

Хмельницький національний університет  
Факультет програмування  
та комп'ютерних і телекомунікаційних систем  
Кафедра кібербезпеки та комп'ютерних систем і мереж

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр  
Освітній рівень

Система на програмованій логіці для керування опаленням в будинку  
Назва теми

КвРКІ. 170350.17.03.27 ПЗ  
Шифр

Галузь знань 12 «Інформаційні технології»  
Шифр, назва

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»  
Шифр, назва

Освітня програма «Комп'ютерна інженерія»  
Назва

Виконав: студент IV курсу, група КІ-17-3

Підпис

М. С. Продеус  
Ініціали, прізвище

Керівник

Підпис, дата

В.Ю. Тітова  
Ініціали, прізвище

Нормоконтролер

Підпис, дата

І.В. Муляр  
Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:  
Зав. кафедри кібербезпеки  
та комп'ютерних систем і  
мереж

Підпис

Ю.П. Кльон  
Ініціали, прізвище

« 18 » червня 2021 р.

Хмельницький 2021

# ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет ПРОГРАМУВАННЯ ТА КОМП'ЮТЕРНИХ І ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Кафедра Кібербезпеки та комп'ютерних систем і мереж

Освітній рівень БАКАЛАВР

Галузь знань 12 ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Спеціальність 123 КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ

Освітня програма ОСВІТНЯ ПРОГРАМА «КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Ю. П. Кльоц

“ 17 ” 02 2021 р.

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Продеусу Максиму Сергійовичу

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема проекту (роботи) Система на програмованій логіці для керування опаленням в будинку

Керівник проекту (роботи) Тітова Віра Юріївна кандидат технічних наук, доцент

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

Затверджена наказом ректора університету від 17.02.2021 № 44 додаток №9

2. Строк подання студентом проекту (роботи) на кафедру 28.05.2021

3. Вихідні дані до проекту (роботи) система на програмованій логіці для керування опаленням в будинку

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) \_\_\_\_\_

Дослідження предметної області та постановка задачі; обґрунтування базових положень щодо проектування системи управління датчиками та джерелами температурами; Опис схем електричних (структурної, функційної, принципової) проектованої системи; опис алгоритму роботи системи



5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень)

Схеми розробленого алгоритму (Е8)

Схема приміщень з встановленою системою (Е8)

Структурні схеми і графік (Е8)

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	Муляр І.В кандидат технічних наук, доцент	-	
Антиплагіат	Муляр І.В кандидат технічних наук, доцент	-	

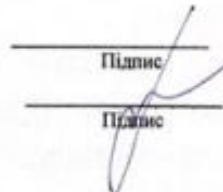
7. Дата видачі завдання « 19 » 02 2021 р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів (розділів) Кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Вибір напряму дослідження та узгодження тематики кваліфікаційної роботи з керівником	11,01,2021	<b>Викона</b>
2.	Ознайомлення з предметною областю; формулювання мети та задач дослідження; визначення об'єкта та предмета дослідження	01,02,2021	<b>Викона</b>
3.	Робота над розділом 1 – проектування предметної області та постановка задачі	01,03,2021	<b>Викона</b>
4.	Робота над розділом 2 – проектування підсистеми	01,04,2021	<b>Викона</b>
5.	Робота над розділом 3 – програмно-апаратна реалізація підсистеми	30,04,2021	<b>Викона</b>
6.	Оформлення пояснювальної записки згідно вимог	31,05,2021	<b>Викона</b>
7.	Попередній захист ВКР	07,06,2021	<b>Викона</b>
8.	Захист ВКР на засіданні ЕК	Червень 2021 року	

Студент

Керівник проекту (роботи)

  
 Підпис  
 М. С. Продеус  
 Ініціали, прізвище  
 В.Ю Тітова  
 Ініціали, прізвище

Підпис

Ініціали, прізвище



## АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: *«Система на програмованій логіці для керування опаленням в будинку».*

Автор роботи: *Продеус Максим Сергійович.*

Керівник роботи: *Тітова Віра Юріївна.*

Пояснювальна записка: *50 с., 32 рис., 2 табл., 40 джерел.*

Графічна частина: *9 презентаційних слайдів.*

Мета даної роботи полягає у в аналізі існуючих програмованих систем та їх характеристик, у розробці системи здатної проводити аналіз стану температур в приміщенні, і їх подальшому регулюванні.

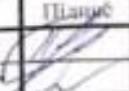



Під час виконання кваліфікаційної роботи, було створено алгоритм який призначений для керування опалювальними пристроями, а також базуючись на ньому відповідну структура з підключених пристроїв. Новизна даної роботи полягає у оптимізації системи яка буде керувати опаленням в будинку, базуючись на програмованій логіці.

  
Підпис студента

12.06.2021  
Дата

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	4
ВСТУП.....	6
1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ .....	8
1.1 Дослідження відповідності ПЛІС для поставленої задачі.....	8
1.2 У чому різниця між ASIC і FPGA?.....	10
1.3 Програми FPGA .....	10
1.4 Внутрішні елементи ПЛІС.....	13
1.5 Розробка прошивки FPGA .....	13
1.6 Тестування FPGA.....	14
1.7 Інструменти FPGA.....	15
1.8 Актуальність використання FPGA в системах розумного будинку.....	17
1.9 Розумна система безпеки для дому за допомогою FPGA.....	18
1.10 Розумна система опалення для дому за допомогою FPGA .....	19
1.11 Сучасні системи розумного будинку з можливістю регулювання температури в приміщеннях. ....	19
1.12 Чи працюють розумні термостати з іншими домашніми технологіями, такими як Amazon Echo? .....	21
1.13 Основні розумні термостати і як їх дешево придбати. ....	21
1.14 Висновки до розділу 1.....	28
2 ПРОЕКТУВАННЯ ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАСОБУ .....	30

					<i>КвРКІ. 170350.17.03.27 ПЗ</i>			
Зміс.	Арк.	№ до сум.	Підпис	Дата	Система на програмованій логіці для керування опаленням в будинку Пояснювальна записка ХНУ	Літ.	Арк.	Акресив
Розроб.		Продеус М.С.						
Перевір.		Тітова В.Ю.					2	50
Н. Контр.		Муляр І.В.				Хну гр. КІ-17-3		
Затверд.		Кльон Ю.П.						

2.1	Визначення компонентів для реалізації завдання .....	31
2.2	Структура системи для керування опаленням.....	35
2.3	Висновки до розділу 2 .....	37
3	Програмно-апаратна реалізація та тестування технічного засобу.....	38
3.1	Налаштування середовища Quartus II, для подальшої роботи.....	38
3.2	Визначення основних санів системи .....	44
3.3	Перевірка системи .....	49
3.4	Розміщення обігрівачів в приміщені .....	51
3.5	Висновки до розділу 3 .....	55
	ВИСНОВКИ.....	57
	ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	58
	ДОДАТОК А Копія графічної частини.....	62
	ДОДАТОК Б Лістинг коду розробленої системи .....	65

## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

FPGA - field programmable gate array  
ПЛІС - програмована логічна інтегральна схема  
ASIC - application-specific integrated circuit  
ПЛК - програмований логічний контролер  
PLC - programmable logic controller  
NAS - network-attached storage  
SAN - storage area network  
ISM - industrial, scientific and medical  
NRE - non-recurring engineering  
РЧ – радіо-частотний  
WCDMA - wideband code division multiple access  
HSDPA - high-speed downlink packet access  
WiMAX - worldwide interoperability for microwave access  
HDL - hardware description language  
VHSIC - very high speed integrated circuits  
VHDL - VHSIC hardware description language  
ASIC - application-specific integrated circuit  
ASSP - application-specific standard parts  
ПК – персональний комп'ютер  
DSP - digital signal processors  
OEM - original equipment manufacturer  
EOL - end of life  
TCO - total cost of ownership  
Wi-Fi - Wireless Fidelity  
IFTTT - if this then that  
GSM - groupe special mobile  
QR - quick response  
VGA - video graphics array  
USB - universal serial bus

					<i>КвРКІ.170350.17.03.27 ПЗ</i>	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

АЦП - аналогово-цифровий перетворювач

JTAG - joint test action group

AS - active serial

LR – led red

LG – led green

ДСТУ - державний стандарт України

					<i>КвРКІ.170350.17.03.27 ПЗ</i>	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВСТУП

Для реалізації завдання проекту я вирішив використати програмовану логічну інтегральну схему (ПЛІС), або ж FPGA. З її допомогою є можливість налаштувати зв'язки між необхідними нам датчиками і впливати на контролер температури в приміщені, що і є завданням роботи.

Що таке FPGA?

Field programmable gate array (FPGA) - це напівпровідникові пристрої, які базуються на матриці конфігурованих логічних блоків, з'єднаних за допомогою програмованих з'єднань. FPGA можна перепрограмувати до бажаних вимог до застосування або функціональності після виготовлення. Ця функція відрізняє FPGA від інтегральних мікросхем (ASIC), які виготовляються на замовлення для конкретних завдань проектування. Хоча доступні одноразові програмовані (ОТР) ПЛІС, домінуючими типами є SRAM, які можуть бути перепрограмовані в міру розвитку дизайну[1].

ПЛІС вимагають наявності мікрохвилі для встановлення конфігурації логіки в мікросхемі. Цю фірмову хвилю можна розробити різними способами, і існує кілька різних програмних платформ, які можна використовувати.

І являється більш вживаною технологією, адже має ширший спектр можливостей і перспектив. Для використання у сфері розумних будинків добре себе зарекомендувала. Також має багато переваг відносно ПЛК.

ПЛК – це програмований логічний контролер (англ. programmable logic controller (PLC)) , тобто пристрій, який використовують у промисловості для автоматизації технологічних процесів. Можна задіювати у керуванні водонасосними станціями, конвеєрною лінією, станками, насосами, верстатами з можливістю керування числовими програмами тощо. Що являється апаратно-програмною системою яка працює в реальному часі — комп'ютер, який є основою для запуску операційної системи та прикладних програм, що реалізують потрібні алгоритми [2]. Завдяки наявності значної кількості пристроїв вводу та виводу, які

					<i>КвРКІ.170350.17.03.27 ПЗ</i>	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

забезпечують роботу датчиків та пристроїв виконання, що є основною відмінністю від комп'ютерів. А також в них є можливість працювати без перебоїв, навіть при несприятливих умовах в широкому діапазоні температур, при високій вологості повітря, коливаннях і вібраціях та при сильних електромагнітних завадах.

					<i>КвРКІ.170350.17.03.27 ПЗ</i>	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

## 1.1 Дослідження відповідності ПЛІС для поставленої задачі

Програмовані логічні компоненти ПЛІС або так названі логічні блоки, як відомо, можуть складатися з будь чого [3]. Починаючи з логічних входів, закінчуючи елементами пам'яті або ж блоками пам'яті, або практично будь-яким іншим елементом. Що й забезпечує доволі велику ступінь гнучкості.

Однією з основних переваг FPGA є те, що структура мікросхеми є повністю програмована, що забезпечує практично необмежені можливості для редагування рисунків 1.1, на відміну зі структурою звичайних ПЛК, рисунок 1.2. Таким чином, це дозволяє конфігурувати великі логічні ланцюги, які можна налаштувати в залежності від проекту, але якщо, в якийсь момент потрібно буде внести зміни в код програми, її завжди можна перепрограмувати за допомогою оновлення.



Рисунок 1.1 - Схема сучасної програмованої логічної інтегральної схеми

					<i>КвРКІ.170350.17.03.27 ПЗ</i>	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

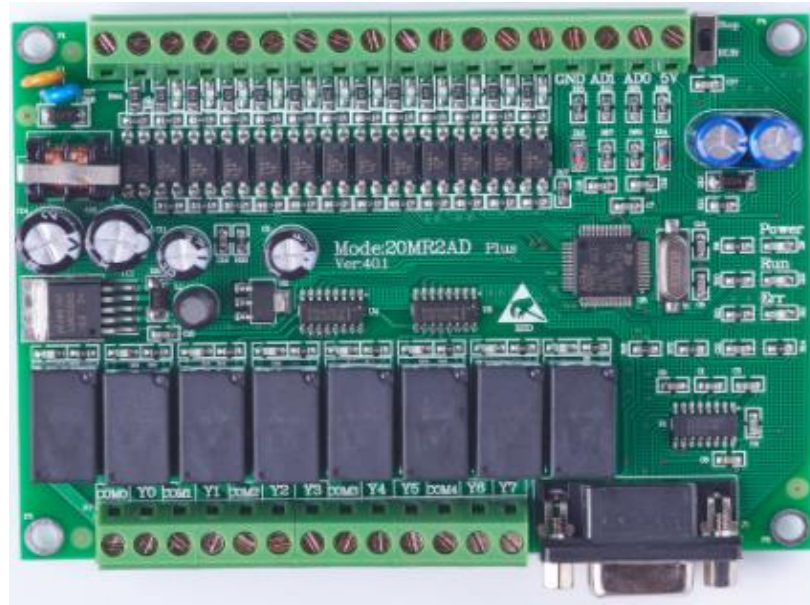


Рисунок 1.2 - Схема сучасного програмованого логічного контролера

Таким чином, у виготовлених платах з вмістом FPGA, як частини схеми, є легкий доступ до перепрограмування для легкого відображення будь-яких змін. Отже, ПЛІС повністю відповідає своїй назві.

Однак хоч у ПЛІС є багато переваг, є також і свої недоліки. Вони являються повільнішими, ніж відповідні їм інтегральні схеми (ASIC) або інші схожі мікросхеми, а крім того, вони трохи дорожчі. (Однак ASIC може бути дорожче розробляти в порівнянні з FPGA) [4].

Також це означає, чому вибір, про використання дизайну на основі FPGA, повинен бути зроблений ще на початку циклу розробки і при цьому вона буде залежати від наступних пунктів: чи буде необхідність повторного перепрограмування мікросхеми; чи можна, використовуючи ПЛІС отримати таку саму функціональність в іншому місці; чи будуть витрати на схему доцільними у перспективі проекту. Буває, що виробники можуть обирати дизайн ПЛІС для ще раннього, неготового продукту. І можуть бути виявлені помилки у подальшій експлуатації, а потім використовувати ASIC, коли дизайн повністю стабільний.

FPGA часто використовуються в багатьох новітніх розробках. А оглядаючись на їхню вартість, вони не можуть використовуватися в дешевих та глобальних виробках великого обсягу, але при цьому ПЛІС легко знаходять своє застосування в

					<i>КвРКІ.170350.17.03.27 ПЗ</i>	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

різних сферах науки, де можуть показати весь свій потенціал в складних логічних схемах в яких можуть очікуватися кардинальні зміни. Програми на основі ПЛІС поширюються на великий спектр галузей, таких як обладнання для відео зйомки, схеми для аерокосмічної та військової галузей, а також для спеціалізованої обробки на програмованих станках а з останнього часу і у системах розумних будинків [5].

### 1.2 У чому різниця між ASIC і FPGA?

ASIC та FPGA мають різні ціннісні пропозиції, і їх потрібно ретельно оцінити, перш ніж вибрати будь-який з них. Інформація рясніє порівнянням двох технологій. Хоча раніше FPGA вибирали для конструкцій з меншою швидкістю / складністю / обсягом, сьогоднішні FPGA легко переходять бар'єр продуктивності 500 МГц. З безпрецедентним збільшенням логічної щільності та безліччю інших функцій, таких як вбудовані процесори, блоки DSP, тактова частота та високошвидкісний послідовник за дедалі нижчих цін, FPGA є ваговою пропозицією для майже будь-якого типу дизайну [6].

### 1.3 Програми FPGA

Завдяки програмованості, ПЛІС ідеально підходять для багатьох різних ринків. Як лідер галузі, Xilinx пропонує комплексні рішення, що складаються з пристроїв FPGA, вдосконаленого програмного забезпечення та конфігурованих, готових до використання IP-ядр для ринків та таких додатків, як:

1. Аерокосмічна промисловість та оборона - ПЛІС, стійкі до радіації, разом з інтелектуальною власністю для обробки зображень, генерації форми хвилі та часткової реконфігурації.

2. Прототипування ASIC - прототипування ASIC з FPGA забезпечує швидке та точне моделювання системи SoC та перевірку вбудованого програмного забезпечення.

					<i>КвРКІ.170350.17.03.27 ПЗ</i>	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Автомобільна промисловість - автомобільні кремнієві та IP-рішення для шлюзів та систем допомоги водієві, комфорту, зручності та інформаційно-розважальної системи в автомобілі. - Дізнайтеся, як FPGA Xilinx вмикає автомобільні системи.

4. Broadcast & Pro AV - Швидше адаптуйтеся до мінливих вимог та подовжуйте життєві цикли продукції за допомогою платформ цільового дизайну Broadcast та рішень для професійних систем мовлення.

