

**MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII
AL REPUBLICII MOLDOVA**

**Universitatea Tehnică a Moldovei
Facultatea Energetică și Inginerie Electrică
Departamentul Energetică**

Admis la susținere

Șef departament:

HLUSOV Viorica, conf. univ., dr.

” _____ ” _____ 2022

**Studiul tehnologiilor Z-Wave pentru dezvoltarea
sistemelor de tip ”Casă Inteligentă”**

Teză de master

Student: _____ **TVERDOV Chirill,**
gr. EE-20M

Conducător: _____ **GROPA Victor,**
conf. univ., d.ș.t.

Chișinău, 2021

ADNOTARE

Autor – TVERDOV Chirill. **Titlul** – *Studiul tehnologiilor Z-Wave pentru dezvoltarea sistemelor de tip "Casă Inteligentă"*

Structura lucrării: lucrarea conține o introducere, trei capitole, concluzii, bibliografie din 13 titluri și 20 link-uri utilizate, 66 pagini, 36 figuri, 16 tabele.

Problematika studiului: determinarea măsurilor de automatizare a locuinței în scopul reducerii riscurilor de producere a incendiilor, inundațiilor, și al cazurilor de spargere a locuințelor; a îmbunătățirii eficienței energetice și economiei energiei electrice.

Obiectivele studiului: analiza conceptului de automatizare a locuinței bazat pe studiul tehnologiei Z-WAVE

Rezultate obținute: în urma studiului realizat s-au analizat problematica zilelor cotidiene (inundații, intoxicații cu gaze, incendii ș.a.) după care s-a studiat conceptul de casă inteligentă bazat pe tehnologia Z-WAVE, iar în final s-au prezentat două studii de caz cu calculele economice respective pentru fiecare. În lucrare s-a demonstrat că există soluții reale de a reduce riscurile menționate anterior, precum și de a majora eficiența energetică și confortul locatarilor prin aplicarea automatizării locuințelor și în special a conceptului Z-WAVE.

ABSTRACT

Author – TVERDOV Chirill. **Title** – *Study of Z-Wave technologies for the development of "Smart House" systems.*

Thesis structure: The paper comprises an introduction, three chapters, conclusions, 13 references and 20 links used, 66 pages, 36 figures, 16 tables.

Study issues: to determine the measures of home automation with the purpose of reducing of the risks meant by flooding, fire and so on, also for increasing of energy efficiency and reducing electricity consumption.

The study's objectives: performing the analysis of the concept of home automation based on studying Z-WAVE technology.

Result obtained: in this opera were analyzed troubles of human life (such as flooding, fire, intoxication etc.). After that there was made a study of Z-WAVE technology and smart house concept based on this technology. Finally there were shown two cases with economic calculations which allow reducing the risks mentioned above and increases the energy efficiency and home comfort using home automation, especially Z-WAVE concept.

Cuvinte-cheie: casă inteligentă, Z-WAVE, topologia MASH, rețea, inundații, incendiu, spargere de locuințe, intoxicare, eficiență energetică, economie de energie, controller, emițător, receptor.

Keywords: smart house, Z-WAVE, MASH topology, network, flooding, fire, burglary, intoxication, energy efficiency, economy of electricity, controller, transmitter, receiver.

CUPRINS:

