

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
ФАКУЛЬТЕТ ЕЛЕКТРОНІКИ

(повна назва інституту/факультету)

КОНСТРУЮВАННЯ ЕЛЕКТРОННО-ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ АПАРАТУРИ

(повна назва кафедри)

«На правах рукопису»

УДК _____

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ О.М. Лисенко
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ ___ ” грудня 2019 р.

Магістерська дисертація

зі спеціальності (спеціалізації) 172 – Телекомунікації та радіотехніка
(код і назва спеціальності)

на тему: Модулі обробки даних автоматизованих систем управління

Виконав: студент 6 курсу, групи ДК-81МП
(шифр групи)

_____ Лихошерстов Дмитро Олександрович _____
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Науковий керівник доцент кафедри КЕОА, к.т.н., доцент Яганов Петро Олексійович
_____ (посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультант _____
(назва розділу) (науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2019 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Інститут/факультет _____ електроніки _____
(повна назва)

Кафедра _____ конструювання електронно-обчислювальної апаратури _____
(повна назва)

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною (освітньо-науковою) програмою

Спеціальність (спеціалізація) _____ 172 – Телекомунікації та радіотехніка _____
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Лисенко О.М.
(підпис) (ініціали, прізвище)

«__» _____ грудня _____ 2019 р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Лихошерстову Дмитру Олександровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації Модулі обробки даних автоматизованих систем управління науковий керівник дисертації Яганов Петро Олексійович, к.т.н., доцент,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «__» _____ 20__ р. № _____

2. Строк подання студентом дисертації 16.12.2019 _____

3. Об'єктом дослідження є методи обробки інформації автоматизованих систем управління «Розумний будинок».

4. Предмет дослідження є автоматизована система управління «Розумний будинок» та програмна її реалізація в пакеті прикладних програм MATLAB та середовищі графічного програмування LabVIEW. _____

5. Перелік завдань, які потрібно розробити 1. Аналіз сучасного стану автоматизованих систем управління, 2. Розробка математичних моделей модулів

автоматизованого управління, 3. Програмна реалізація модулі обробки даних АСУ «Розумний будинок», 4. Розробка стартап-проекту.

6. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу
Презентація у PowerPoint

7. Орієнтовний перелік публікацій
1 Публікація, 1 Науково дослідна робота

8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

9. Дата видачі завдання 03.09.2018

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Аналіз тематичної літератури	03.09.18 – 03.03.19	
2	Обґрунтування вибору модулів обробки даних автоматизованих систем управління.	04.03.19 – 23.06.19	
3	Побудова математичних моделей модулів обробки даних автоматизованих систем управління.	05.06.19 – 25.09.19	
4	Програмна реалізація модулів обробки даних автоматизованих систем управління.	26.09.19 – 30.10.19	
5	Розробка стартап-проекту	01.11.19 – 30.11.19	
6	Оформлення дисертації	01.12.19 – 12.12.19	

Студент

_____ (підпис)

Лихошерстов Д.О.

_____ (ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

_____ (підпис)

Яганов П.О.

_____ (ініціали, прізвище)

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація складається з 93 сторінки, в якій міститься 43 рисунків, 25 таблиць, використано 19 джерел.

Актуальність. Останнє десятиріччя відзначається прискореними темпами проникнення інформаційних технологій в усі сфери життя людини. Зокрема, комп'ютерні системи в корені змінили характер взаємодій між людьми, а також між людиною і машиною. Одним з напрямків розвитку комп'ютерних та інформаційних технологій, взаємодіючих з людиною, є системи, що отримали назву автоматизовані системи управління (АСУ).