5. Побутова електроніка - економічно вигідні рішення, що забезпечують повнофункціональні споживчі програми наступного покоління, такі як конвергентні телефони, цифрові плоскі дисплеї, інформаційні прилади, побутові мережі та житлові приставки.

6. Центр обробки даних - Призначений для серверів із великою пропускнуою здатністю, серверів із низькою затримкою, мережевих та сховищних програм, щоб забезпечити більшу цінність хмарних розгортань.

7. Високопродуктивні обчислення та зберігання даних - Рішення для мережевого сховища (NAS), мережі зберігання даних (SAN), серверів та пристроїв зберігання даних.

8. Промислові - ПЛІС Xilinx та цільові платформи проектування для промислових, наукових та медичних (ISM) забезпечують вищий ступінь гнучкості, швидший час виходу на ринок та нижчі загальні не повторювані інженерні витрати (NRE) для широкого спектра застосувань, таких як промислові візуалізація та спостереження, промислова автоматизація та обладнання для медичної візуалізації.

9. Медичні - для діагностики, моніторингу та терапії сімейства Virtex FPGA та Spartan® FPGA можуть бути використані для задоволення цілого ряду вимог до обробки, відображення та інтерфейсу вводу-виводу.

10. Безпека - Xilinx пропонує рішення, які відповідають постійно розвиваються потребам програм безпеки, від контролю доступу до систем спостереження та безпеки.

					<i>КвРКІ.170350.17.03.27 ПЗ</i>	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Обробка відео та зображень - ПЛІС Xilinx та цільові платформи дизайну забезпечують вищий ступінь гнучкості, швидший час виходу на ринок та нижчі загальні неповторювані інженерні витрати (NRE) для широкого спектра відео- та зображувальних програм.

12. Дротова комунікація - наскрізні рішення для перепрограмованої обробки пакетних мережевих лінійних карток, Framer / MAC, послідовних фонових плат тощо.

13. Бездротовий зв'язок - РЧ, базовий діапазон, підключення, транспорт та мережеві рішення для бездротового обладнання, що відповідають таким стандартам, як WCDMA, HSDPA, WiMAX та інші.

Реконфігуруваний характер ПЛІС означає, що він може бути застосований до великої кількості різних застосунків [7].

Прототипування ASIC: ASIC або ж інтегральні схеми, є трохи специфічними для використання їх в застосунках, що часто використовуються у всякого роду виробництв великих обсягів, але їх дуже дорого розробляти, а впроваджувати зміни в уже закінчений проект є дуже дорогим та трудомістким процесом. Після виготовлення чіпа на базі ASIC його кінцевий функціонал є повністю статичним. Крім того, чіпи на основі ASIC, як правило, є дуже складні у програмуванні, і для того, щоб забезпечити стабільний і правильний функціонал можливостей, часто використовується ПЛІС замість чіпа ASIC у період розробки і часто навіть на самому початку роботи, аж до моменту поки всі проблеми не будуть усунені.

Обладнання, часто є визначеним своїм програмним забезпеченням: оскільки сьогодні обладнання здебільшого прагне, бути універсальним та гнучким, як у випадку програмованого логічного інтегрального контролера. Ця концепція часто використовується в багатьох областях науки. Програмне устаткування для проведення тестувань сьогодні також стає все більш широкого спектру функціоналу та можливостей. А так як функціональність вибраного приладу може бути змінена прямо під час роботи, це дуже бажане в сучасних системах відповідно [8].

					<i>КвРКІ.170350.17.03.27 ПЗ</i>	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1.4 Внутрішні елементи ПЛІС

Внутрішня архітектура ПЛІС є основою її гнучкості, а відповідно, і її успіху. Розглядаючи ПЛІС поближче можна замітити, що вона складається з двох основних, базових елементів:

1. Загальні логічні блоки: це структури у ПЛІС які можуть бути реалізованими різними способами. Фактична реалізація її структури залежить від виробника, і звичайно від серії самої ПЛІС, яка використовується. Всі її варіації включають в собі кількості входів і виходів, а також загальну складність її логічного блоку з точки зору схем і кількості використовуваних в ній транзисторів. Це, звичайно, впливає і на кількість використаної площі, що споживається на самій мікросхемі, а звідси впливає, і розмір використовуваного кремнію в серцевині.

2. Внутрішня маршрутизація FPGA: це канали маршрутизації які використовуються в ПЛІС і які містять в собі проводи, які можуть бути під'єднані за допомогою електричних налаштованих вимикачів. Отже можна поєднати між собою різні точки на мікросхемі і зв'язати різні загальні блоки логічних елементів на схемі будь-якими способами [9].

## 1.5 Розробка прошивки FPGA

Оскільки FPGA - це логічний масив з можливістю налаштування, логіку потрібно встановити, щоб можна було відповідати вимогам системи. Конфігурація також забезпечується прошивкою, тобто набором даних.

Оглядаючись на складність FPGA, програмне забезпечення, яке використовується для розробки функції на базі програмованого контролера. Процес проектування ПЛІС запускається користувачем, а потім надає визначення мови опису обладнання (HDL) або забезпечує схематичне проектування [10].

					<i>КвРКІ.170350.17.03.27 ПЗ</i>	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Також поширеними серед HDL є VHDL (де VHDL є частиною VHSIC Hardware Description Language) та Verilog. І коли це буде виконано, наступним є завдання з проектування процесів FPGA і створення мережевого списку, який є згенерованим для кожного конкретного сімейства ПЛІС, що використовується у проекті. Це допомагає описувати підключення, яке необхідне в FPGA, і воно буде створеним з-за допомогою інструменту автоматизації в проектуванні електроніки.

Потім є змога використати мережевий список до фактичної архітектури ПЛІС, з використанням процесу, який називається місцем і маршрутом, який зазвичай запускається своїм власним програмним забезпеченням місця та маршруту в структурі ПЛІС [11].

Нарешті, проект утверджено, як суміжний з системами ПЛІС, і його можна запускати на електронній платі, для якої він призначений.

## 1.6 Тестування FPGA

З огляду на їх складність проекту, потрібно провести ретельне тестування конструкції FPGA. Це тестування потрібно проводити на кожному етапі процесу розробки ПЛІС, щоб уникнути проблем на пізніх стадіях розробки [12].

Тестування включає функціональне моделювання та інші способи верифікації, але одним із основних питань може бути проблема хронометражу, так як розмір та складність базової логіки можуть визивати й інші неполадки та збої в синхронізації.

Отже коли процес перевірки та верифікації завершено, згенерований двійковий файл (який може також використовувати власне програмне забезпечення компанії FPGA) використовується для відладки пристрою на базі ПЛІС.

					<i>КвРКІ.170350.17.03.27 ПЗ</i>	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1.7 Інструменти FPGA

Інструменти які використовуються для розробки та тестування ПЛІС є доступними в різних джерелах. І очевидно, що виробники можуть пропонувати абсолютну безліч засобів проектування ПЛІС, але й існує безліч інших джерел для створення HDL відмінних від FPGA, засобів фізичного зв'язку та перевірки ПЛІС. Сюди можуть входити фактичні розробки, а також різні етапи тестування FPGA [13]. Однак переваги FPGA все ж залишаються незмінними, і вони є перераховані в таблиці 1.1.

					<i>КвРКІ.170350.17.03.27 ПЗ</i>	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1 – Переваги ПЛІС

Переваги	Деталі
Гнучкість	<p>1. Функціональність FPGA може змінюватися при кожному включенні пристрою. Отже, коли інженер-дизайнер хоче внести зміни, вони можуть просто завантажити новий файл конфігурації в пристрій і спробувати зміни.</p> <p>2. Часто в FPGA можна вносити зміни, не роблячи дорогих змін на платі ПК.</p> <p>3. ASSP та ASIC мають фіксовану апаратну функціональність, яку неможливо змінити без великих витрат та часу.</p>
Прискорення	<p>Швидше отримуйте продукти на ринку та / або підвищуйте продуктивність системи.</p> <p>1. ПЛІС продаються "готовими" порівняно з ASIC (для яких виробничі цикли займають багато місяців).</p> <p>2. Завдяки гнучкості FPGA, виробники можуть поставляти системи, як тільки конструкція працює та перевірена.</p> <p>3. FPGA забезпечують функції розвантаження та прискорення для центральних процесорів, ефективно прискорюючи всю роботу системи.</p>
Інтеграція	<p>Сучасні ПЛІС включають в себе вбудовані процесори, трансиверні вводи-виводи зі швидкістю 28 Гбіт / с (або швидше), блоки оперативної пам'яті, процесори DSP тощо. Більше функцій в FPGA означає менше пристроїв на друкованій платі, що підвищує надійність за рахунок зменшення кількості несправностей пристроїв.</p>
Загальна вартість власності (ТСО)	<p>1. Хоча ASIC можуть коштувати дешевше за одиницю, ніж еквівалентна FPGA, їх побудова вимагає</p>

					<i>КвРКІ.170350.17.03.27 ПЗ</i>	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кінець таблиці 1.1

	<p>періодичних витрат (NRE), дорогих програмних засобів, спеціалізованих команд розробників та тривалих виробничих циклів.</p> <p>2. ПЛІС Intel підтримують тривалі життєві цикли (15 і більше років), уникаючи витрат на перепроєктування та перекваліфікацію виробничого обладнання OEM, якщо один із бортових електронних пристроїв закінчується (EOL).</p> <p>3. FPGA зменшують ризик, дозволяючи прототипним системам доставляти споживачам для випробувань на місцях, одночасно забезпечуючи можливість швидкого внесення змін до збільшення обсягу виробництва.</p>
--	--

1.8 Актуальність використання FPGA в системах розумного будинку.

Будинки 21 століття ось-ось стануть більш керованими та автоматизованими людьми, тобто без його присутності він контролював би всі побутові прилади. Автоматизовані кавоварки були поширені протягом одного часу, але в даний час є багато досягнень, які набагато випереджають з точки зору автоматизації, теперішня автоматизація є авангардною [14]. Завдяки цим досягненням автоматизації впровадження вбудованих систем для домашньої автоматизації призвело до підвищення рівня безпеки та дистанційного керування побутовими приладами. Потреба в розумній автоматизації за допомогою мобільних телефонів зростає. У цій роботі буде описано використання контролера FPGA (Field Programmable Gate Array) для домашньої автоматизації. Wi-Fi (Wireless Fidelity) - це бездротовий носій, який використовується для полегшення цілей автоматизації за допомогою мобільного телефону android та контролера FPGA [15].

					<i>КвРКІ.170350.17.03.27 ПЗ</i>	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1.9 Розумна система безпеки для дому за допомогою FPGA

У наш час стрімке зростання випадків крадіжок та крадіжок у всьому світі загрожує вразливості традиційних систем домашньої безпеки. Тому розробка домашньої безпеки з інтелектуальним управлінням, в якій основна увага приділяється вдосконаленню звичайної техніки до вдосконаленої системи цифрової безпеки, а також для того, щоб бути більш цікавим вдома або власником будівлі для запобігання вторгнень у реалізацію розумного будинку. Однак використання різноманітних типів звичайних замкових дверей для цілей безпеки та аналогового датчика вторгнення з індивідуальною функціональною системою недостатньо захищено для захисту особи чи компанії. Ось чому поява нової технології, такої як мережа інтегральних мікросхем, буде застосовуватися в системі розумного будинку для підвищення рівня безпеки для запобігання будинків від вторгнення та небезпечних пожеж [16]. Таким чином, цей проект розроблений для розробки та побудови інтелектуальної системи, що складається з цифрового входу безпеки для автоматичних замкових дверей, а також для активації або деактивації всіх датчиків безпеки в будинках, що є функцією для виявлення нерегулярного руху та гарячої температури (пожежа) у -будинку для побутового житлового сектору. Цей виріб включає систему автоматичного блокування дверей за допомогою сервомотора та виявляє нерегулярні рухи зловмисників за допомогою датчика руху PIR (HC-SR501), а також вимірює гарячу температуру за допомогою датчика температури (LM35). Датчик передаватиме аналоговий сигнал на польовий програмований затвор (FPGA), плату Altera DE2-115, що підлягає обробці, і яка потім відобразить запис стану після введення пароля та системи безпеки активації на світлодіодних семи сегментних дисплеях [17]. Контролер входу в систему буде використовувати кнопку або кнопки перемикачів, доступні на платі FPGA, які використовуються для входу в пароль для автоматичного доступу до дверей, а також підтримуються для управління домашньою інтелектуальною системою безпеки.

					<i>КвРКІ.170350.17.03.27 ПЗ</i>	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1.10 Розумна система опалення для дому за допомогою FPGA

Забезпечення найкращої продуктивності для задоволення додатків у режимі реального часу змушує нас використовувати реальний набір даних, щоб переконатися, що розроблена система відповідає вимогам додатків у реальному часі [18].

Завдяки постійно скорочується структурі пристрою та зростаючій щільності ПЛІС, теплові аспекти стали новим напрямком для багатьох дослідницьких проектів за останні роки. Дослідники Mostre покладаються на моделювання температури для оцінки своїх нових методів управління теплом. Однак точність моделювання є певною мірою сумнівною, і вони вимагають великих обчислювальних зусиль, якщо використовується детальна теплова модель. Для експериментальної оцінки методів управління реальною температурою часто використовуються синтетичні джерела тепла [19]. Тому в цій роботі я досліджував питання, чи можливо створити значні підвищення температури на сучасних ПЛІС, щоб забезпечити подальшу оцінку методів теплового управління. Результати показують, що, згідно з вбудованим тепловим діодом нашої FPGA, ми можемо підвищити температуру стружки на 134 ° С менш ніж за 12 хвилин, використовуючи лише близько 21% потужності. Умови індексу - FPGA, температура, тепло, виділене теплогенеруюче ядро, вимірювач, генератор.

Але це буде не ефективно для нагріву великого об'єму повітря.

## 1.11 Сучасні системи розумного будинку з можливістю регулювання температури в приміщеннях.

Тому для вирішення поставленого перед мною питання, я звернувся до вже існуючих подібних систем [20].

					<i>КвРКІ.170350.17.03.27 ПЗ</i>	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розумні термостати зазвичай коштують від 100 до 280 фунтів стерлінгів, залежно від марки та моделі. Більшість виробників також пропонують професійний монтаж. Зазвичай це додає приблизно від 50 до 100 фунтів.

Але деякі з них легко встановити самостійно, і більшість брендів мають інструкції з монтажу.

Немає гарантії, що ви заощадите гроші - все залежить від ваших звичок:

1. Добре для вас, якщо ви щодня приходите додому в різний час; якщо ви вдома трохи пізніше, ви можете затримати нагрівання дистанційно за допомогою розумних термостатів.

2. Не так добре для вас, якщо ваш розпорядок дня встановлений (ви виходите з дому щодня в один і той же час, повертаючись в той самий час). Оскільки ви можете запрограмувати включення більшості термостатів у визначений час, це зробить традиційний термостат. Подібним чином, якщо ви працюєте вдома, ви можете вручну нагрівати (або знижувати / вимикати) нагрівання, якщо в помешканні стає холодно (або занадто тепло).

Якщо у вас немає будь-якого елемента керування - розумного чи традиційного, - або варто того, щоб уникнути витрачання тепла або повернення до холодного будинку [21].

Крім того, потрібно перевірити, чи зможете ви заощадити, зробивши свій будинок більш енергоефективним - багато фірм пропонують безкоштовну ізоляцію або допомогу у створенні нового котла.

Приємною особливістю всіх розумних терморегуляторів є зміна опалення за допомогою телефону - незалежно від того, перебуваєте ви поруч, відпочиваючи на дивані чи лежачи.

Інші функції варіюються в залежності від термостата, але загальні включають управління кількома кімнатами, контроль гарячої води, "геозонування" для відстеження виходу та в'їзду додому, виявлення протягу, безпеку та режими відпочинку, щоб захистити ваші труби, коли вас там немає, та відгуки про ваші режими опалення.

					<i>КвРКІ.170350.17.03.27 ПЗ</i>	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Не кожна модель матиме всі ці особливості, але більшість із них переважають у різних марках.

1.12 Чи працюють розумні термостати з іншими домашніми технологіями, такими як Amazon Echo?

Більшість з них можуть працювати з Amazon Echo, Google Home та IFTTT (що розшифровується як "якщо це, то це"; це онлайн-платформа, яка може підключати програми та пристрої один до одного). Більш обмежена кількість працює з Microsoft Cortana та Apple HomeKit [22].

Після підключення термостата до розумного домашнього пристрою ви зможете попросити Alexa (Amazon Echo), Cortana або Google встановити опалення на певну температуру, збільшити або зменшити опалення або перевірити, яка температура у вашому домі. в - серед інших прикольних особливостей.

Ви все ще можете змінити постачальника енергії за допомогою розумного термостата - і заощадите 100 фунтів стерлінгів на рік.

