0,0,0,0\}$   
 $M=\{0,0,1,0,0,0,0,0,1,0,0,1,0,1,1,1,0\}$   
 $M=\{0,1,0,1,0,0,0,0,1,0,0,1,0,1,1,0,1\}$   
 $M=\{0,0,2,0,1,0,0,1,0,0,0,0,1,0,0,1,1\}$   
 $M=\{0,1,1,1,1,0,0,1,0,0,0,0,1,0,0,0,2\}$   
 $M=\{0,0,0,1,1,1,0,2,0,0,0,0,1,0,0,1,3\}$   
 $M=\{0,1,0,0,1,2,0,3,0,0,0,0,1,0,0,0,3\}$   
 $M=\{0,0,0,0,1,2,0,3,0,0,0,0,1,0,0,1,3\}$

Рисунок 3 – Стани досліджуваної підсистеми захисту "інтелектуального будинку"

### Висновок

В процесі розроблення підсистеми, досліджено теоретичні принципи та особливості "інтелектуального будинку". Розроблено структуру, проаналізовано інженерні системи та технології для побудови такого виду будинків.

Проведено теоретичні дослідження роботи підсистеми із використанням розробленої моделі на основі мереж Петрі.

Під час симуляції роботи системи (з допомогою МП) не було втрачено жодного потоку інформації та були виконані всі дії, що передбачаються у завданні щодо забезпечення захисту "інтелектуального будинку". Проведене моделювання роботи підсистеми не виявило жодних помилок чи зациклень, тому дану структуру можна використовувати для створення робочого варіанту системи захист.

### Список використаних джерел

1. Гірник М.А. "Інтелектуальна споруда" – інтегрована інформаційна система <http://www.dabi.gov.ua>
2. Перспективи ринку систем "Розумний будинок". [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://alls.in.ua/17818-perspektivi-rinku-sistem-rozumnijj-budinok.html>
3. Системи безпеки «Інтелектуального будинку» [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://dim.promotion-soft.com/budremont-2012-07-07-5508/>
4. Niezabitowska.E.: Budynek inteligentny - Tom I, II Potrzeby użytkownika a standard budynku inteligentnego , Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2005.
5. Теслюк В.М., Денисюк П.Ю., Теслюк Т.В., Береговський В.В. Програмно-апаратна реалізація нейроконтролера для підсистеми клімат контролю інтелектуального будинку // Тези доповідей VI Міжнародної науково-практичної конференції "Сучасні проблеми і досягнення в галузі радіотехніки, телекомунікацій та інформаційних технологій". – Запоріжжя: ЗНТУ, 2012. – Р. 211 – 212.
6. Grynyk O., Denysyuk P., Teslyuk V. System for Automation Testing Components of the Smart Home. Proc. of the VII-th Intern. Conf. of Computer Science & Information Technologies 2012 (CSIT'2012). - Lviv: Publishing House Vezha&Co. 2012. - Pp. 44 - 46.
7. Теслюк В.М., Березький О.М., Береговський В.В., Теслюк Т.В. Розроблення нейроконтролера для управління підсистемою освітлення інтелектуального будинку // Зб. наук. пр. ІППМЕ ім.Г.С.Пухова НАН України. – Київ, 2012, Вип. 64. – С.137 – 143.
8. 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.
9. Котов В.Е. Сети Петри. – М.: Наука, 1984. – 160 с.
10. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем. / М. - Мир, - 1984 – 435с.
11. Teslyuk V., Hamza Al-Shavabkeh, Pereyma M., Al Omari Tarik The formalization of the MEMS automated design process by usage of Petri Networks. Proc. of the IIIrd International Conference of Young Scientists (MEMSTECH'2007) - Lviv - Polyana, May, 23-26, 2007. - P.133 - 134.
12. Teslyuk V., Denysyuk P., Hamza Ali Yousef Al Shawabkeh, Kernysky 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 (DIPED – 2010). –Tbilisi, Georgia, 2010. – P. 210 – 214.
13. Teslyuk V., Beregovska C. Schematic Model of Protection and Lighting Subsystems for Analysis of Intellectual House // Proc. of the XII Intern. Conf. on The Experience of Designing and Application of CAD Systems in Microelectronics (CADSM'2013). – Lviv – Polyana, Ukraine, 2013. – P. 436 – 437.