INTRODUCERE	10
1. PROBLEMATICA ZILELOR COTIDIENE	13
1.1. Indundația	13
1.2. Incendiu	14
1.3. Intoxicarea cu gaze naturale	15
1.4. Securitatea locuinței (cazuri de pătrundere neautorizată)	17
1.5. Eficiența energetică și economia de energie electrică	19
1.5.1. Eficiența energetică	19
1.5.2. Consumul mondial de energie	21
1.5.3. Economia de energie electrică	22
1.6. Unele constatări și recomandări	24
2. CASA INTELIGENTĂ – O SOLUȚIE DE ASTĂZI PENTRU ZIUA DE MÎINE. TEHNOLOGIA Z-WAVE	26
2.1. Introducere	26
2.2. Evoluția conceptului de casă inteligentă	27
2.3. Definiții	30
2.4. Prezentare generală a tehnologiei Z-Wave	31
2.4.1. Undele radio și legătura radio	31
2.4.2. Pachetele de date; Home ID și Node ID	32
2.4.3. Rutele de transmitere de date în rețeaua Z-Wave	34
2.5. Categoriile de dispozitive Z-Wave	39
2.6. Scene de lucru și asocierea dispozitivelor	40
2.7. Securitatea tehnologiei Z-Wave	41
3. TEHNOLOGIA Z-WAVE. STUDIU DE CAZ	44
3.1. Construcția rețelei: consecutivitatea acțiunilor	44
3.2. Determinarea funcționalului rețelei	44
3.3. Determinarea necesarului de dispozitive Z-Wave și felul acestora pentru un apartament cu o cameră. Cazul nr. 1	46
3.4. Lista de dispozitive. Caracteristici tehnice	49
3.5. Determinarea necesarului de dispozitive Z-Wave și felul acestora pentru un apartament cu o cameră. Cazul nr. 2	55
3.6. Calculul costului tehnologiei	60
CONCLUZII	63
BIBLIOGRAFIE	64

INTRODUCERE

Suntem în era tehnologiilor de top. Este cunoscut faptul că există o tendință de creștere a numărului de locuitori în zonele urbane, estimându-se că, până în 2050, în țările dezvoltate, procentul populației din zona urbană va depăși 70%. Orașele mari tind să se extindă înglobând localitățile din vecinătate, iar numărul orașelor cu o populație ce depășește 10 milioane este în continuă creștere.

Conform cercetărilor companiei Siemens, clădirile sunt „responsabile” pentru 40% din consumul de energie la nivel mondial, respectiv pentru 21% din emisiile cu efect de seră. În consecință, clădirile sunt elementul cheie pentru reducerea consumului de energie și pentru dezvoltarea sustenabilă a orașelor. Utilizarea tehnologiei clădirilor inteligente poate conduce la reducerea emisiilor până la 40%, fără a afecta confortul.

În figura 1 se prezintă imaginea de ansamblu a unei case inteligente, a cărei inteligență este dată de posibilitățile de comunicare și control[1].

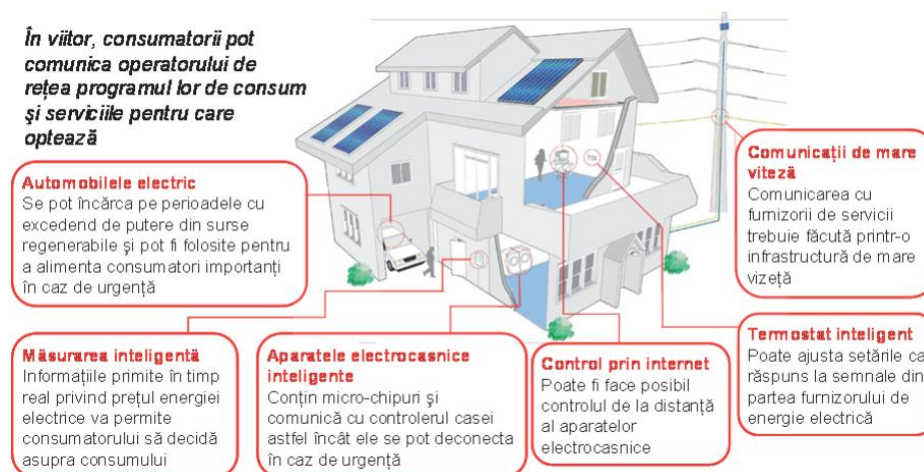


Figura 1. Conceptul de casă inteligentă

Automatizarea locuințelor permite de a monitoriza și/sau de a controla atributele casnice precum iluminatul, clima, sistemele și aplicațiile pentru distracții (TV, muzica etc.). De asemenea în această listă pot fi incluse și sistemele de securitate și alarmă. Odată conectate la rețeaua Internet, dispozitivele de uz casnic devin parte a așa conceptului numit ”Internet of Things – IoT” – Internetul Lucrurilor - ce presupune conectarea obiectelor fizice și dirijarea cu ele fără participarea mecanică a omului. Totul se realizează din comenzi transmise din aplicații speciale către bunurile casnice. Dar totodată la scară locală – în încăpere, dirijarea cu diverse dispozitive este posibilă prin intermediul telecomenzilor sau prin intermediul panourilor sensoriale.