Розумні термостати не впливають на зміну постачальника енергії, тому не дозволяйте це зупиняти - більшість може заощадити 100 фунтів стерлінгів на рік, уклавши дешеву енергетичну угоду. Перевірте наш дешевий енергетичний клуб, щоб побачити, що ви можете заощадити.

1.13 Основні розумні термостати і як їх дешево придбати.

Ціни на розумні термостати не сильно змінюються у різних роздрібних торговців, хоча іноді ви можете знайти знижки у електронних продавців, таких як Amazon, Currys та Argos.

Тільки не забудьте врахувати вартість встановлення. Незалежно від того, проходите ви через самих виробників - наприклад, вулик чи гніздо - чи через роздрібних торговців, зазвичай ви можете придбати їх із встановленням або без

					<i>КвРКІ.170350.17.03.27 ПЗ</i>	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

нього. Тож якщо вам зручно користуватися саморобкою, ви можете заощадити 50–100 фунтів.

Ряд постачальників енергії також продають розумні термостати та встановлюють їх для вас, і це, як правило, коштує приблизно стільки ж, скільки прямим зверненням до виробника. Деякі тарифи на енергоносії також включають розумний термостат - їх часто рекламують як безкоштовні, оскільки ви не платите авансових витрат, але зазвичай платите за вищими рахунками [23].

Я перерахував основних постачальників та те, що може зробити їхній набір, але оскільки деякі шикарні типи елементів управління вам можуть бути незнайомі, ось пояснення того, що насправді роблять різні функції.

Далі представлені п'ять сучасних систем розумний будинок, які є популярними на ринку:

#### 1. Система Аґах

Виробник: Україна. Тому український та російський інтерфейси підтримуються за замовчуванням. Ця система автоматизації будинку може вирішити два важливі завдання:

- а) забезпечити комфорт та зручність у забезпеченні життєдіяльності людини;
- б) забезпечити безпеку будинку, контролювати її межі, а також керувати електричними, пожежними, газовими та іншими системами будинку.

Розумний будинок Аґах працює на власному зашифрованому та двосторонньому захищеному радіоприймачі, завдяки резервному джерелу живлення він має повністю автономне функціонування, а всі його пристрої мають стильний дизайн.

Переваги Аґах:

- 1) Легкий монтаж;
- 2) Канал бездротового зв'язку між компонентами системи;
- 3) Великий діапазон сигналу (до 2000 м);

					<i>КвРКІ.170350.17.03.27 ПЗ</i>	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 4) Існують захисні заходи для запобігання видаленню будь-якого датчика (бампера);
- 5) Можливі права доступу інших користувачів (повні або часткові);
- 6) Концентратор працює автоматично від акумулятора (до 16 годин);
- 7) З'єднання Wi-Fi та GSM; Різні способи сповіщення користувачів (дзвінок, SMS, push-повідомлення);
- 8) Розумна розетка відображає рахунок за електроенергію (враховуючи підключене обладнання) і автоматично відключається при падінні напруги;
- 9) Встановлення за допомогою QR-коду та керувати через смартфон (iOS, Android);
- 10) Можна підключити до 100 пристроїв;
- 11) Є кнопка тривоги на пульті дистанційного керування (брелок);
- 12) Ціна набору дуже дешева (починаючи з 200 доларів).

#### Недоліки Ajax:

- 1) Працює лише під управлінням центрального контролера (концентратора), тобто відсутність автономності датчиків;
- 2) Не має власної камери відеоспостереження (але вона може бути підключена до стороннього обладнання);
- 3) Керування лише телефоном, хоча це позбавляє від необхідності встановлювати будь-які інші програми на ПК.

На сьогоднішній день пристрої Ajax - найкраща система розумного будинку. Вони універсальні, надійні, зручні і компактні. Вони мають якісний захист від крадіжки, чудовий дизайн та чіткий інтерфейс. Встановлення та конфігурація такої складної системи спрощена до мінімуму, і до неї можуть отримати повний доступ навіть користувачі, які не мають технічної підготовки. Враховуючи його широкий спектр функціональних можливостей, важливою перевагою є те, що ціна пристрою досить демократична.

					<i>КвРКІ.170350.17.03.27 ПЗ</i>	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2. BroadLink

Виробник: Китай. Як правило український інтерфейс відсутній, но його можна доустановити за потреби.

Розумний дім BroadLink - це набір сучасних цифрових пристроїв, призначених для ефективного управління побутовою технікою та освітленням, енергією, безпекою та іншими основними системами в вашому будинку. Кожен елемент цієї системи може працювати самостійно або взаємодіяти між собою.

### Переваги BroadLink:

- 1) Швидке встановлення, підключення та налаштування;
- 2) Має широкий спектр датчиків, таких як: вологості, температури, освітлення, шуму, забруднення повітря;
- 3) Ви можете легко керувати підключеними пристроями;
- 4) Запуск без центрального хабу (автономна робота датчиків);
- 5) Бездротова взаємодія між пристроями;
- 6) Має власну камеру відеоспостереження;
- 7) Керується з допомогою Wi-Fi через Інтернету в будь-якій точці Землі;
- 8) Вартість обладнання для демократії (починаючи з 200 доларів).

### Недоліки BroadLink:

- 1) Короткий діапазон сигналу (до 50 м);
- 2) Хаб не має резервного живлення;
- 3) Пульти дистанційного керування може тільки приймати сигнали.

BroadLink має широкий спектр функцій, високоякісне програмне забезпечення, просте в установці та використанні та відносно дешеве. Для такого комплексу не потрібен центральний контролер, оскільки всі його пристрої підключені один до одного, вони можуть працювати незалежно та повністю

					<i>КвРКІ.170350.17.03.27 ПЗ</i>	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

самостійно. Налаштуйте роботу побутової техніки в будинку відповідно до сценарію, або плану в додатку на смартфоні.

### 3. Fibaro

Виробник: Польща (але створення та реєстрація самого бренду належить США). Український інтерфейс доволі важко знайти. Але розумний будинок на системі Fibaro - це професійний пристрій з найширшими функціями для автоматизації будинків та захисту безпеки. Однак, відміним від багатьох аналогічних систем, для встановлення та налагодження роботи потрібні досвідчені фахівці.

#### Переваги Fibaro:

- 1) Використовує різноманітні датчики та обладнання, для чудового налаштування системи;
- 2) Є камера відеоспостереження;
- 3) Надає користувачам великий вибір сценаріїв;
- 4) Надсилає інформацію на кілька мобільних телефонів одночасно;
- 5) Робота на основі протоколу Z-Wave, що дозволяє легко взаємодіяти з іншими пристроями;
- 6) Датчик витрати оснащений сигналізацією.
- 7) Розумна розетка може відображати свій рівень споживання енергії, з підключеним пристроєм і вимикається при стрибку напруги;
- 8) Оскільки кожен елемент системного сигналу може стати повторювачем сигналу, короткий діапазон системного сигналу збільшується;
- 9) Голосове управління через Google, але виключно англійською мовою.

#### Недоліки Fibaro:

- 1) Відносно висока вартість цього обладнання (починаючи з 600 доларів);
- 2) Тільки професійна установка та налагодження;

					<i>КвРКІ.170350.17.03.27 ПЗ</i>	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 3) Центральний контролер Fibaro Home Center примусово підключається до Інтернету за допомогою кабелю локальної мережі;
- 4) Він не може працювати без центрального хаба;
- 5) хаб не має резервного джерела живлення;
- 6) Обмежений діапазон сигналу (вирішити цю проблему, до 50 м, без перешкод);
- 7) Затримка push-повідомлень;
- 8) Потрібно встановити програмне забезпечення на ПК та неповна мобільні версія програми.

На відміну від інших систем „розумний будинок” у цього виробника найкращий вибір різноманітних датчиків та сенсорів для різноманітних завдань. Але розібратися та встановити їх зможе лише знайома з технологією людина.

#### 4. Orvibo

Виробник: Китай. По стандарту український та російський інтерфейси відсутні (але є англійською мовою), що дещо може ускладнювати встановлення та налаштування.

Orvibo - це дешевий і простий в експлуатації пристрій, основним завданням якого є забезпечення безпеки будинку. І лише після цього, така установка може бути використана як основа для добре організованої системи Smart Home.

#### Переваги Orvibo:

- 1) Його легко встановити та підключити,
- 2) Можна дистанційно керувати за допомогою програми на смартфоні;
- 3) Автоматично знаходити датчик і підключає його до центрального хаба;
- 4) Різне обладнання та можливість розширення системи (близько 100 датчиків),
- 5) Має власні камери;

					<i>КвРКІ.170350.17.03.27 ПЗ</i>	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 6) Бездротовий протокол для взаємодії між контролером і датчиком (ZigBee);
- 7) Автономність певних пристроїв від центрального хабу;
- 8) Вибіркові сценарії використання побутової техніки;
- 9) Зв'язок через Wi-Fi та можливість набрати біля 10 номерів;
- 10) Дуже доступна ціна (починаючи з 150 доларів).

Недоліки Orvibo:

- 1) Мала дальність сигналу (до 30 м);
- 2) Досить скромний набір обладнання в базовій комплектації (лише частково охоплює багатокімнатні квартири чи офіси);
- 3) У випадку збою живлення нестача резервного живлення хабу;
- 4) Дротове підключення до Інтернету (для надійної роботи системи).

Можна сказати, що набір безпеки Orvibo є проміжним пристроєм між класичною системою безпеки та "розумним будинком". Він має просте і зрозуміле управління, завдяки універсальному протоколу ZigBee, його можна добре використовувати для розширення сторонніх обладнання. Однак, щоб зробити систему дешевшою для придбання, вона використовує досить примітивні датчики, та немає захисту від крадіжки та вимкнення, а камера призначена лише для внутрішнього використання.

## 5. Xiaomi

Виробник: Китай. Стандартно бракує українського та російського інтерфейсів, лише англійської та китайської, що створює труднощі в процесі налагоджені та налаштуванні.

Розумний будинок Xiaomi належить до бюджетної категорії обладнання, що робить управління різним обладнанням та вашою побутовою технікою в будинку максимально простим та зручним заняттям.

					<i>КвРКІ.170350.17.03.27 ПЗ</i>	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### Переваги Хіаомі:

- 1) Повна автономність обладнання;
- 2) Масштабованість
- 3) Має власну камеру відеоспостереження;
- 4) Бездротовий протокол ZigBee;
- 5) Зручне управління через смартфон по Wi-Fi;
- 6) Наявність власних сценаріїв;
- 7) Компактний і стильний дизайн;
- 8) Вартість базового набору невисока (лише \$ 90).

### Недоліки Хіаомі:

- 1) Дальність сигналу дуже мала (до 10 м);
- 2) Помірний набір датчиків і приводів базової групи;
- 3) Різні датчики потребують свого розташування;
- 4) Резервна потужність хаба недостатня для тривалої роботи.

Тому Хіаомі є чудовою початковою платформою для підключення інших датчиків та пристроїв (включаючи сторонніх виробників). Його елементи працюють як самостійно, так і в мережі. З їх допомогою ви можете створити дуже практичну систему управління житловим простором, включаючи безпеку. Враховуючи свою вартість, ця система підходить для ознайомлення з розумними домашніми системами [24].

### 1.14 Висновки до розділу 1

Основною проблемою, яка поставала при постановці задачі, було розуміння напрямку у якому потрібно працювати. І після проведеного дослідження і урегулювання було сформовано особисте уявлення про поставлене в роботі питання. Так як регулювання опалення в приміщенні на основі програмованої логіки

					<i>КвРКІ.170350.17.03.27 ПЗ</i>	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

передбачає вплив на пристрої опалення через запрограмований девайс, то необхідно також провести дослідження на ринку опалювальних пристроїв.

Також було здійснене порівняння подібних систем на ринку, а також систем які знаходяться в суміжній ніші пропозицій. І у висновку можна сказати, що завдяки стрімкому розвитку технологій, наше життя все більше наповнюється великим різноманіттям гаджетів. Які створені для спрощення життя на забезпечення комфорту своїм власникам.

					<i>КвРКІ.170350.17.03.27 ПЗ</i>	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2 ПРОЕКТУВАННЯ ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАСОБУ

### 2.1 Визначення компонентів для реалізації завдання

Для реалізації проекту потрібно визначитися з усіма необхідними компонентами схеми. В якості центральної FPGA плати я вирішив взяти Cyclone IV EP4CE6E22C8N представлена на рисунку 2.1, так як у ній є всі необхідні нам компоненти і це відносно недорога модель. А також при необхідності можна задіяти діодний цифровий вихід, або з додатковими налаштуваннями вивести усе на екран через присутній VGA канал [25].

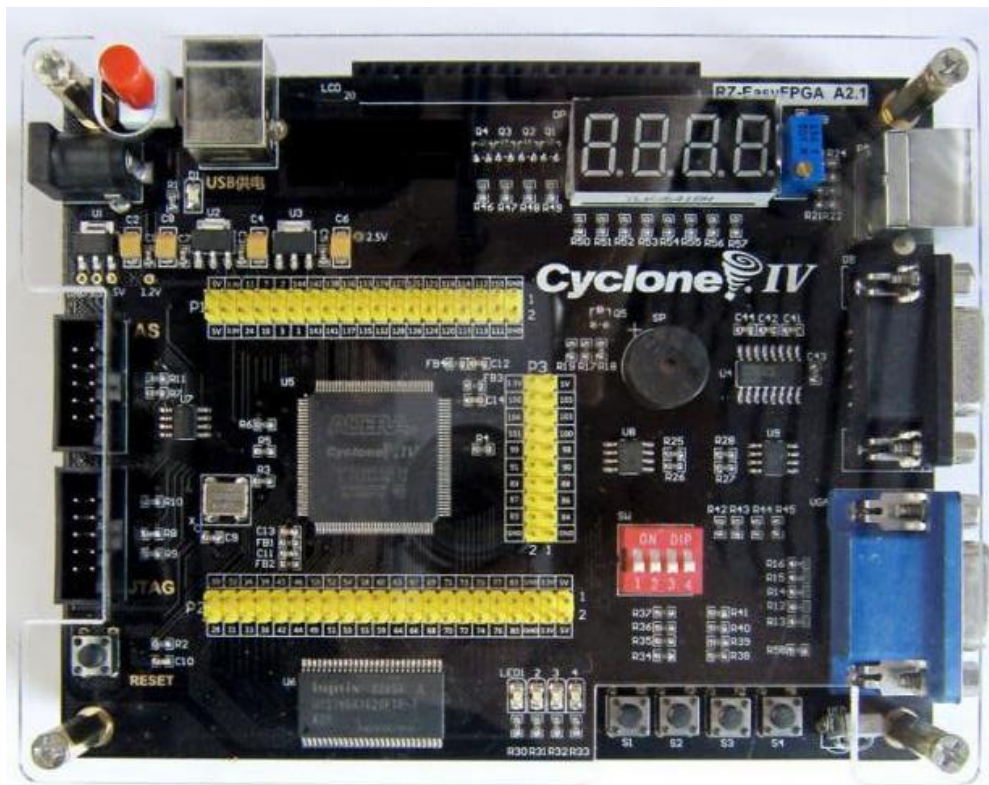


Рисунок 2.1 - Плата Altera Cyclone IV EP4CE6

Усі налаштування ПЛІС здійснюються з допомогою спеціального USB-програматора, зображеного на рисунку 2.2.

					КвРКІ.170350.17.03.27 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.2 - Програматор USB Blaster

Також необхідно взяти датчик температури [26]. Мій вибір впав на модель ds18b20, рисунок 2.3. Температурний датчик ds18b20 здатен фіксувати температури в діапазоні з  $-55^{\circ}\text{C}$  до  $+125^{\circ}\text{C}$ , що є більш ніж достатньо. Він є простим у використанні і монтуванні, а також не дорогий.



Рисунок 2.3 - Датчик ds18b20 у двох варіаціях

					<i>КвРКІ.170350.17.03.27 ПЗ</i>	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Цей цифровий датчик температур має три виводи - земля, живлення і дані [27].

З'єднати датчик з нашою платою можна через восьмибітний АЦП (Аналогово-Цифровий Перетворювач), як показано на рисунку 2.4.