АСУ є досить перспективним напрямком розвитку сьогоденних технологій. Розробка та дослідження інструментів підвищення їх продуктивності та наділення «штучним інтелектом» є важливим та актуальним завданням. В даний час одним з головних напрямків підвищення ефективності на основі розширення сфери застосування обчислювальної техніки є комплексна автоматизація обробки інформації, що призводить до утворення інтелектуальних систем підтримки та прийняття рішень. При цьому під терміном «продуктивність» розуміється покращення математичного апарату шляхом поєднання пакету прикладних програм MATLAB та середовища розробки візуальної мови програмування LabVIEW.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційні дослідження проводилися у відповідності з науковими напрямками роботи кафедри конструювання електронно-обчислювальної апаратури (КЕОА), факультету електроніки, національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського" та пріоритетного напрямку розвитку науки і техніки України «Інформаційні та комунікаційні технології». Підготовка дисертаційної роботи пов'язана з виконанням НДР «Автоматизована система управління тепловим комфортом», ДР № 0118U005424.

Метою дисертаційної роботи є розширення функціональних можливостей систем «Розумний будинок» шляхом створення єдиної системи програмних модулів обробки даних.

Для досягнення поставленої мети в роботі вирішувалися наступні **задачі**:

- розглянуто стан та перспективи розвитку технологій IoT, а також методів інтелектуалізації автоматизованих систем підтримки та прийняття рішень.
- розроблено математичні моделі модулів обробки даних АСУ «Розумний будинок».
- виконана програмна реалізація модулів обробки даних АСУ «Розумний будинок».
- розроблено проект стартапу з використанням удосконаленого методу SWOT-аналізу.

Об'єктом дослідження є методи обробки інформації автоматизованих систем управління «Розумний будинок».

Предметом дослідження є автоматизована система управління «Розумний будинок» та програмна її реалізація в пакеті прикладних програм MATLAB та середовищі графічного програмування LabVIEW.

Методи дослідження. Методи перетворення Карсона-Лапласа, симплекс-метод, методи моделювання оптимізаційних задач.

Наукова новизна отриманих результатів досліджень полягає в наступному:

- дістало подальший розвиток математичне моделювання процесів автоматизованих систем управління «Розумний будинок»;
- здійснено конкретизацію оптимізаційних задач динамічного програмування для методів обробки даних систем автоматизованого управління, реалізованих у нових програмних модулях.

Практичне значення отриманих результатів визначається алгоритмічними та програмними рішеннями реалізації запропонованих модулів обробки даних для АСУ «Розумний будинок». Реалізовано модулі моніторингу заміни обладнання, оптимізації режимів функціонування системи масового обслуговування, модуль задач організаційного управління, модуль систем нечітких висновків із використанням графічної мови програмування LabVIEW та пакетів прикладних програм MATLAB.

Апробація результатів дисертації. Матеріали дослідження було апробовано на VII Міжнародній науково-практичній конференції «Обробка сигналів і негаусівських процесів», присвяченій пам'яті професора Ю.П. Кунченка. Черкаси: ЧДТУ, 2019.

Публікації. За матеріалами дисертації опубліковано 1 друковану працю в збірнику матеріалів конференції:

- Лихошерстов Д.О. Модулі прийняття та аналізу даних автоматизованих систем управління // Праці VII Міжнародної науково-практичної конференції «Обробка сигналів і негаусівських процесів», присвяченої пам'яті професора Ю.П. Кунченка: Тези доповідей. – Черкаси: ЧДТУ, 2019. – С. 168 -170.

Ключові слова: автоматизована система управління будівлями, алгоритми обробки даних, моделі станів технічних систем, програмні модулі, технологія LabVIEW, пакет прикладних програм MATLAB.

ABSTRACT

The master's thesis consists of 91 pages, which contains 43 figures, 25 tables, 19 sources were used.

Relevance. The last decade is marked by the accelerated rate of penetration of information technologies in all spheres of human life. In particular, computer systems have fundamentally changed the nature of interactions between humans as well as between humans and machines. One of the areas of development of computer and information technologies that interact with humans is systems, called automated control systems (ACS).