De obicei un sistem de **casă inteligentă** conectează toate dispozitivele la un modul central (poartă-gate). Pentru a dirija cu dispozitivele conectate utilizatorul poate folosi următoarele modalități: un panou interactiv instalat în perete, tabletă, telefon mobil, calculator ori o interfață Web disponibilă în internet.

Cu toate că pe piață există o gamă largă de producători de sisteme pentru o casă inteligentă, sunt tendințe a crea sisteme ”open source”. **Sistemele open source** înseamnă că oricine poate modifica liber, desinstător aceste sisteme. De asemenea, analizând piața se poate de constatat prezența a diferitor standarde pentru casele inteligente, ceea ce îngreunează compatibilitatea dispozitivelor de la diferiți producători în cazul în care aceștia utilizează și standarde diferite.

Totodată capacitățile adăugătoare pot fi utilizate pentru creșterea **calității de viață**. Aceasta se poate realiza prin diferite moduri, printre care, de exemplu, automatizarea îndeplinirii anumitor sarcini, creșterea productivității personale, creșterea securității locuinței, ușurarea accesului spre sistemele distractive.[2]

Securitatea tehnologiilor este un alt moment interesant la care se acordă o atenție sporită de mulți producători. Dar totodată oamenii de rând sunt mai sceptici în acest sens pentru că au o frică precum că locuința poate fi preluată de hackeri. Și nu în zădar. Tendințe de a produce atacuri asupra tehnologiilor inteligente – sunt reale. De exemplu, pe 09.02.2021 un hacker din SUA a spart sistemul unei stații de epurare a apelor din or. Oldsmar cu o populație de cca. 15 mii oameni. El a obținut accesul la sistemul de dirijare a stației prin intermediul unei aplicații de dirijare la distanță. Numai datorită acțiunilor prompte ale unui angajat al stației tragedia nu a avut loc [3].

Chiar dacă există unele probleme la capitolul acestei tehnologii, oricum este necesar de a o dezvolta mai departe, pentru că, în afară de confortul pe care îl pot oferi, ele (sistemele respective) numaidecât vor reduce și consumul de energie electrică [4].

În prezenta lucrare realizată în trei capitole se efectuează un studiu al problematicii zilelor cotidiene cum sunt: inundațiile, incendiile, intoxicarea cu gaze ș.a. și se propune ca soluție pentru cele menționate anterior – **Tehnologia Z-WAVE**. Conceptul, principiile de funcționare al acesteia și dispozitivele utilizate sunt prezentate în al doilea capitol iar în ultimul capitol s-au propus spre analiză două studii de caz, unul mai simplu iar al doilea mai complicat pentru a putea răspunde la următoarele întrebări:

1. Poate oare o locuință dotată cu un număr de bază de dispozitive Z-WAVE să asigure minimumul necesar de protecție și minimum de confort?
2. Ce posibilități apar dacă sunt incluse mai multe dispozitive în rețeaua Z-WAVE?
3. Cît costă o astfel de tehnologie?