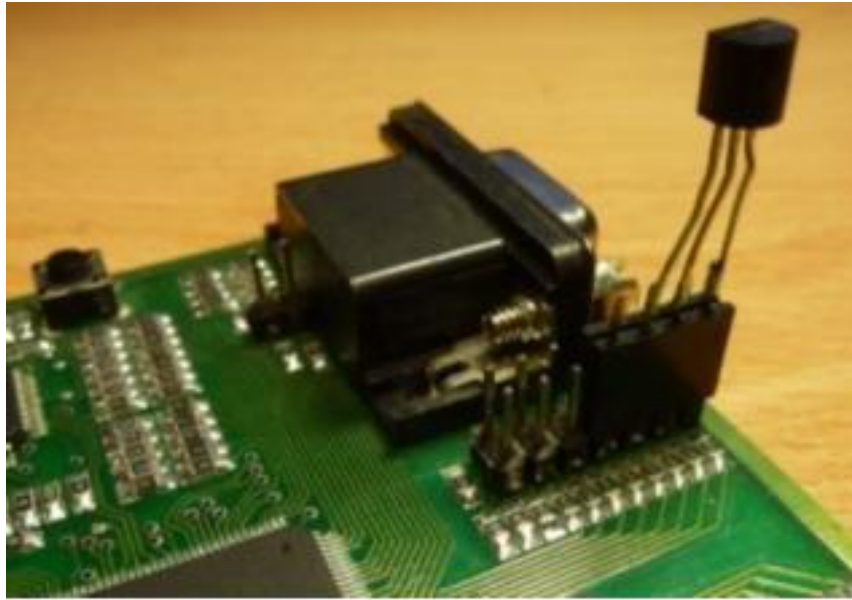


Рис. 2.4 - Приєднання датчика типу ds18b20 до плати FPGA

А також потрібні самі нагрівачі. В їх якості може виступати електричний радіатор типу Flyme Standart, рисунок 2.5. Він зручний тим що має власну програмовану плату з інтерфейсом. Тобто до нього можна підключитися через ПЛІС і керувати температурним режимом [28].

					<i>КвРКІ.170350.17.03.27 ПЗ</i>	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис. 2.5 - Електричний радіатор типу Flyme Standart на 10 секцій /990 Вт

Рисунок 2.6 показує, як логічно наша структура повинна виглядати:

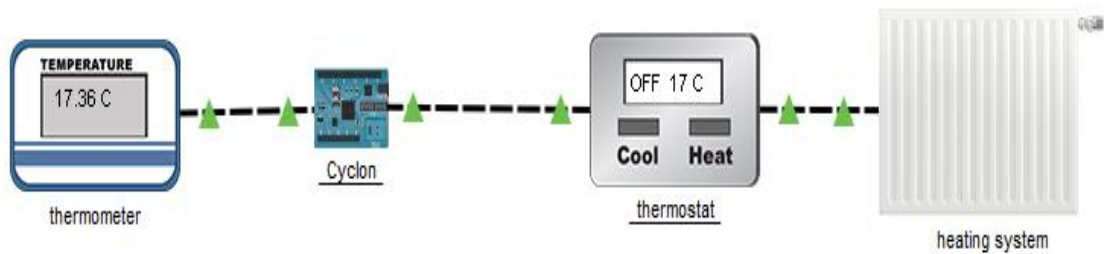


Рис. 2.6 - Схема побудови системи опалення

- 1) Датчик температури;
- 2) Плата ПЛІС;
- 3) Термостат;
- 4) Система опалення.

Але можна використати нашу ПЛІС як термостат для керування системами опалення на пряму. Що дозволить зменшити витрати і оптимізувати роботу структури.

## 2.2 Структура системи для керування опаленням

Наша архітектура зображена на рисунку 2.7. Це процесор підключений до монітора системи, щоб отримати доступ до показань приєднаних температурних датчиків FPGA [29]. Крім того, наша архітектура містить часову базу та тепловиділяюче джерело, що досліджується. Нагрівач увімкнено / вимкнено програмою, яка також зчитує значення температури. Показання температури передаються на робочу станцію з використанням інтерфейсу, де з даними буде взаємодіяти людина.

Також була розроблена блок-схема системи, рисунок 2.8, для кращого розуміння задачі. А також для структурування усіх кроків, які потрібно розробити

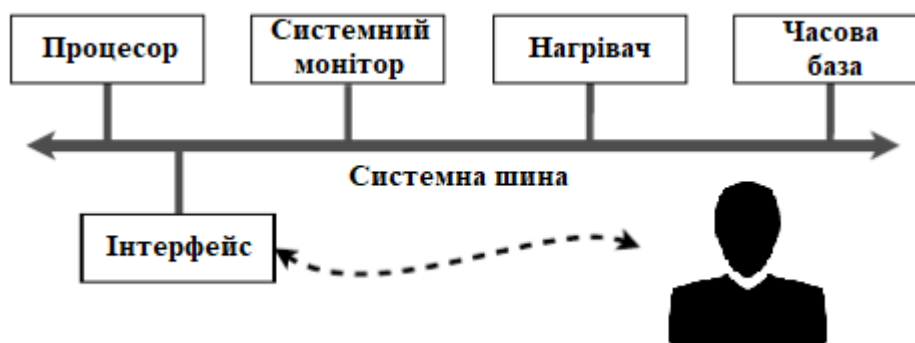


Рисунок 2.7 - Архітектура нашої експериментальної установки

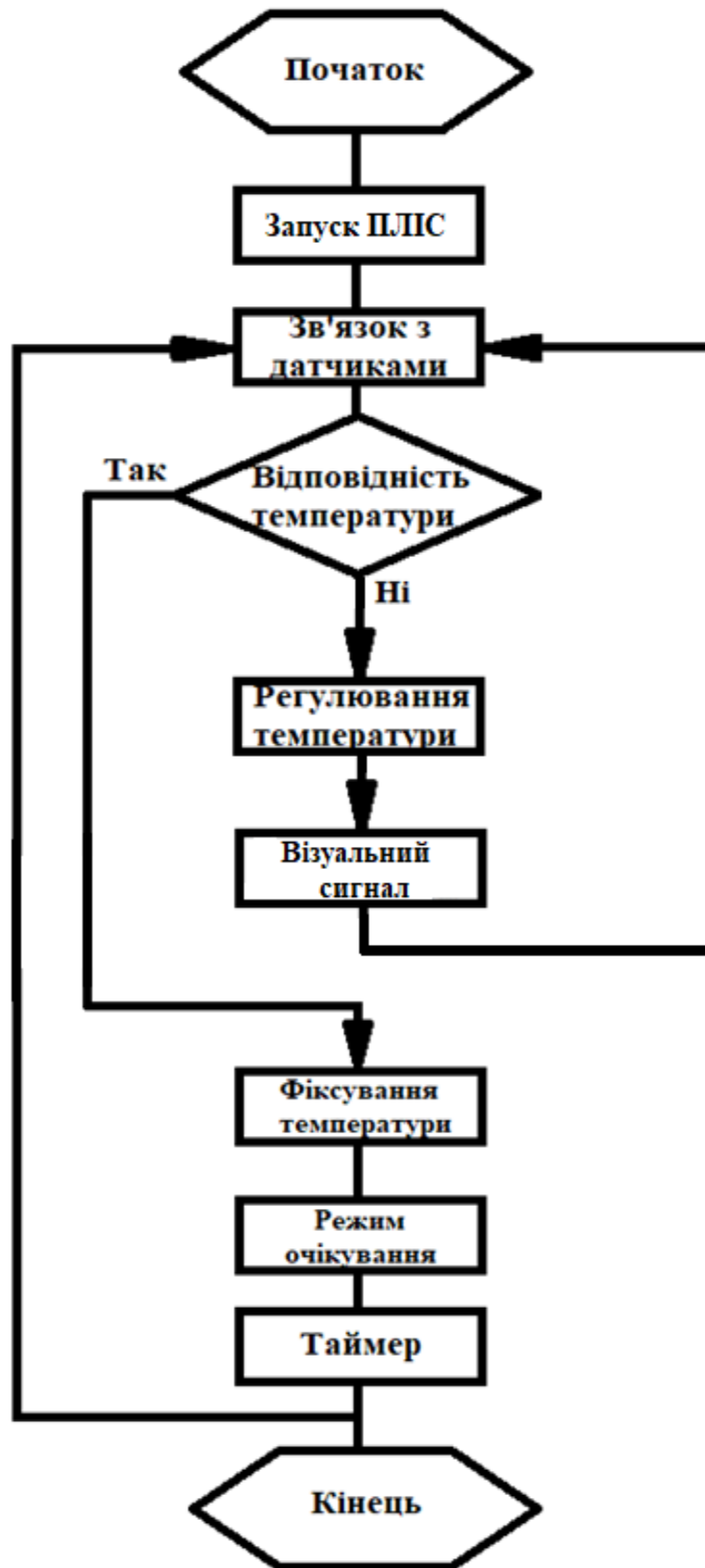


Рисунок 2.8 - Логічне налаштування програмованого логічного контролеру у вигляді блок-схеми.

### 2.3 Висновки до розділу 2

Для надійної роботи структури було обрано шлях мінімізації кількості складних елементів в базі. Тому система представляє собою невелику за обсягом елементів, і не складну в реалізації схему [30].

Також під час роботи з'явився ряд проблем. Вчасності вибір необхідних елементів серед усіх представлених на ринку. Було проведено дослідження, для знаходження оптимальних варіантів.

Прилади підібрані за їх гнучкість у використанні, але й при цьому потрібно було задіяти обмеженість у направленості та вузьку спеціалізацію роботи елементів.

					<i>КвРКІ.170350.17.03.27 ПЗ</i>	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3 Програмно-апаратна реалізація та тестування технічного засобу

#### 3.1 Налаштування середовища Quartus II, для подальшої роботи

Реалізації системи на програмованій логіці для керування опаленням в будинку буде побудована наступним чином:

Для початку потрібно налаштувати робоче середовище. В даному випадку це буде середовище Quartus II [31].

Насамперед необхідно призначити використовувані виводи ПЛІС. В меню Assignments > Device ... обираємо FPGA, в яку ви збираєтеся використати в проєкті. У пункті Device Family потрібно встановити сімейство, до якого відноситься ваша FPGA. В поле Available devices оберіть модель вашої ПЛІС. Так як ми використовуємо плату Altera Cyclone IV EP4CE6 E22C8N, шукаємо її з переліку, як на рисунку 3.1.

Для облегшення пошуку, можна скористатися фільтрами сімейства і назви необхідної нам ПЛІС [32].

					<i>КвРКІ.170350.17.03.27 ПЗ</i>	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

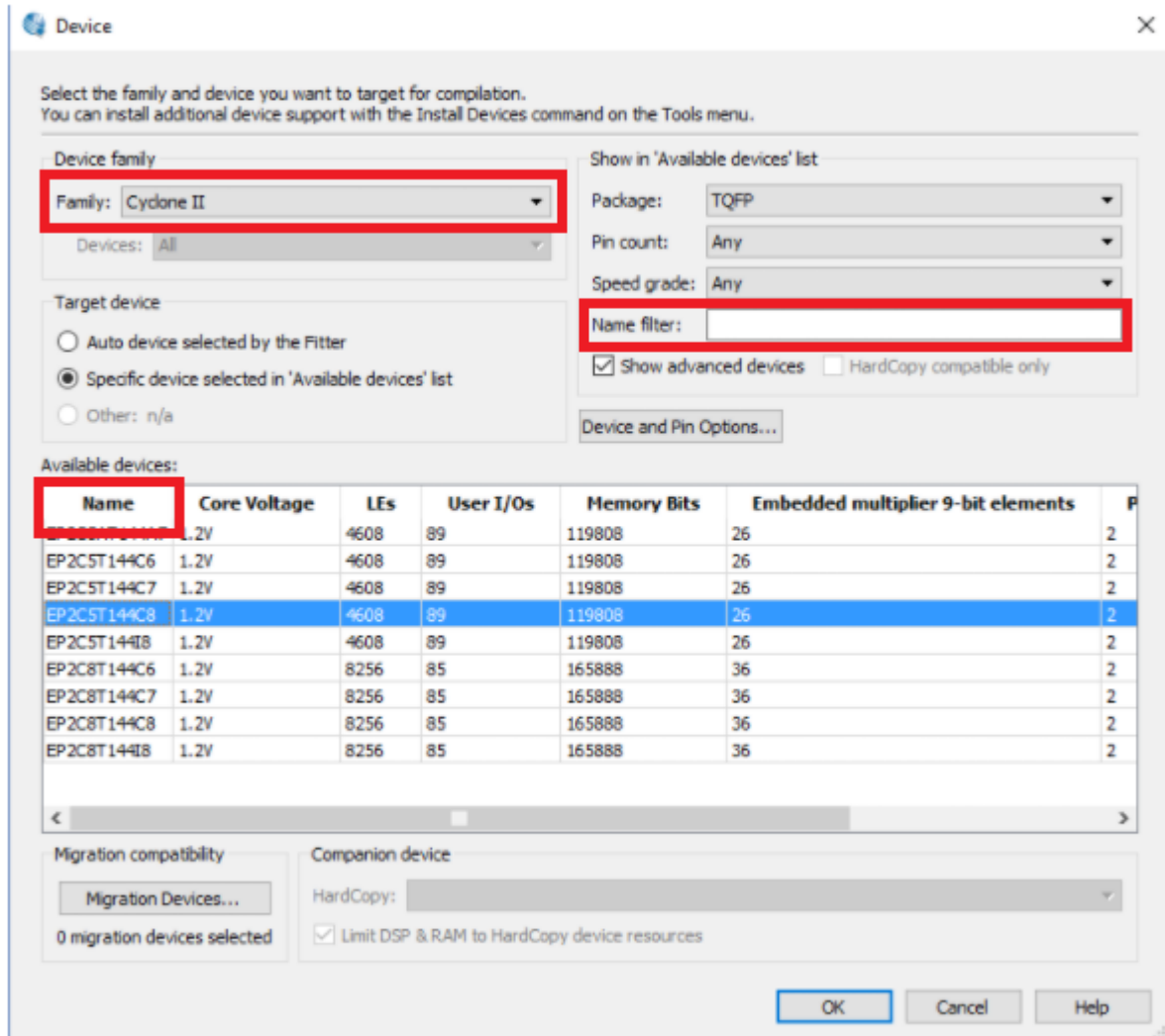


Рисунок 3.2 - Пошук плати в середовищі Quartus II

Незайвим буде задати, в якому стані будуть знаходитися непідключені ніжки пристрою. Натисніть кнопку Device and Pin Options ..., потім перейдіть до пункту Unused Pins [33], і вказуємо необхідний стан виводів, рисунок 3.3.

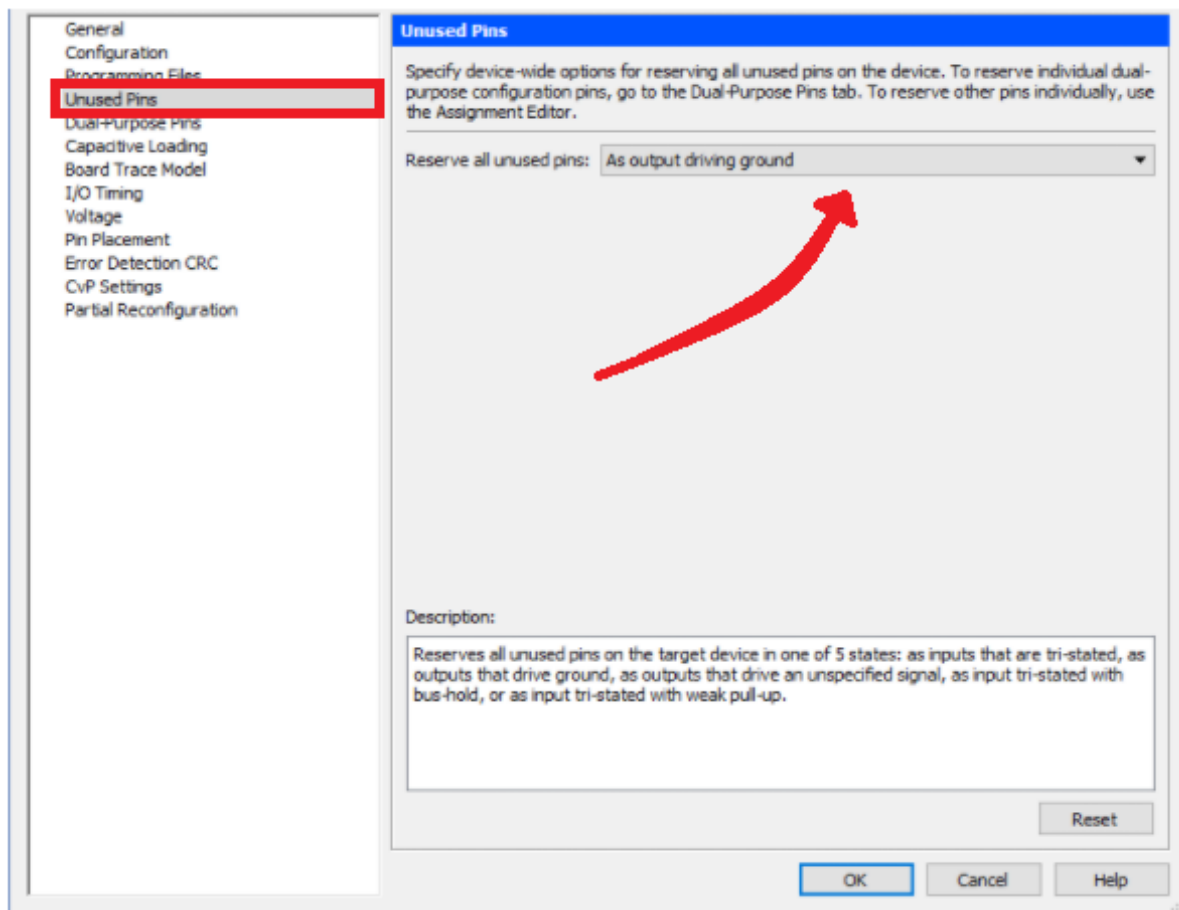


Рисунок 3.3 - Назначення не використаних ніжок ПЛІС

Як тільки було вказано модель необхідної ПЛІС, можна закрити вікно Device, натисканням кнопки ОК [34].