The ACS is a very promising direction for the development of today's technologies. Developing and researching tools to increase their productivity and empower them is an important and urgent task. Currently, one of the main areas of efficiency improvement based on the expansion of the scope of computer technology is the complex automation of information processing, which leads to the formation of intelligent support systems and decision making. The term "performance" refers to the improvement of the mathematical apparatus by combining the MATLAB application package and the LabVIEW visual programming language development environment.

Relationship with working with scientific programs, plans, topics. The dissertation researches were carried out in accordance with scientific directions of work of the department of designing of electronic computing equipment (KEOA), Faculty of Electronics, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute" and priority direction of development of science and technology of Ukraine "Information and Communication Technologies". The preparation of the dissertation is related to the implementation of the R&D "Automated Thermal Comfort Management System", DR # 0118U005424.

The purpose of the dissertation is to expand the functionality of the Smart Home systems by creating a single system of software modules for data processing.

To achieve this **goal**, the following tasks were solved in the work:

- the state and prospects of development of IoT technologies, as well as methods of intellectualization of automated systems of support and decision making are considered.
- mathematical models of data processing modules of the Smart Home system have been developed.
- the software implementation of the data processing module of the Smart Home Automation System has been completed.
- a startup project was developed using an advanced method of SWOT analysis.

The object research is the information processing methods of smart home automated control systems.

The subject research is an automated control system "Smart House" and its software implementation in the MATLAB application suite and LabVIEW graphical programming environment.

Research methods. Carson-Laplace transform methods, simplex method, optimization problems modeling methods.

The scientific novelty of the obtained research results is the following:

- to take further development of mathematical modeling of processes of automated control systems "Smart House";
- the optimization tasks of dynamic programming for the methods of data processing of automated control systems implemented in new software modules have been specified.

The practical significance of the obtained results is determined by the algorithmic and software solutions of the implementation of the proposed data processing modules for the Smart Home ACS system. Modules of monitoring of equipment replacement, optimization of modes of operation of the queuing system, module of organizational management tasks, module of systems of fuzzy conclusions with the use of the graphical programming language LabVIEW and packages of MATLAB applications are implemented.

Testing the results of the thesis. The research materials were tested at the conference of the VII International Scientific-Practical Conference "Signal Processing and Non-

Gaussian Processes", dedicated to the memory of Professor Yu.P. Kunchenko. Cherkasy: CSTU, 2019.

Publications. According to the dissertation materials, 1 printed work was published in the conference proceedings collection:

- Lykhosherstov DO Modules of acceptance and analysis of data of automated control systems // Proceedings of the VII International Scientific-Practical Conference "Signal Processing and Non-Gaussian Processes" dedicated to the memory of Professor Yu.P. Kunchenko: Abstracts. - Cherkasy: CSTU, 2019. - P. 168 -170.

Keywords: automated building management system, data processing algorithms, technical systems state models, software modules, LabVIEW technology, MATLAB application package.

ЗМІСТ

Перелік умовних скорочень	13
Вступ.....	14
Розділ 1. Аналіз сучасного стану автоматизованих систем управління.....	17
1.1. Сучасний стан IoT.....	17
1.2. Головні підходи автоматизованих систем.	20
1.3. Проблематика впровадження та інтелектуалізація АСУ.....	23
1.4. Обґрунтування вибору методів дослідження	24
Висновки по Розділу 1	27
Розділ 2. Розробка математичних моделей модулів автоматизованого управління.....	28
2.1. Задача заміна обладнання.....	28
2.2. Модуль оптимізації режимів функціонування системи масового обслуговування	31
2.2.1. Математична модель системи масового обслуговування.....	34
з одноканальною чергою і пуасонівським потоком вимог.	34
2.2.2. Багатоканальна система масового обслуговування.....	36
2.3. Модулі задачі організаційного управління	36
2.3.1. Сиплекс-метод	38
2.4. Модуль системи нечіткого висновку	40
Висновки по Розділу 2	42
Розділ 3. Апаратно-програмна реалізація модулів обробки даних АСУ «Розумний будинок».....	43
3.1. Середовище графічного програмування LabVIEW та пакет прикладних програм MATLAB.....	43