În urma realizării prezentei teze s-a constatat că este posibil de a asigura un minim de siguranță și un minim de confort. Având mai multe dispozitive în rețea, respectiv, crește atât confortul cât și siguranța. Iar vorbind de mijloacele necesare pentru instalarea tehnologiei – frumusețea Z-WAVE constă în faptul că este posibil de a realiza o casă inteligentă pas cu pas. Nu sunt necesare sume fabuloase precum nici nu este necesar de a instala tot sistemul cu toate dispozitivele dintr-o singură

dată. Tehnologia conferă o siguranță în faptul că dispozitivele create la ziua de azi vor fi compatibile cu cele de ieri și cele de mâine. Aceasta se datorează unor standarde unice sub care operează tehnologia. Unicitatea standardelor este un mare avantaj al Z-WAVE în comparație cu mulți concurenți pe piață, pentru că Z-WAVE este în sine o alianță din foarte mulți producători, iar dispozitivele acestora sunt interoperabile. Concurenții pe piață de obicei au dispozitive incompatibile, fapt neprelucrat calitativ ceea ce poate genera probleme sau erori în funcționare, plus la aceasta utilizatorul este impus să procure numai un anumit brand pentru a avea compatibilitate de produse, pe când în Alianța Z-WAVE, după cum am menționat, utilizatorul poate procura dispozitive de la diferite branduri.

Un punct aparte s-a oferit pentru securitatea tehnologiei unde s-a demonstrat că aceasta este foarte sigură.

BIBLIOGRAFIE

1. TVERDOV, Chirill. *Tehnologii pentru o casă inteligentă*. Conferința tehnico-științifică astudenților, masteranzilor și doctoranzilor. Chișinău, 23-25 Martie 2021, Vol. I, pag. 107
2. Домашняя автоматизация [citată 10.09.2021]. Disponibil: <https://ru.wikipedia.org/>
3. БУНИНА, Валерия. *Подключился удаленно: неизвестный хакер пытался отравить воду*. [online]. Газета.ру. 09.02.2021. [citată 11.09.2021]. Disponibil: <https://www.gazeta.ru>
4. ДомоваяСеть [citată 11.09.2021]. Disponibil: <https://ru.wikipedia.org/>
5. СЛЫНЬКО, Роман. *Как просушить квартиру после затопления* [online]. OBI.ru. 30.01.2019 [citată 12.09.2021]. Disponibil: <https://diy.obi.ru/>
6. Figura 1.1. *Inundația* [online, citată 12.09.2021]. Disponibil: <https://burmistr.ru/blog/sudebnaya-praktika51303298/zatoplenie-kvartiry-v-mkd-kto-vinovat-i-kto-platit/>
7. МАМАЕВА, Ольга. *Страховщики подсчитали ущерб от возгораний и заливов квартир в России* [online]. Недвижимость. 22.11.2019 [citată 12.09.2021]. Disponibil: <https://realty.rbc.ru/news/5dd78cbf9a7947ecde3859ba>
8. ГУМАРОВ, Амир. *Как взрывается газ в квартире: причины взрывов и советы по безопасному использованию газа*. [online]. Совет инженера – интернет-энциклопедия по обустройству сетей инженерно-технического обеспечения. Сентябрь 2019 [citată 13.09.2021]. Disponibil: <https://sov-et-ingenera.com/gaz/safety/kak-vzryvaetsya-gaz-v-kvartire.html>
9. Figura 1.2. *Urmările unui incendiu într-un apartament*[online, citată 13.09.2021]. Disponibil: <https://www.panram.ru/news/incident/v-seti-poyavilos-foto-posledstviy-pozhara-v-kvartire-na-ul-patsaeva-v-rostoverostovskie-bolelshchiki/>
10. KP.MD. *Кафе LaSoacra, где произошел взрыв, 9 месяцев работало без авторизации* [online]. КП в Молдове. 15.02.2016 [citată 15.09.2021]. Disponibil: <https://www.kp.md/online/news/2307845/>
11. PUBLIKA.MD. *Прошел год со дня взрыва в многоэтажке на Московском проспекте*. [online]. PUBLIKA.MD. 06.10.2019 [citată 20.09.2021]. Disponibil: https://ru.publika.md/proshel-god-proshel-so-dnya-vzryva-v-mnogoyetazhke-na-moskovskom-prospekte_2188081.html
12. PUBLIKA.MD. Прокурор: Причиной взрыва на Московском проспекте был не газовый баллон. [online]. PUBLIKA.MD. 03.12.2018 [citată 23.09.2021].