Якщо нічого більше не робити, то синтезатор сам призначить функції виходам. Для ручного призначення висновків для FPGA, переходимо в меню Assignments > Pin Planner, також можна скористатися гарячими клавішами Ctrl + Shift + N, рисунок 3.4.

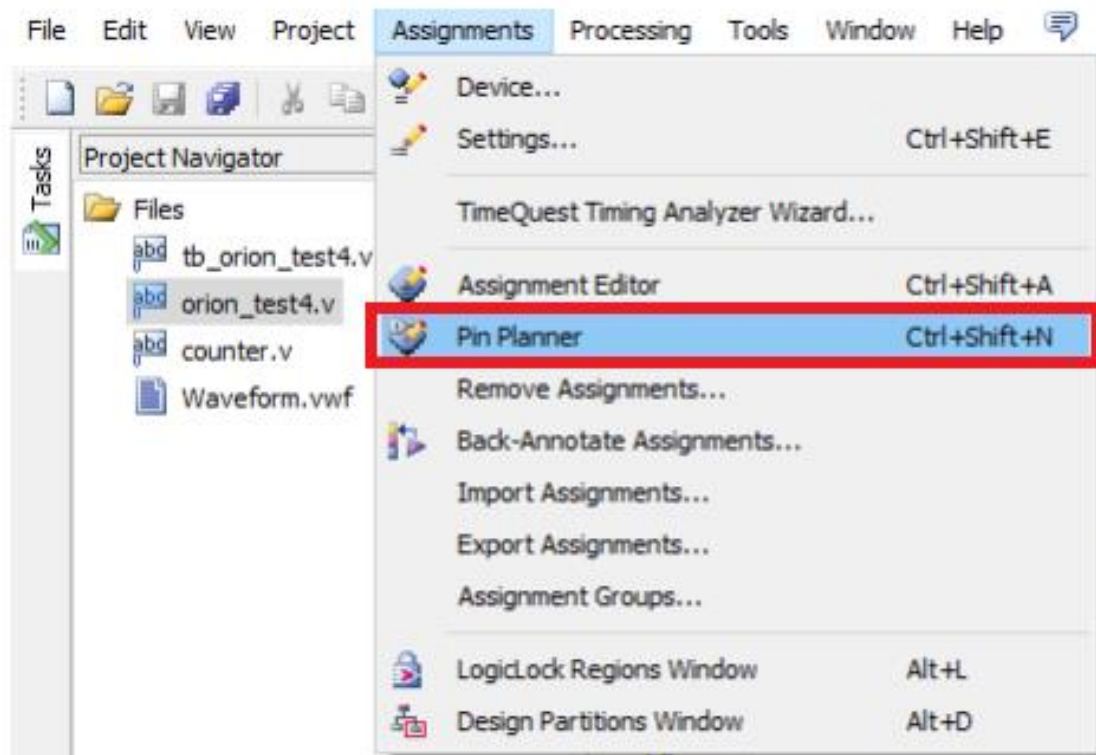


Рисунок 3.4 - Запуск інструменту призначення виводів Pin Planner

Після чого запуститься інструмент для призначення виводів Pin Planner. Внизу, як на рисунку 3.5, відобразиться список пинів введення-виведення які були використані у проекті з відповідними для них іменами Node Name [35].

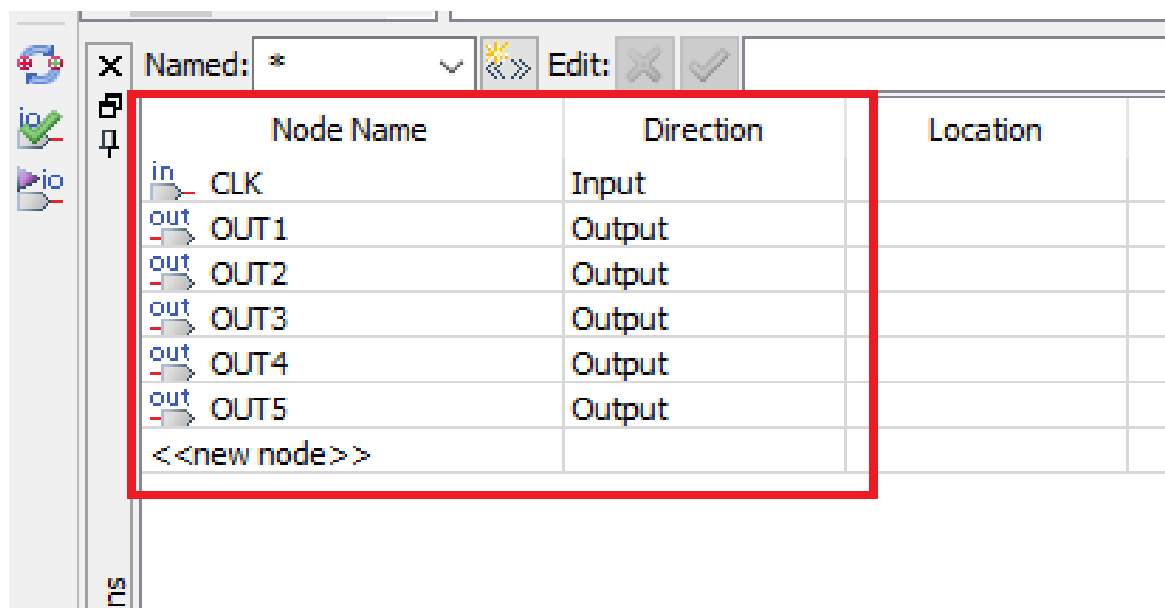


Рисунок 3.5 - Інструмент Pin Planner і список ввідів-виводів проекту ПЛІС

Тепер в колонці Location задаємо номери виводів. Двічі натискаємо на відповідній комірці після чого вибираємо номер для нашого виводу, або ж можна вводити номери з клавіатури. Номери виводу залежатимуть від макетної плати. І обирається згідно мануалу [36].

Після того, як всі виводи визначені, можна закрити вікно для планувальника пинів Pin Planner. А отже, згідно рисунка 3.6, проект готовий до компіляції: Processing Start Compilation або гарячі клавіші Ctrl + L.

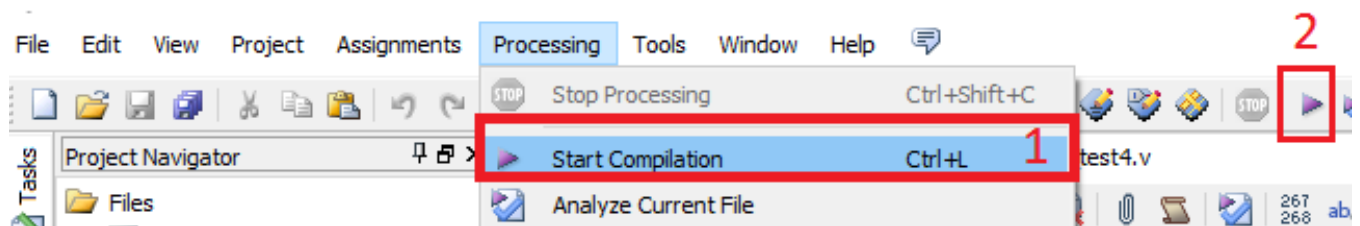


Рисунок 3.6 - Завершення та відладка налаштувань плати перед використанням

FPGA фірми Altera можна програмувати декількома різними режимами. Використаємо прошивку ПЛІС через інтерфейс JTAG.

Підключаємо програматор, як на рисунку 3.7, до гнізда JTAG, на платі ПЛІС. Тепер запусимо доступний в Quartus II інструмент для програмування: Tools > Programmer. Для того, щоб додати програматор натиснемо кнопку Hardware Setup ... і в списку, який з'явиться оберемо підключений USB Blaster, рисунок 3.8. Після чого можна закрити вікно Hardware Setup.



Рисунок 3.7 - Підключення програматора до плати ПЛІС

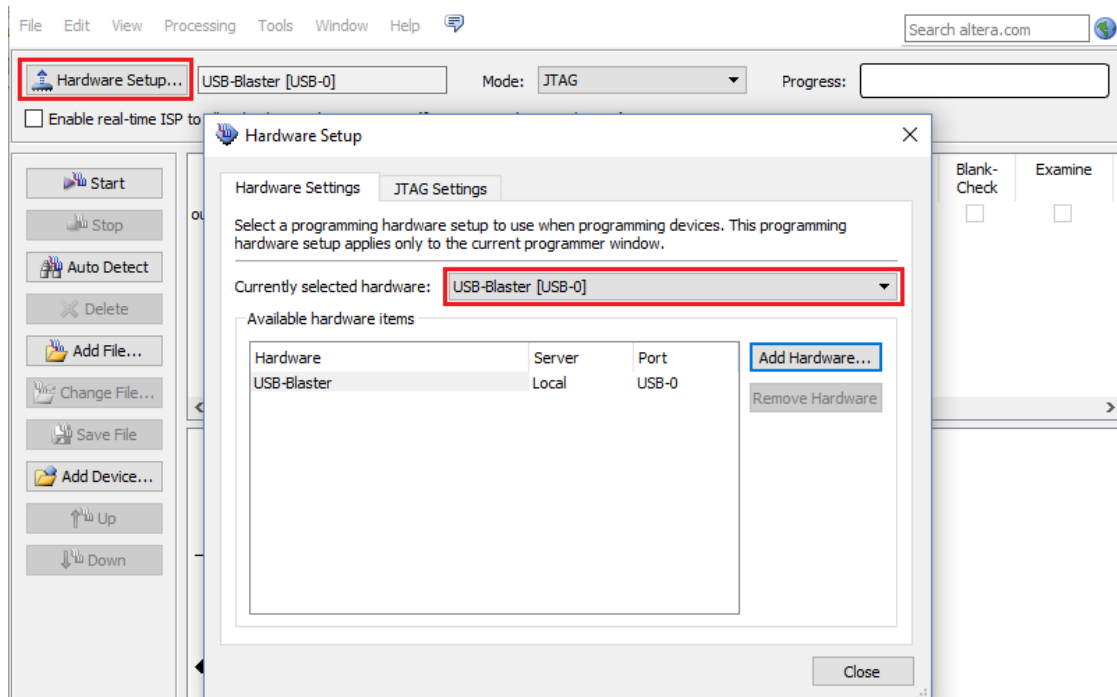


Рисунок 3.8 - Налаштування програматора.

Шукаємо вікно вибору програм Programmer після чого натискаємо кнопку Auto Detect, щоб Quartus II мав змогу автоматично знайти підключену FPGA і файл для прошивки.

Тепер вікні Programmer оберемо режим JTAG, після чого можна встановити галочку на Program / Configure і натискаємо на кнопку Start. Прошивка буде записана в пам'ять FPGA.

Для того щоб прошивка залишилася в ПЗУ, потрібно записати прошивку в режимі Active Serial. Підключаємо кабель програматора до гнізда AS або Active Serial. Запускаємо програму для прошивки: Tools > Programmer. Оберіть режим Mode > Active Serial. Після уточнюючого питання додаємо файл прошивки, натисканням кнопки Add File ... А у піддиректорії проекту output\_files потрібно знайти файл з розширенням .rof, як на рисунку 3.9.

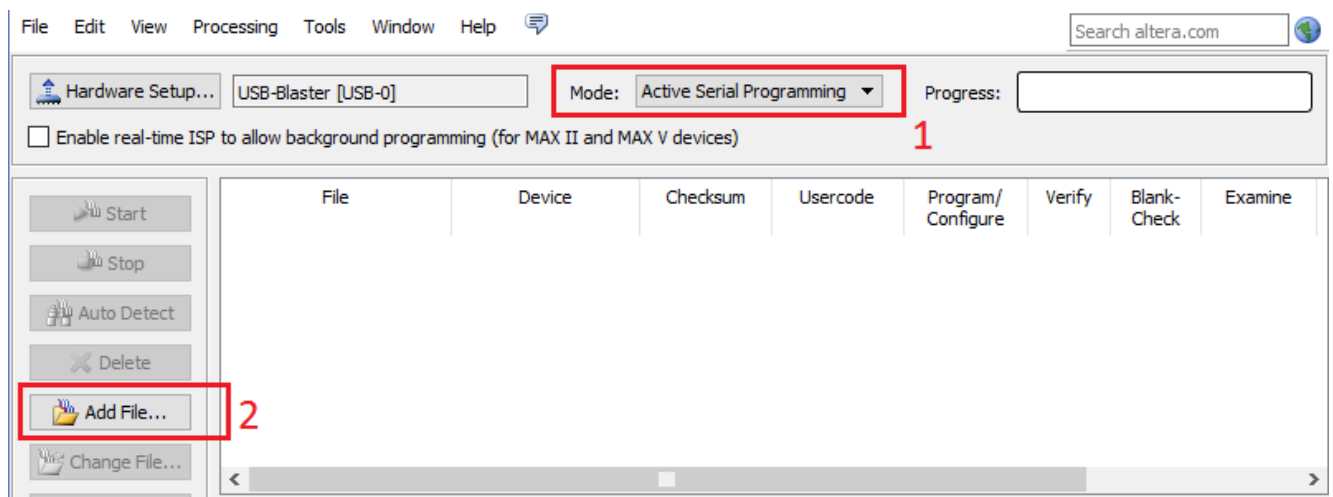


Рисунок 3.9 - Додаємо файл прошивки в режимі Active Serial.

Після відкриття файлу з прошивкою потрібно встановити галочки Program / Configure, а також можна додатково додати інші, але це не обов'язково.

### 3.2 Визначення основних санів системи

Коли ПЛІС налаштовано, задаємо стани для системи, рисунок 3.10.

					<i>КвРКІ.170350.17.03.27 ПЗ</i>	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

29
30     parameter [1:0] S0 = 2'b00; // Спокій
31     parameter [1:0] S1 = 2'b01; // Нагрів
32     parameter [1:0] S2 = 2'b10; // Охолодження
33

```

Рисунок 3.10 – Встановлення трьох станів

Важливим є встановлення стану спокою, що запобігти постійній зміні температури, рисунок 3.11.

```

51     always @(A or B or state)
52     begin
53         case (state)
54             S0:
55                 if (A == 1'b1) begin
56                     next_state = S1;
57                 end
58                 else if (B == 1'b1) begin
59                     next_state = S2;
60                 end
61                 else begin
62                     next_state = S0;
63                 end

```

Рисунок 3.11 – Стан спокою термостату

Також потрібно задати швидкість, з якою кімната охолоджується або нагрівається, щоб можна було автоматизувати процес підтримання встановленої температури, рисунок 3.12.

```

23  initial begin
24      rst = 1;
25      A = 0;
26      B = 0;
27      clock = 0;
28      I1 = 18.0;
29      I2 = 26.0;
30      ambientRate = 0.1;
31      conditionRate = 0.5;
32      //зміна стану відповідно до температури навколишнього середовища
33      if (ambientRate > 0) begin
34          conditionRate = -conditionRate;
35          status = 1;
36      end
37      else begin
38          status = 0;
39      end
40      threshold = 2.0;
41      #20
42      rst = 0;
43
44
45  end

```

Рисунок 3.12 – Налаштування підтримання встановленої температури

Для подальшого налаштування опалення підключаємо до системи обігрівачі. І задаємо параметри нагріву і охолодження [37]. А також введемо візуальне відображення стану системи опалення, для користувача. Ці фрагменти показують стан спокою, обігріву чи охолодження системи, рисунок 3.13-3.15.