3.2. Розробка програмного модуля задачі заміни обладнання.....	44
3.2.1. Експериментальна перевірка модуля заміни обладнання.....	48
3.3. Розробка панелі керування задачі організаційного управління.....	49
3.3.1. Експериментальна перевірка панелі керування задачі організаційного управління.....	54
3.4. Розробка панелі керування системи масового обслуговування	55
3.5. Розробка підрегулятора системи нечітких висновків.....	59
3.5.1. Побудова бази нечітких лінгвістичних правил	61
3.5.2. Розробка нечіткої моделі в системі MATLAB та LabVIEW	63
Висновки по Розділу 3.	66
Розділ 4. Розробка стартап-проекту.	67
4.1. Маркетинговий аналіз стартап-проекту	67
4.2. Технологічний аудит ідеї проекту	69
4.3. Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту	70
4.4. Розроблення ринкової стратегії проекту	78
4.5. Розроблення маркетингової програми стартап-проекту.....	80
4.6. Впровадження стартап-проекту	83
Висновки по Розділу 4.	84
Загальні Висновки.....	85
Список використаної літератури	87
Додаток А. Програмний код в пакеті прикладних програм MATLAB	89
Додаток Б. Реєстраційна картка.....	90
Додаток В. Інформаційна картка	92
Додаток Г. Облікова картка.....	94
Додаток Д. Титульний аркуш та виконавці ініціативної НДР	96

Додаток Е. Копія публікації по роботі.....	98
Додаток Ж. Акт впровадження НДР в дисертації.....	100

Перелік умовних скорочень

АСУ – автоматизована система управління.

M2M (англ. Machine-to-Machine) - загальна назва технології, яка дозволяє забезпечити передачу даних між різними пристроями.

IoT (англ. Internet of things) – мережа Інтернету речей.

SCADA (англ. Supervisory Control and Data Acquisition) - узагальнена назва комп'ютеризованої системи, яка здатна збирати та обробляти дані.

СМО – системи масового обслуговування.

НДР – науково-дослідна робота.

SMART house (англ. Self-Monitoring Analysis and Reporting Technology) - технологія аналізу і звітності самоконтролю будинку.

SWOT (англ. strength, weaknesses, opportunities and threats) - змога виявити ті сильні і слабкі сторони, які потребують найбільшої уваги і зусиль.

Вступ

Актуальність. Виробники товарів та послуг постачають на ринок величезну кількість продуктів праці, витрачаючи на виробництво постійно певну кількість вичерпних природних та людських ресурсів, що утворюють на ринку вільну конкуренцію. Для вирішення даних задач із другої половини минулого століття активно впроваджуються автоматизовані системи моніторингу, контролю, аналізу та прийняття рішень, що отримали назву автоматизовані системи управління (АСУ). АСУ – комплекс апаратних і програмних засобів, призначений для управління різними процесами в рамках технологічного процесу, виробництва, підприємства.

Автоматизовані системи управління все ще перебувають у стані формування єдиного стандарту реалізації самої концепції і тому не існує послідовного всеохоплюючого його визначення. Однак на самому спрощеному рівні це стосується підключення різноманітних пристроїв до Інтернету і інтерфейсів Machine-to-Machine (M2M), що використовуються між цими пристроями.

Оскільки АСУ є досить перспективним напрямком розвитку сьогоденних технологій, розробка та дослідження інструментів підвищення її продуктивності та наділення «штучним інтелектом» є важливим та актуальним завданням. При цьому під терміном «продуктивність» розуміється покращення математичного апарату шляхом поєднання пакету прикладних програм MATLAB та середовища розробки візуальної мови програмування LabVIEW.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційні дослідження проводилися у відповідності з науковими напрямками роботи кафедри конструювання електронно-обчислювальної апаратури (КЕОА), факультету електроніки, Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського". Підготовка дисертаційної роботи пов'язана з виконанням НДР «Автоматизована система управління тепловим комфортом», ДР № 0118U005424.