- Disponibil:https://ru.publika.md/prokuror-prichinoy-vzryva-na-moskovskom-prospekte-by-l-ne-gazovyy-ballon_2171127.html
13. Figura 1.3. *Plită de aragaz de model vechi* [online, citat 23.09.2021]. Disponibil:<https://besplatka.ua/ru/obyavlenie/staraya-b-u-kuhonnaya-plita-8499f7>
14. Как уменьшить риск квартирной кражи. Sheriff.com.ua [citat 28.09.2021]. Disponibil:<https://sheriff.com.ua/kak-umenshit-risk-kvartirnoy-krazhi/>
15. ŞARAGOV, Natalia. PLUGARU Larisa. Chişinău în cifre. Anuar statistic 2017, pag. 60. [citat 28.09.2021]. Disponibil: https://statistica.gov.md/public/files/publicatii_electronice/Chisinau/Anuar_Chisinau_2018.pdf
16. Figura 1.4. *Tentativa de spargere a unei locuințe* [online, citat 28.09.2021]. Disponibil:<https://stroyusnulya.ru/bezopasnost-zhilya/zashhita-kvartiry-ot-vorov-kak-zashhitit-kvartiru-ot-vorov.html>
17. Энергоэффективность [citat 29.09.2021]. Disponibil: <https://ru.wikipedia.org/>
18. Tabelul 1.2. *Clasele cu eficiența energetică* [online, citat 29.09.2021]. Disponibil:<https://energo-audit.com/klass-energoeffektivnosti-zdania>
19. Fig. 1.5. Termograma a două blocuri. Figura 1.6. Un exemplu al principiului de construcție a unei case eficiente energetic. *Пассивный дом* [online, citat 29.09.2021]. Disponibil: <https://ru.wikipedia.org/>
20. Figura 1.7. Evoluția consumului mondial de energie. Figura 1.8. Consumul de energie în raport cu sursa. Tabelul 1.3. Descifrarea datelor. *Мировое потребление энергии* [citat 05.10.2021]. Disponibil: <https://ru.wikipedia.org/>
21. Энергосбережение [citat 07.10.2021]. Disponibil: <https://ru.wikipedia.org/>
22. Figura 2.1. Logotipul Z-Wave. Z-WAVE. [citat 07.10.2021]. Disponibil: <https://ru.wikipedia.org/>
23. ПЕТЦ, Кристиан. *Основы Z-Wave*. Москва: Буки Веди, 2015. 260 с. ISBN 978-5-4465-0778-8
24. Figura 3.1. *Schema unui apartament cu o cameră*. [online, citat 23.09.2021].
25. Catalog online de produse Z-WAVE [citat 15.11.2021]. Disponibil: <https://z-wave.by/>
26. Catalog online de produse Z-WAVE [citat 17.11.2021]. Disponibil: <https://rus.z-wave.me/shop/>
27. Catalog online de produse Z-WAVE [citat 19.11.2021]. Disponibil: <http://shop.z-wave.su/z-wave-plus-acotec-nano-switch.html>

28. Catalog online de produse Z-WAVE [citată 19.11.2021].
Disponibil: <https://www.fibaro.com/ru/products/flood-sensor/>
29. Catalog online de produse Z-WAVE [citată 23.11.2021].
Disponibil: <http://www.heimantech.com/product/index.php?type=detail&id=34>
30. Catalog online de produse Z-WAVE [citată 24.11.2021]. Disponibil: <http://zwavestock.ru/z-wave-plus-aetec-radiator-thermostat.html>
31. Catalog online de produse Z-WAVE [citată 24.11.2021].
Disponibil: <https://neosmart.com.ua/sistemy-solncezaschity-umnogo-doma/umnoe-upravlenie-shtorami-zhalyuzi/modul-upravleniya-elektroprivodami-zhalyuzi-shtor-rollet-z-wave-selection-zwsersh.html>
32. Catalog online de produse Z-WAVE [citată 25.11.2021]. Disponibil: <https://z-wave.com.ua/p8076431-dvernoj-zamok-wave.html>