```

84  always @(state)
85  begin
86      case (state)
87      |
88      S0:
89          begin
90              LR <= 1'b0;
91              LG <= 1'b0;
          end
      end

```

Рисунок 3.13 – Позиція спокою для лампочок

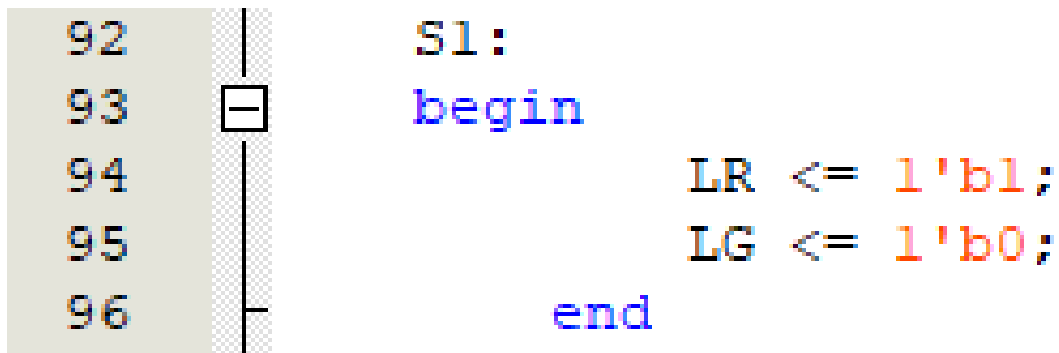


Рисунок 3.14 - Систем працює на обігрів приміщення

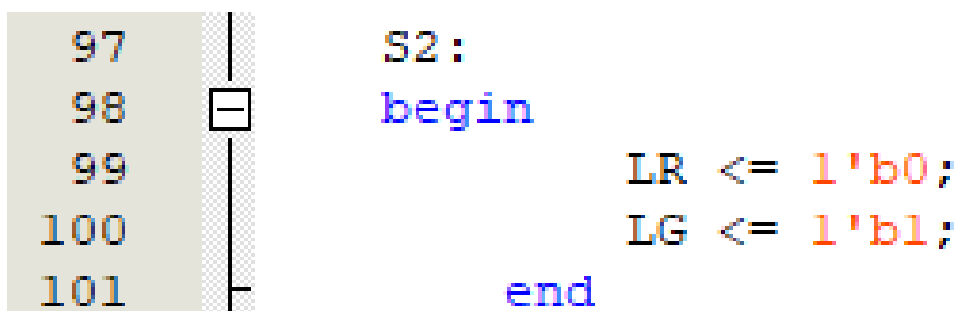


Рисунок 3.15 - Система працює на охолодження приміщення

Де *LR* – означає червоний світлодіод, який відображається, коли машина опалює приміщення,

а *LG* - зелений кольоровий світлодіод, який відображається, коли машина охолоджує приміщення.

Тепер потрібно побудувати структурну схему FPGA у середовищі Quartus II, як на рисунку 3.16. Спочатку відкриваємо каталог і вибираємо блок діаграми. Після чого шукаємо всі необхідні елементи схеми.

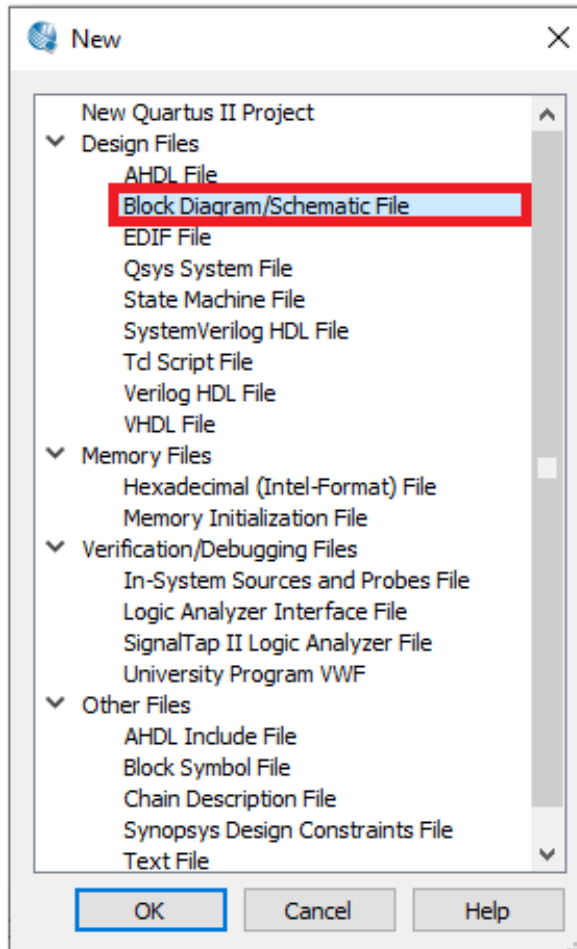


Рисунок 3.16 – Каталог нового файлу в середовищі Quartus II

Тепер збираємо структурну схему проекту, рисунок 3.17.

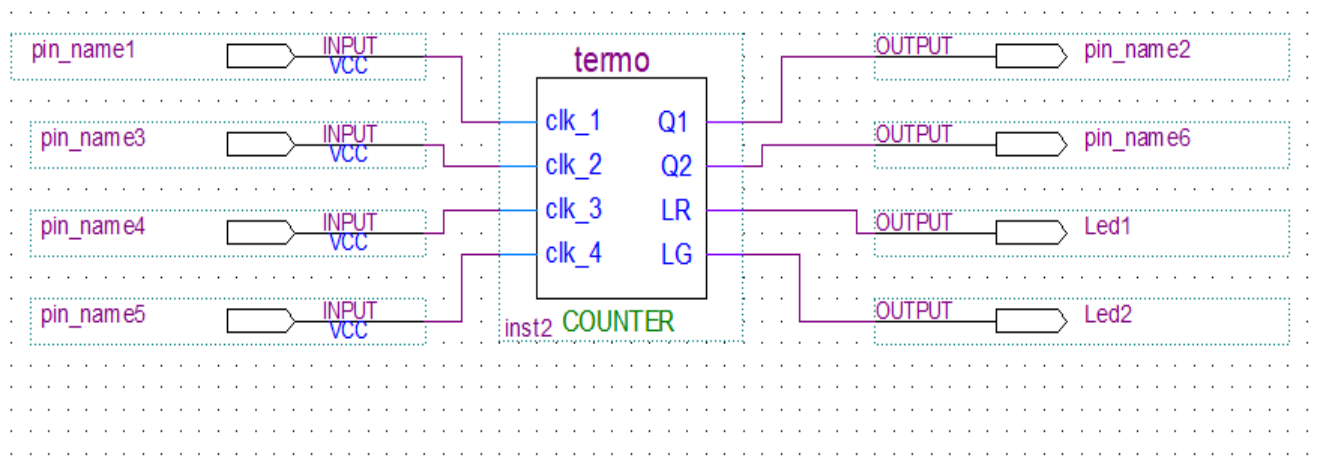


Рисунок 3.17 – Структурна схема системи керування опаленням в середовищі Quartus II

Також, після задання прошивки потрібно натиснути кнопка Start в меню програматора для завантаження прошивки в конфігураційну пам'ять ПЛІС, як на рисунку 3.18.

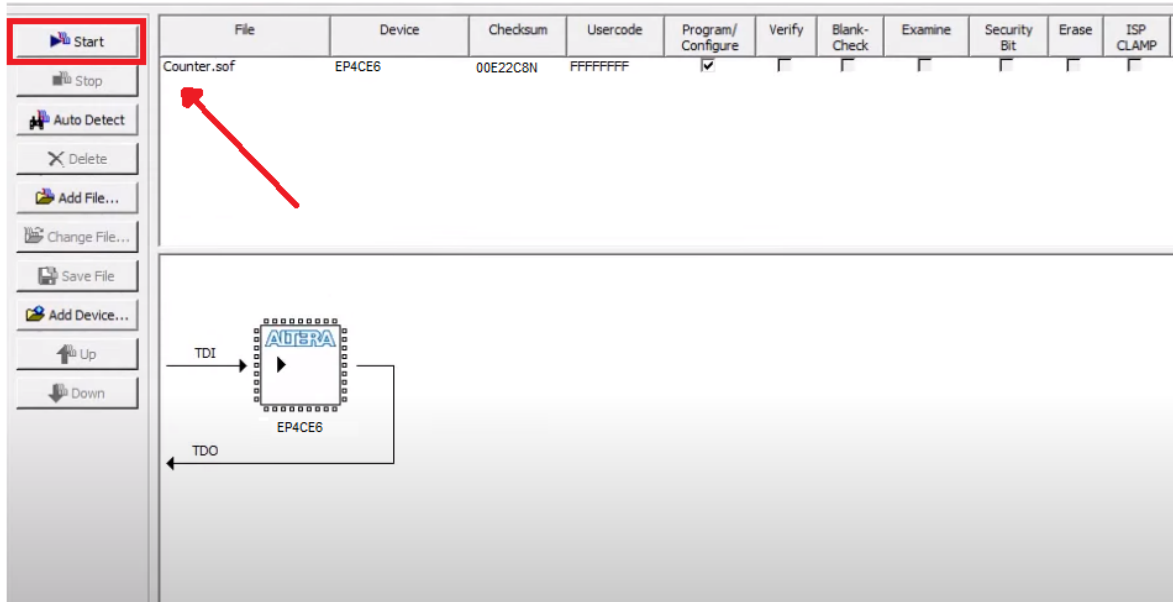


Рисунок 3.18 - Загрузка прошивки на электронну плату

Потрібно трохи зачекати, після чого ПЛІС готова до використання.

### 3.3 Перевірка системи

Для перевірки системи експериментально спочатку потрібно зачекати 700 секунд, поки температура в кімнаті не стане стабільною, перш ніж ми вмикаємо нагрівач на 700 секунд. Далі ми відключаємо нагрівач на 700 секунд, щоб побачити падіння температури для фази охолодження. Нарешті, ми знову вмикаємо нагрівач ще на 700 секунд, щоб підтвердити повторюваність експерименту, як зображено на рисунку 3.19.

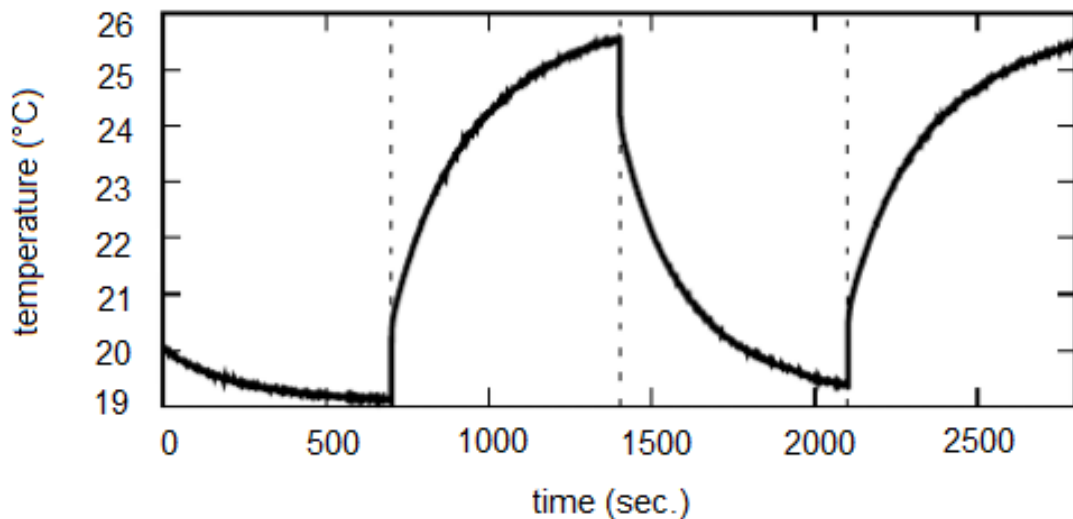


Рисунок 3.19 - Відслідковування зміни амплітуди температури в приміщені

У підсумку маємо можливість підрахувати затрати на представлену систему на програмованій логіці для керування опаленням в будинку, у вигляді таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 Вартість пристроїв.

Назва пристрою	Ціна пристрою /грн	Кількість /шт
Плата Altera Cyclone IV EP4CE6	1200	1
Програматор USB Blaster для Altera ПЛІС і CPLD	112	1
Датчик ds18b20	35	4
Радіатор Flyme Standart/10	4300	2
Електропровід	5/м	35 м

В сумі на розрахунок однієї однокімнатної квартири загально буде витрачено на:

- 1) 1 плату Altera Cyclone IV EP4CE6, так як вона є мультизадачною і до неї можна підключити декілька обігрівачі й десятків датчиків;

					<i>КвРКІ.170350.17.03.27 ПЗ</i>	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 2) 1 програматора буде достатньо;
- 3) з розрахунком 2 датчика на 1 кімнату, беремо ще для кухні;
- 4) 2 радіатора Flyme Standart/10, чого буде достатньо для середньої площі такої квартири.
- 5) 35 м електро проводу для живлення системи.

Отже отримуємо 8 827, що є порівняно недорогим задоволенням. До того ж це є вкладення на майбутнє і у перспективі здатне зекономити до 1200 грн в рік. Що дозволить окупити систему всього за 7 - 9 років.

### 3.4 Розміщення обігрівачів в приміщенні

Радіатори рекомендується встановлювати під вікнами. Через віконні отвори можуть здійснюватися великі втрати тепла з приміщення, тому батареї встановлюють біля них, часто посередині вікна, щоб опалювальний прилад відтинав холодне повітря і не давав йому поширюватися по квартирі.

Згідно ДСТУ, радіатор повинен бути закріплений тільки у вертикальному положенні без нахилів чи скосів по горизонталі [38]. Теплогенеруючі прилади слід розміщувати, під віконними прорізами в місцях, доступних для огляду, обслуговування та очищення».

Висота встановлення радіатора до підлоги повинна відповідати висоті 5-10 см. При більшому проміжку буде утворюватися прошарок холодного повітря. Але якщо проміжок буде меншим, то під обігрівачем буде складно прибирати. Також відстань до стіни повинна бути не менше 5 см, для того, щоб не ускладнювати кондиціонування повітряних мас. Інакше обігрівач буде діяти тільки на стіну будівлі, а не приміщення [39].

Також площа вікна являється набагато холоднішою від внутрішньої поверхні стіни будівлі. Наприклад, сьогодні в будівлях опір для теплопередачі зовнішніх стін, здебільшого, становить близько 3,0 ... 3,5 кв.м град / Вт, а біля самих

					<i>КвРКІ.170350.17.03.27 ПЗ</i>	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вікон – він становить всього 0,6 ... 0,7 кв.м град / Вт. Звідси випливає, що вікна являються в кілька разів холоднішими від стін.

У фізиці є таке поняття, як конвекція - руху повітря з різною температурою. Тепле повітря легше холодного: він піднімається вгору. А важкий холодне повітря відповідно опускається вниз.

Отже по правильному взимку при контакті холодного вуличного повітря з склом кімнатне повітря буде охолоджуватися і спускатися вниз, до підвіконня, як продемонстровано на рисунку 3.20.

Впираючись в підвіконня, холодні повітряні маси можуть повертатися в бік кімнати (іноді це можна замітити по коливанні легких фіранок). І може опускатися на підлогу біля вікна. Це не є дуже шкідливим самим по собі, для людей всередині приміщення. Але якщо в цій зоні знаходиться робочий стіл, ліжка або постійно хтось знаходиться, то холодне повітря при довготривалому впливі може стати проблемою. І перебування в такому місці може призвести до погіршень здоров'я та самопочуття, а іноді й до хронічних захворювань [40].

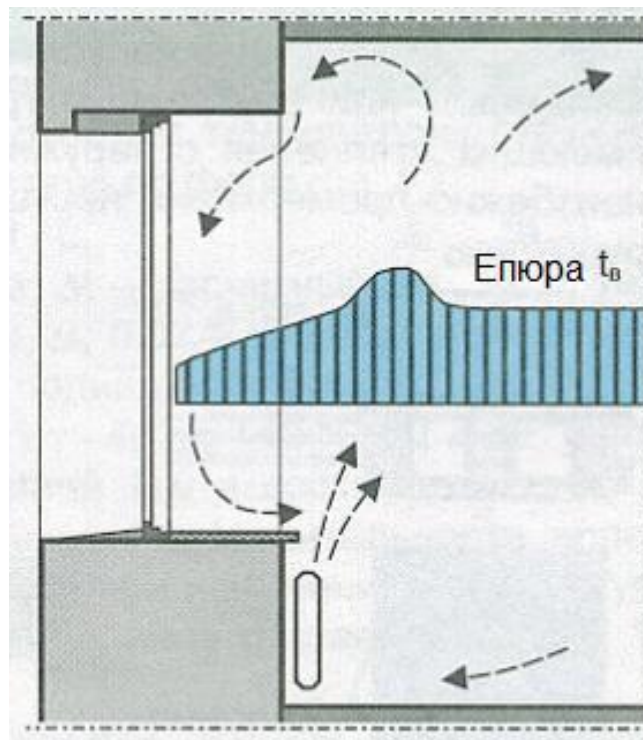


Рисунок 3.20 - Циркуляція повітря зі встановленим обігрівачем під віконним отвором.

					<i>КвРКІ.170350.17.03.27 ПЗ</i>	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ось тому обігрівачі і розташовують під вікнами. Щоб холодне повітря опускалося від вікон до батареї, де буде нагріватися і після чого почне підніматися вгору, заодно блокуючи прохолодні потоки повітря. Але варто враховувати, що сидіти дуже близько до такого вікна може бути некомфортно.

Згідно ДСТУ, обігрівачі та інші теплогенеруючі прилади у жилих приміщеннях, з розташованими на відстані менше 2 м від вікон, особливо в регіонах з розрахунковою температурою повітря надворі в холодні періоди року нижче  $-15^{\circ}\text{C}$ , також потрібно розміщувати безпосередньо під вікнами.

Але важливим питанням також є довжина, якої повинен бути радіатор? Будівельними нормами та правилами передбачено, що довжина радіатора не може бути не менше від 75 відсотків довжини віконного прорізу, щоб забезпечувати нормальне циркулювання теплого повітря в приміщенні, рисунок 3.21.

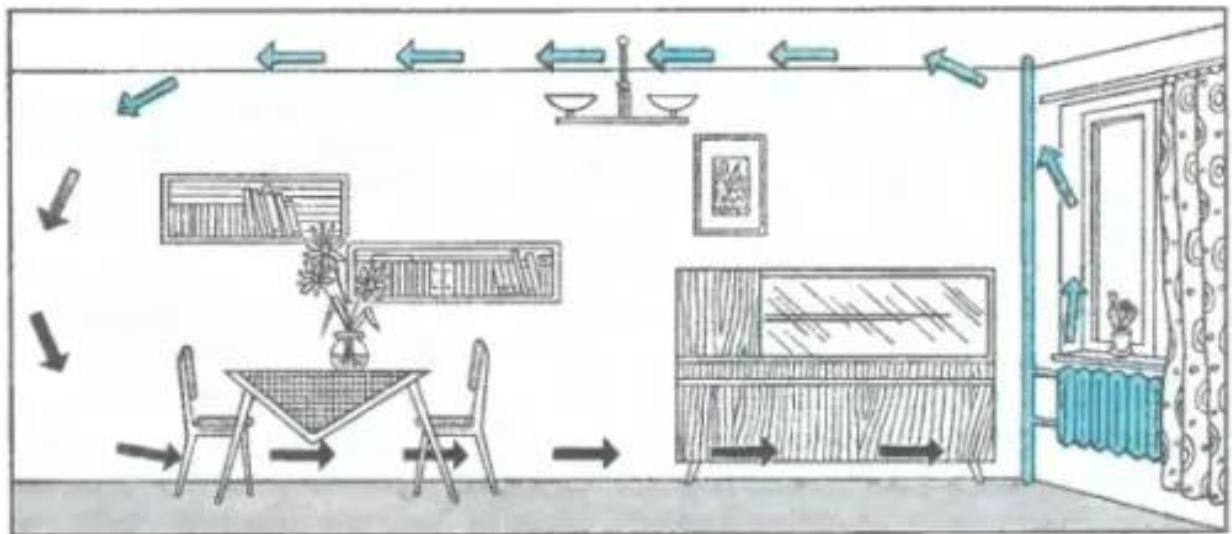


Рисунок 3.21 - циркуляція повітря в приміщенні.

Якщо взяти середню однокімнатну квартиру, і послідувати усьому вище сказаному, то можна зробити планування, як на рисунку 3.22.

Таким чином зміна розташування обігрівачів в приміщенні призведе до не раціональних витрат тепла і енергії, а отже і витрат на опалення. Що і є основною проблемою, вирішення якої є ціллю поставленою в цій роботі.

					<i>КвРКІ.170350.17.03.27 ПЗ</i>	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Адже регулювання опалення в системі є простою і ефективною змогою регулювати свої витрати на цінну електроенергію.

І для наглядності ми можемо прослідкувати поширення тепла по приміщенні, рисунок 3.23.

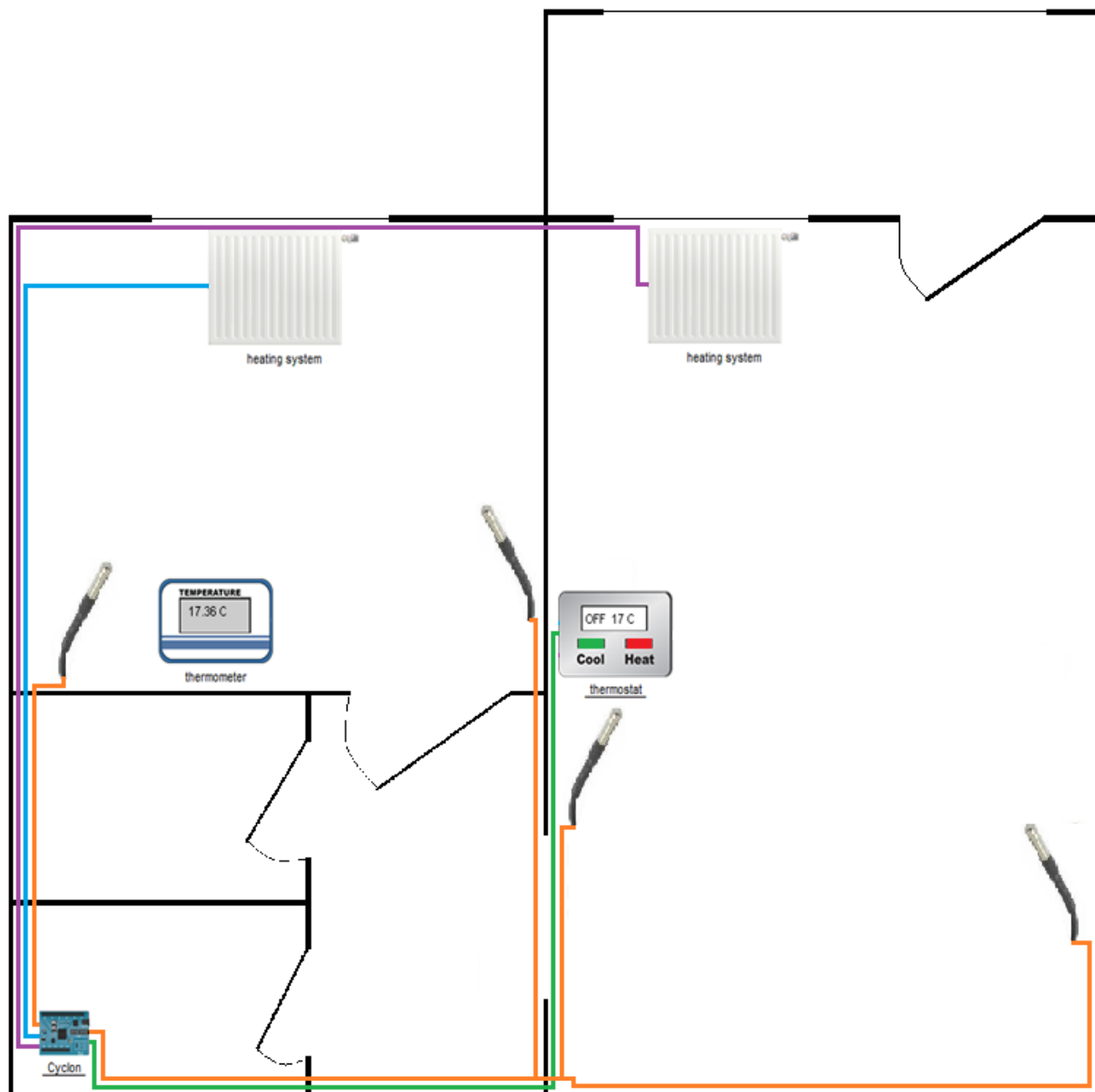


Рисунок 3.22 - схема приміщення

Також можна змоделювати приблизну схему зорповсюдження тепла по заданому приміщенню.

					<i>КвРКІ.170350.17.03.27 ПЗ</i>	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

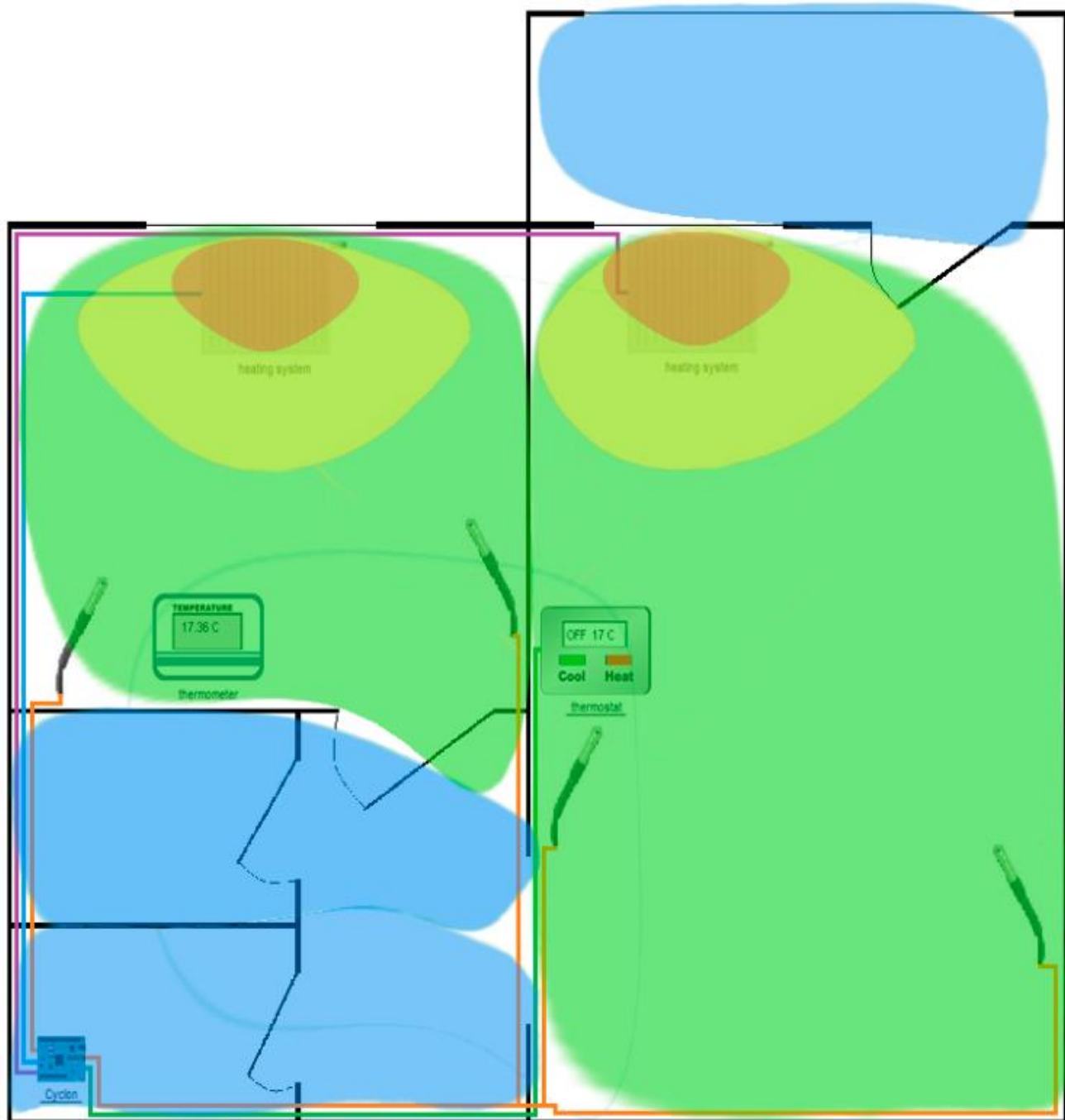


Рисунок 3.23 - Теплова схема приміщення.

### 3.5 Висновки до розділу 3

Після встановлення системи опалення на основі ПЛІС, можна зазначити наступні переваги серед інших подібних пропозицій на ринку:

					<i>КвРКІ.170350.17.03.27 ПЗ</i>	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1) Ціна – система представлена в роботі являється набагато дешевшим аналогом.

2) Простота - після налаштування системи, її можна монтувати самостійно, без потреби допомоги спеціалістів.