Метою дисертаційної роботи є розширення функціональних можливостей систем «Розумний будинок» шляхом створення єдиної системи програмних модулів обробки даних.

Для досягнення встановленої мети в роботі запропоновано зменшити (прибрати) невідповідність між апаратно-технічною складовою та програмними (алгоритмізація методів обробки систем автоматизованого управління) компонентами АСУ «Розумний будинок» шляхом побудови системи, що складається із окремих модулів обробки даних.

Для досягнення поставленої мети в роботі вирішувалися наступні **задачі**:

- розглянуто стан та перспективи розвитку технологій IoT, а також методів інтелектуалізації автоматизованих систем підтримки та прийняття рішень.
- розроблено математичні моделі модулів обробки даних АСУ «Розумний будинок».
- виконана програмна реалізацію модулі обробки даних АСУ «Розумний будинок».
- розроблено проект стартапу з використанням удосконаленого методу.

Об'єктом дослідження є методи обробки інформації автоматизованих систем управління «Розумний будинок».

Предметом дослідження є автоматизована система управління «Розумний будинок» та програмна її реалізація в пакеті прикладних програм MATLAB та середовищі графічного програмування LabVIEW.

Методи дослідження. Методи перетворення Карсона-Лапласа, симплекс-метод, методи моделювання оптимізаційних задач.

Наукова новизна отриманих результатів досліджень полягає в наступному:

- дістало подальший розвиток математичне моделювання процесів автоматизованих систем управління «Розумний будинок»;
- здійснено конкретизацію оптимізаційних задач динамічного програмування для методів обробки даних систем автоматизованого управління, реалізованих у нових програмних модулях.

Практичне значення отриманих результатів визначається алгоритмічними та програмними рішеннями реалізації запропонованих модулів обробки даних для АСУ «Розумний будинок». Реалізовано модулі моніторингу заміни обладнання, оптимізації режимів функціонування системи масового обслуговування, модуль задач організаційного управління, модуль систем нечітких висновків із використанням графічної мови програмування LabVIEW та пакетів прикладних програм MATLAB.

Апробація результатів дисертації. Матеріали дослідження було апробовано на VII Міжнародній науково-практичній конференції «Обробка сигналів і негаусівських процесів», присвяченій пам'яті професора Ю.П. Кунченка. Черкаси: ЧДТУ, 2019.

Публікації. За матеріалами дисертації опубліковано 1 друковану працю в збірнику матеріалів конференції:

- Лихошерстов Д.О. Модулі прийняття та аналізу даних автоматизованих систем управління // Праці VII Міжнародної науково-практичної конференції «Обробка сигналів і негаусівських процесів», присвяченої пам'яті професора Ю.П. Кунченка: Тези доповідей. – Черкаси: ЧДТУ, 2019. – С. 168 -170.

Структура дисертаційної роботи містить вступ, 4 розділи, загальні висновки, перелік використаної літератури та додатки: копія публікації друкованої праці, акт використання результатів магістерської дисертації в ініціативній НДР № ФЕЛ -168, реєстраційна картка НДР № 0118U007336, інформаційна картка № 0719U006565, облікова картка № 0219U005424.

Розділ 1. Аналіз сучасного стану автоматизованих систем управління

АСУ застосовуються в різних галузях промисловості, енергетиці, транспорті. Популяризація інтеграції АСУ в товари та послуги спостерігається в останні 10 років [1] та породжує велику кількість готових рішень на фоні невирішених проблем. Логічним розвитком подібних впроваджень стало появлення концепції мережі, що отримала назву Інтернет речей (англ. Internet of Things - IoT).

Також АСУ знайшли своє активне впровадження в житлових спорудах. Адже для оптимізації умов проживання у сучасних будівлях потрібно контролювати різноманітні параметри навколишнього середовища, стан зношеності обладнання. Одним із найкращих шляхів впровадження даної концепції стала поява розумних житлових споруд, що отримали назву «Smart House» або «Розумний будинок».

В розділі подано огляд сучасного стану IoT та АСУ «Розумний будинок».

1.1. Сучасний стан IoT

Зазвичай система IoT складається із взаємопов'язаних фізичних пристроїв, котрі мають вбудовані підсистеми збору інформації (датчики), а також підсистему програмного забезпечення, що дозволяє здійснювати комунікацію між фізичним світом і комп'ютерними системами за допомогою різноманітних протоколів обміну інформації. Лише десять років тому було зареєстровано близько півмільярда пристроїв, що мали доступ до глобальної мережі Інтернет. Група вчених із VI Intelligence, дослідницької служби Business Insider, зробили аналіз по IoT, який пояснював той факт, що кількість IoT-пристроїв із використанням АСУ, підключених до інтернету чи інших технологій передачі інформації, потроїться до 2020 року [2].

Кожна із галузей використання буде продовжувати інтенсивний розвиток, бо отримуватиме ряд переваг, серед яких головними є наступні:

- більш низькі експлуатаційні витрати на об'єкти, де використовується система.

- підвищення продуктивності при константній кількості виробничих потужностей.
- можливість розширення на нові ринки або розробки нових пропозицій продуктів.

На рисунку 1.1 представлено прогноз кількості встановлених IoT-пристроїв у світі згідно із дослідженнями Strategy Analytics [3].

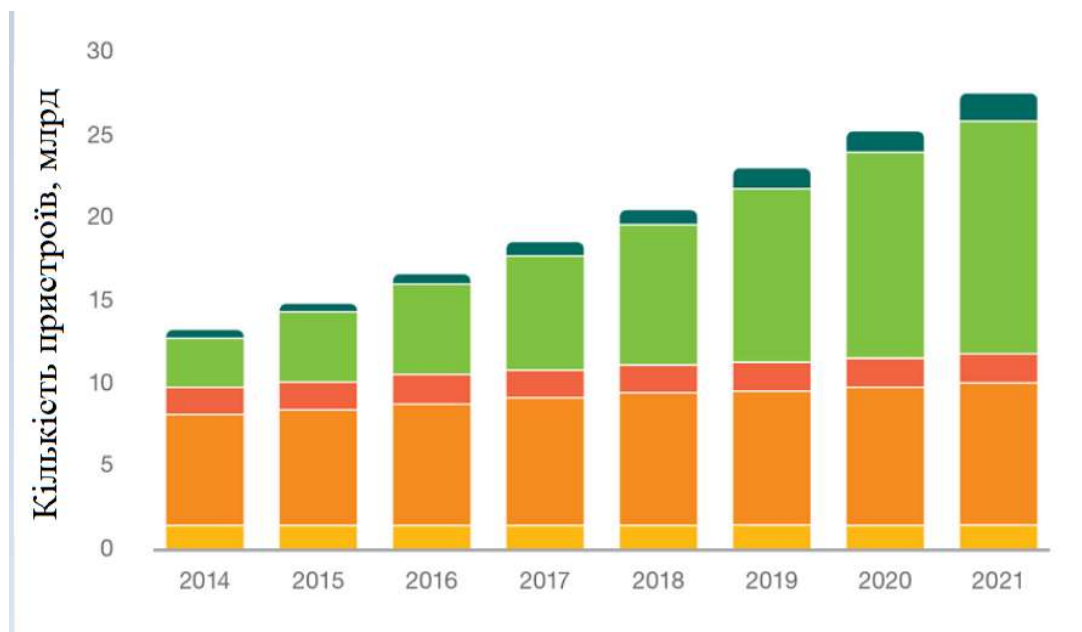


Рисунок 1.1 - Приблизна кількість встановлених систем АСУ

На рисунку 1.2 представлено об'єм економічних цінностей IoT-пристроїв у світі.