3) Модульність – наявність легкозамінних компонентів дозволяє замінити пошкоджені і несправні елементи легко та без задіяння усієї структури разом.

4) Компактність - система не займає багато місця, і не потребує виділення окремих кімнат для модулів.

5) Автономність – система працює від будь-якого джерела електроенергії.

					<i>КвРКІ.170350.17.03.27 ПЗ</i>	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

Під час роботи було проведено ознайомлення з такою системою, як керування опаленням в будинку на основі програмованої логіки. Було досліджено проблеми які виникають при розробці подібних структур. А також актуальність розробки подібних систем сьогодні. Як показує порівняння більшість альтернатив представлених на ринку є затратними в плані фінансів.

У вигляді основи для проекту було вирішено зупинитися на базі ПЛІС. Так як порівняно з аналогами, ця структура показує себе надійною, багатофункціональною і дуже гнучкою в плані налаштувань. А налаштування проводилися на базі мови VHDL. Що дозволить у будь-який момент удосконалити систему і додати новий функціонал.

Сама же система керування опаленням в будинку дає змогу користувачам налаштовувати комфортні умови проживання у своєму будинку, а також не переплачувати за опалення та електроенергію. І враховуючи собівартість розробленої у роботі системи, вона є приємливим капіталовкладенням у перспективі.

					<i>КвРКІ.170350.17.03.27 ПЗ</i>	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

- 1 Жабин В.И. Реализация цифровых интеграторов на плис: автореф дис ...-р техн. наук: Київ, 2007. 6 с.
- 2 Банников Е.В. Использование плк в промышленности: астор инж. прог: Коломна, 2018. 4 с.
- 3 Паламар М.І. Проектування спеціалізованих засобів обробки даних з використанням сигнальних процесорів та ПЛІС: автореф дис...проф., д.т.н.: Тернопіль, 2015. 57 с.
- 4 Woods R., McAllister J., Yi Y., Lightbody G. FPGA-based Implementation of Signal Processing Systems, Second Edition. Hoboken: John Wiley & Sons, 2017. 356p.
- 5 Програмовані логічні Інтегральні схеми, ЗАГАЛЬНІ Відомості, принцип роботи, інструменти розробки, область! Застосування: Київ, 2018. 18 с.
- 6 Nurvitadhi E. Accelerating recurrent neural networks in analytics servers: Comparison of FPGA CPU GPU and ASIC. *IEEE Xplore*. 2016. 30p.
- 7 Huang M. Programming and Runtime Support to Blaze FPGA Accelerator Deployment at Datacenter Scale. *IEEE Xplore*. 2016. 45p.
- 8 Naresh Kumar Reddy B. An efficient approach for design and testing of FPGA programming using Lab VIEW. *IEEE Xplore*. 2015. 28p.
- 9 Шаповал Ж.А. Современные тенденции развития науки и технологий: Агентство перспективных научных исследований, 2017. 192 с.
- 10 Родионов А.Ю. Архитектура криптографического сопроцессора на ПЛИС: Москва, 2016. 4 с.
- 11 Colin C. McAndrew. Best Practices for Compact Modeling in Verilog-A. *IEEE Xplore*. 2016. 37p..
- 12 Bala Gopal P. International Journal of Reconfigurable and Embedded Systems (IJRES): Vaddeswaram, 2016. 170 pp.

					<i>КвРКІ.170350.17.03.27 ПЗ</i>	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

13 Oleksandr Drozd Improving of a Circuit Checkability and Trustworthiness of Data Processing Results in LUT-based FPGA Components of Safety-Related Systems: 65044 Odessa, 2017. 8 pp.

14 Zeyad Al-Odat A. Secure Hash Algorithms and the Corresponding FPGA Optimization Techniques ACM. 2020 3p

15 Sciencedirect. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167739X18332448> (дата звернення 18.05.2021).

16 Методи забезпечення безпеки розумного будинку. URL: <https://csecurity.kubg.edu.ua/index.php/journal/article/view/119> (дата звернення 20.05.2021).

17 Trio Adiono HOG-AdaBoost Implementation for Human Detection Employing FPGA ALTERA DE2-115:Bandung city, 2018. 358 с.

18 Новітні інформаційні системи та технології. URL: <http://journals.nupp.edu.ua/mist/article/view/564> (дата звернення 21.05.2021)

19 Опалення та вентиляція вашої оселі. URL: <https://otivent.com/uk/shemi-dvotrubnih-sistem-opalennya> (дата звернення 21.05.2021).

20 Розумний будинок в сучасних умовах. URL: <http://dSPACE.snu.edu.ua:8080/jspui/handle/123456789/182> (дата звернення 21.05.2021).

21 Using a siemens plc to control your home. URL: <https://www.rowse.co.uk/blog/post/siemens-plc-smart-home> (дата звернення 22.05.2021).

22 "Alexa is my new BFF": Social Roles, User Satisfaction, and Personification of the Amazon Echo. URL: <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/3027063.3053246> (дата звернення 22.05.2021).

23 Лянной Ю.О. Наукова діяльність як шлях формування професійних компетентностей майбутнього фахівця: автореф дис ... д-р педаг. наук: Суми, 2019. 144 с.

					<i>КвРКІ.170350.17.03.27 ПЗ</i>	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 24 Okulicz-Kozaryn W. Naukowa i praktyczna nauka światowa: problemy i innowacje inżynieria i technologia: Diamond trading tour, 2017. 76 p.
- 25 Полицук М. М.Електронний термометр із голосовим повідомленням температури: автореф дис ...д-р техн. наук: Люцьк, 2017. 212 с.
- 26 Cost analysis study of variable parallel prefix adders using altera cyclone IV FPGA kit. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8252011> (дата звернення 24.05.2021).
- 27 Ткачева Е.П. Современные тенденции развития науки и технологий: ИП Ткачева Екатерина Петровна, 2016. 155с.
- 28 Білоцерківець О. Г. Комплекс виявлення паління на основі fpga: автореф дис ...студ: Харків, 2020. 272 с.
- 29 Разработка цифрового интегрального датчика температуры. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36568945> (дата звернення 26.05.2021).
- 30 A reconfigurable computer system based on FPGAs with liquid cooling. URL: <https://en.num-meth.ru/index.php/journal/article/view/874> (дата звернення 26.05.2021).
- 31 Intel® FPGA Software Installation and Licensing: California, 2021. 54 pp.
- 32 Cyclone V Device Handbook Volume 1: Device Interfaces and Integration: California, 2020. 325 pp.
- 33 Акчурин А.Д.ОСНОВЫ РАБОТЫ В СРЕДЕ QUARTUS II Учебно-методическое пособие: автореф дис ...д-р техн. наук: Казань, 2017. 49 с.
- 34 Cyclone V Device Handbook Volume 1: Device Overview and Datasheet: California, 2012. 74 pp.
- 35 Ribana K. Architecture for Image Contrast Enhancement Applications by Altera Quartus II: Tamil Nadu, 2018. 6pp.
- 36 Design and application of digital phase locked loop based on Quartus II. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/617/1/012026/meta> (дата звернення 30.05.2021).
- 37 Verilog HDL and its ancestors and descendants. URL: <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/3386337> (дата звернення 30.05.2021).

					<i>КвРКІ.170350.17.03.27 ПЗ</i>	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

38 Microclimate of traditional ukrainian apartment. URL: <http://smm.pgasa.dp.ua/article/view/105236> (дата звернення 31.05.2021).

39 The experimental study of heating sources in living room of multistory building. URL: <http://journals.uran.ua/sciencerise/article/view/86290> (дата звернення 31.05.2021).

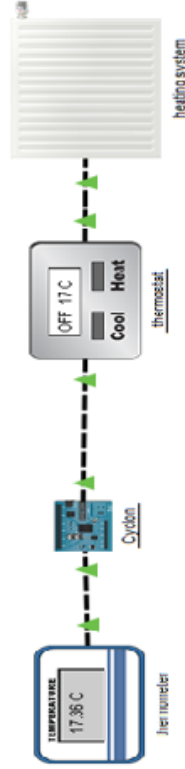
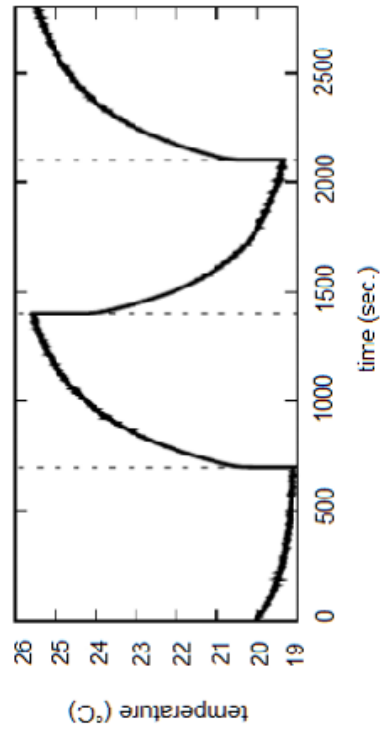
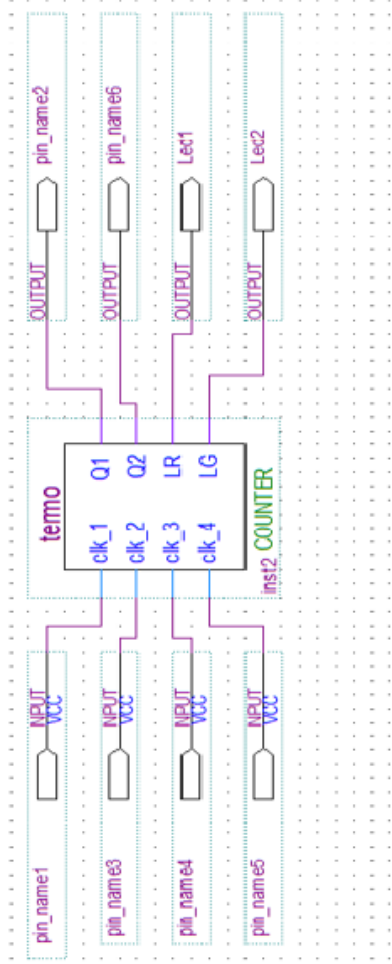
40 Сучасні технології екологізації приватного будинку URL: <https://dspace.nau.edu.ua/handle/NAU/49672> (дата звернення 31.05.2021).

					<i>КвРКІ.170350.17.03.27 ПЗ</i>	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		





КвРКЛ.170350.17.03.27.E8



№ документа	Исполнитель	Дата	№ документа	Исполнитель	Дата
КвРКЛ.170350.17.03.27.E8	Степановичевский	17.03.2017	КвРКЛ.170350.17.03.27.E8	Степановичевский	17.03.2017
Исполнитель	Проверенный	Исполнитель	Проверенный	Исполнитель	Проверенный
Степановичевский	Степановичевский	Степановичевский	Степановичевский	Степановичевский	Степановичевский
Исполнитель	Проверенный	Исполнитель	Проверенный	Исполнитель	Проверенный
Степановичевский	Степановичевский	Степановичевский	Степановичевский	Степановичевский	Степановичевский
Исполнитель	Проверенный	Исполнитель	Проверенный	Исполнитель	Проверенный
Степановичевский	Степановичевский	Степановичевский	Степановичевский	Степановичевский	Степановичевский

## ДОДАТОК Б

(обов'язковий)

Лістинг коду розробленої системи на мові VHDL