Саме тому IoT – високо розвинута технічна система, що стала окремою новою гілкою технологій, котра реалізує ідею створення інтелектуальних мереж, що пов'язують безліч пристроїв між собою. Але реалізація даної ідеї можлива лише при наявності автономної, автоматизованої система, що за певним набором правил чи вимог або задач дозволить отримати бажаний результат.

Тенденції розвитку та проектування готових рішення АСУ для Інтернет речей демонструють відсутність єдиних підходів та стандартів. Велика кількість досліджень та реєстрації патентів із великою доданою вартістю підтверджують наявність відкритої проблеми, що гостро потребує рішень вже на сьогоднішній день.

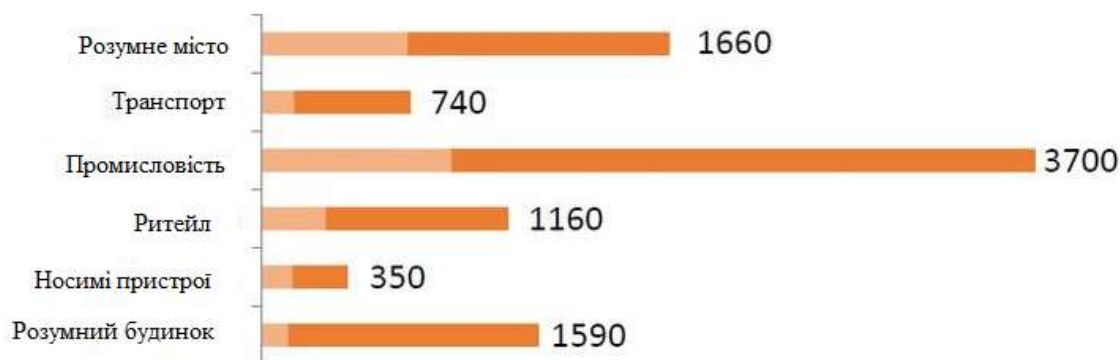


Рисунок 1.2 – Об'єм економічних цінностей IoT-пристроїв

Велика кількість технологічно розвинутих країн займаються дослідженнями та розробками підходів для задоволення потреб суспільства. Видавництво Business Insider провело серію досліджень та опублікувало результати (рис.1.3.) в напрямку реєстрації готових рішень та зареєстрованих патентів із використання автоматизованих систем, де описується кількість зареєстрованих патентів станом на початок 2019 року [4].

Як можна спостерігати, світові компанії кожен рік розробляють та найбільш успішні рішення патентують. Це пов'язано із нестабільністю та великою швидкістю розвитку автоматизованих систем управління для галузі інтернет речей, зокрема для «Розумного будинку».

IoT патенти, які мають відношення до збору і передачі даних від пристроїв, є найбільш цінними, за даними аналізу дослідницького центру LexInnova. Компанія Qualcomm має ряд патентів в цій області для збору і передачі даних. Технології, які Qualcomm запатентувала в цій області, компанія використовує в своїх чіпсетах для підключення до інтернету в різних типах мереж [4].



Рисунок 1.3 - Кількість зареєстрованих патентів в напрямку IoT станом на початок 2019 року

Зараз постачальники технологій, включаючи Qualcomm і Intel, спільно працюють над подальшим розвитком сумісності стандартів під IoT, оскільки цей сектор тільки зароджується.

1.2. Головні підходи автоматизованих систем.

На сьогоднішній день важко уявити функціонування сучасної будівлі без ефективної та надійної автоматизованої системи управління, яка здатна забезпечити безпеку та комфорт людей, що проживають або працюють в будівлі, ефективну та надійну експлуатацію, а також оптимізацію затрати на ресурси [5].