```
module airconditioning_dut(  
    clock,  
    LG,  
    LR,  
    rst,  
    A,  
    B,  
    status  
);  
input rst;  
input clock;  
input A;  
input B;  
input status;  
output LG;  
output LR;  
reg LG;  
reg LR;  
  
real I1;  
real I2;  
real ambientRate;  
real conditionRate;  
real threshold;  
parameter [1:0] S0 = 2'b00; // Спокій
```

```

parameter [1:0] S1 = 2'b01; // Нагрів
parameter [1:0] S2 = 2'b10; // Охолодження

reg [1:0] state, next_state;

always @(posedge clock)
begin
    if(rst) begin
        state <= S0;
    end
    else
    begin
        state <= next_state;
    end

end

//S0 = спокій | S1 = нагрів | S2 = охолодження
always @(A or B or state)
begin
    case(state)
        S0:
            if(A == 1'b1) begin
                next_state = S1;
            end
            else if(B == 1'b1) begin
                next_state = S2;
            end
            else begin

```

```

        next_state = S0;
    end
S1:
    if (A == 1'b0) begin
        next_state = S0;
    end
    else if (A == 1'b1) begin
        next_state = S1;
    end
S2:
    if (B == 1'b0) begin
        next_state = S0;
    end
    else if (B == 1'b1) begin
        next_state = S2;
    end
    default: next_state = S0;
endcase

end

//LR = нагрів | LG = охолодження
always @(state)
begin
    case(state)
    S0:
        begin
            LR <= 1'b0;
            LG <= 1'b0;

```

```
        end
    S1:
    begin
        LR <= 1'b1;
        LG <= 1'b0;
    end
    S2:
    begin
        LR <= 1'b0;
        LG <= 1'b1;
    end
    default:
    begin
        LR <= 1'b0;
        LG <= 1'b0;
    end
    endcase
end
endmodule
```

```

include "airconditioning_dut.v"
module cool_tb();

reg rst;
reg clock;
reg A;
reg B;
reg status;
wire LR;
wire LG;
real I1;
real I2;
real ambientRate;
real conditionRate;
real threshold;
initial begin
    rst = 1;
    A = 0;
    B = 0;
    clock = 0;
    I1 = 18.0;
    I2 = 26.0;
    ambientRate = 0.1;
    conditionRate = 0.5;

    // Зміна стану відповідно до температури навколишнього середовища
    if (ambientRate > 0) begin
        conditionRate = -conditionRate;
        status = 1;
    end
end

```

```

end
else begin
    status = 0;
end
threshold = 2.0;
#20
rst = 0;
end
always
#100
if(status == 1'b0) begin
    if (I1 >= I2 + threshold) begin
        A = 1;
        B = 0;
    end
    else if (I1 <= I2) begin
        A = 0;
        B = 0;
    end
end
end
else begin
    if (I1 + threshold <= I2) begin
        A = 0;
        B = 1;
    end
end

    else if (I1 >= I2) begin
        A = 0;

```

```

        B = 0;
    end
end
always
    #100
    if(A == 1'b1) begin
        I2 = I2 + conditionRate + ambientRate;
    end
    else if(B == 1'b1) begin
        I2 = I2 + conditionRate + ambientRate;
    end
    else begin
        I2 = I2 + ambientRate;
    end
always
    #10
    clock = ~clock;
heating_dut dut(
    clock,
    LG,
    LR,
    rst,
    A,
    B,
    status
);
Endmodule

```

```

include "airconditioning_dut.v"

module heat_tb();

reg rst;

reg clock;

reg A;

reg B;

reg status;

wire LR;

wire LG;

real I1;

real I2;

real ambientRate;

real conditionRate;

real threshold;

initial begin
    rst = 1;
    A = 0;
    B = 0;
    clock = 0;
    I1 = 18.0;
    I2 = 13.0;
    ambientRate = -0.1;
    conditionRate = 0.5;
    // Зміна стану відповідно до температури навколишнього середовища
    if (ambientRate > 0) begin
        conditionRate = -conditionRate;
    end
end

```

```

        status = 1;
    end
    else begin
        status = 0;
    end
    threshold = 2.0;
    #20
    rst = 0;
end
always
    #100
    if(status == 1'b0) begin
        if (I1 >= I2 + threshold) begin
            A = 1;
            B = 0;
        end
        else if (I1 <= I2) begin
            A = 0;
            B = 0;
        end
    end
end
else begin
    if (I1 + threshold <= I2) begin
        A = 0;
        B = 1;
    end
    else if (I1 >= I2) begin

```

```

        A = 0;
        B = 0;
    end
end
always
    #100
    if(A == 1'b1) begin
        I2 = I2 + conditionRate + ambientRate;
    end
    else if(B == 1'b1) begin
        I2 = I2 + conditionRate + ambientRate;
    end
    else begin
        I2 = I2 + ambientRate;
    end
end
always
    #10
    clock = ~clock;
heating_dut dut(
    clock,
    LG,
    LR,
    rst,
    A,
    B,
    status
);
Endmodule

```

User name:  
**Кафедра кибербезпеки**

Check ID:  
**1008321865**

Check date:  
**17.06.2021 16:02:04 EEST**

Check type:  
**Doc vs Internet**

Report date:  
**17.06.2021 16:02:30 EEST**

User ID:  
**100005590**

File name: **Звіт з дипломної роботи друк\_пл**

Page count: **57** Word count: **7450** Character count: **56121** File size: **3.06 MB** File ID: **1008393736**

Text modifications detected (similarity score might be affected)

## 0.13% Matches

Highest match: **0.13%** with Internet source ([https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/28099/1/Maksymovych\\_bakalavr.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/28099/1/Maksymovych_bakalavr.pdf))

0.13% Internet sources

1

Page 59

No Library search was conducted

## 0% Quotes

Exclusion of quotes is off

Exclusion of references is off

## 0% Exclusions

No exclusions

## Modifind

Text modifications detected. Find more details in the online report.

Replaced characters

6

Suspicious formatting

10 Pages

**Anti-Plagiarism v-15.257****Максимальное совпадение с одним документом 0,0%**

Словари проверки: en\_US, ru\_RU, ua\_UA. Ошибок в документах: 9%

ID: 94571 Название: Діагностування комп'ютерних систем на основі нечіткої логіки Добавлено в БД: 2021-06-17 Авторы: М. С. Продеус Руководители: В.Ю. Тітова Консультанты: Оponentы:	Документ		Суммарное совпадение по Базе Данных	
	Символы	Лексемы	Символы	Лексемы
	47363	439	533 (1%)	13 (3%)

## Источник плагиата

ID	Описание	Наличие плагиата в документе	
		Символы	Лексемы

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник: Продеус Максим Сергійович

Тема: Система на програмованій логіці для керування опаленням в будинку

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Обсяг кваліфікаційної роботи:

Кількість листів креслень 3; кількість сторінок записки 50

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень: Метою кваліфікаційної роботи є проектування та реалізація системи на програмованій логіці для керування опаленням в .

2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню: Кваліфікаційна робота повністю відповідає поставленому завданню.

3. Характеристика виконання кожного розділу, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: Розділ 1 – проведено аналіз відомих комерційних рішень з можливістю здійснювати керування опаленням в будинку та визначено основні функції, які повинні виконувати розроблювані системи керування опаленням в будинках. Розділ 2 – проведено аналіз існуючого апаратного забезпечення та обрано те, яке найбільше підходить для створення підсистем керування опаленням в будинку. Розділ 3 – розроблено системи керування опаленням в будинку на базі програмованої логіки. Підключення до приладів обігрівання надало можливість створювати бажаний температурний режим в приміщені. В загальному усі розділи відповідають завданню.

4. Позитивні сторони роботи: Застосування розробленої системи на програмованій логіці для керування опаленням в будинку надає можливість задавати необхідну температуру в приміщені шляхом внутрішніх налаштувань системи та

може бути використано як складова частина кіберфізичної системи "Розумний будинок".

5. Негативні сторони роботи: В рамках дипломної роботи варто було приділити більшу увагу аналізу систем стабілізації та відслідковування температур, наявних в відомих комерційних рішеннях.

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи: Оформлення пояснювальної записки відповідає діючим стандартам оформлення документації.

7. Відгук про роботу в цілому: Робота виконана на належному науково-технічному рівні.

8. Інші зауваження: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_


\_\_\_\_\_

9. Оцінка дипломної роботи: добре.

Рецензент (прізвище, ім'я, по батькові, посада, місце роботи) \_\_\_\_\_

Бедрашюк І.П. Зав. кат. ІІІ

«18» червня 2021 р.

 (підпис)

Завідувачу кафедри КБКСМ  
к.т.н, доцент Кльоц Ю.П.

Продеус М.С.

ІІБ здобувача вищої освіти

ФПКТС, 4 курсу, групи КІ-17-3

### ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про дотримання академічної доброчесності в Хмельницькому національному університеті» від 26.09.2020 (зі змінами від 26.11.2020), згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений (а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на наявність плагіату ознайомлений(а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

18.06.2021  
дата

  
підпис

**РІШЕННЯ ЕКСПЕРТНОЇ КОМІСІЇ  
КАФЕДРИ КАФЕДРА КІБЕРБЕЗПЕКИ ТА КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ І МЕРЕЖ  
ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ**

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Система на програмуванні логіці для керування опаленням в будинку\_\_\_\_\_

Автор: Продеус Максим Сергійович

Спеціальність: 123 – Компютерна інженерія

Освітня програма: освітньо-професійна

Науковий керівник: Тітова Віра Юріївна, к.т.н, доцент

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом. Робота приймається до захисту.	відповідає
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої та електронної версії роботи	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнені. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	

**Підтвердження:**

Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом, оскільки:

- 1) запозичення, які мають місце в розділах аналізу існуючих аналогів та прототипів, не описують безпосередньо авторське дослідження і не стосуються результатів роботи;
- 2) усі запозичення є фрагментарними, або мають належним чином оформленні посилання;
- 3) в якості запозичень в окремих місцях системою зафіксовано зарезервовані ключові слова мови програмування, які використовуються для розв'язку великої кількості задач і не можуть розглядатися як об'єкт авторських прав і, відповідно, їх порушення.
- 4) всі зафіксовані системою ознаки модифікації тексту відносяться до комбінування латинських символів із україномовними скороченнями індексів в формулах, що не є модифікацією тексту.

Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів/ідентичності/схожості, складає 0.13% і адресується до 99 першоджерел, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру наукового дослідження і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

Керівник роботи

Гарант ОП

Завідувач кафедри КБКСМ

В. Ю. Тітова

С. М. Лисенко

Ю. П. Кльоц