Диспетчеризація та управління інженерними системами будівлі можуть бути побудовані різними методами в залежності від кількості обладнання та його функціонального використання. Але АСУ «Розумний будинок» зазвичай мають наступну структурну схему що складається із трьох рівнів - верхній, середній та нижній рівень.

Верхній рівень (Management Level) – це диспетчеризація та адміністрування, а також робота з базами даних та статистичними функціями. На даному рівні

здійснюється взаємодія між персоналом (операторами, диспетчерами) та системою, що реалізована на базі комп'ютерних засобів та SCADA-систем.

Узагальнена назва комп'ютеризованої системи SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) здатна збирати та обробляти дані та застосовувати оперативний контроль на великі відстані (рис.1.4.). Типове використання включає системи передачі та розподілу енергії та трубопровідні системи. SCADA була розроблена для унікальних проблем із комунікацією (наприклад, затримок, цілісності даних), що створюються різними носіями, які необхідно використовувати, наприклад телефонними лініями, мікрохвильовою піччю та супутником.

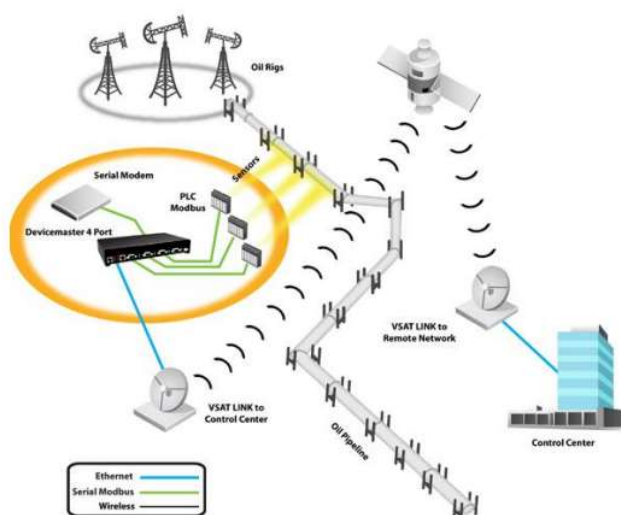


Рисунок 1.4 - Загальний вигляд SCADA

Середній рівень (Automation Level) – це автоматизоване управління функціональними процесами. Основні компоненти даного рівня: контролери управління, модулі введення-виведення сигналів, а також різне комутаційне обладнання. Саме на даному рівні і відбуваються процеси інтелектуалізації АСУ «Розумний будинок».

Нижній, "польовий" рівень (Field Level). Рівень кінцевих пристроїв з функціями входу / виходу. Рівень включає в себе різні датчики, виконавчі механізми, кабельні з'єднання між пристроями та нижнім-середнім рівнями.

В Україні, згідно чинного законодавства існують державні норми щодо визначення самого поняття автоматизовані системи управління та моніторингу об'єктами, а саме детальна інформація представлена в ДСТУ-Н Б В.2.5-37 за 2008 рік. «Настанова з проектування, монтування та експлуатації автоматизованих систем моніторингу та управління будівлями та спорудами» [6]. Цей стандарт поширюється на автоматизовані системи моніторингу та управління будівель і споруд (далі – АСМУ) і визначає критерії застосовності АСМ згідно з розділом 5 стандарту ДСТУ-Н Б В.2.5-37 за 2008 рік [7]. Положення стандарту призначені для використання підприємствами, установами і організаціями, що діють на території України. Даний стандарт регламентує вимоги до апаратної та програмної складової.

До апаратного комплексу автоматизації інженерної системи повинні входити аналогові та (або) цифрові датчики контролю технологічних параметрів, водо-, газо- та електролічильники, датчики аварій із дискретними сигналами, датчики контролю змін стану інженерних несучих конструкцій, датчики виявлення підвищеного рівня радіації, небезпечних концентрацій токсичних і вибухонебезпечних газоповітряних сумішей, а також програмовані логічні контролери, пристрої, які забезпечують управління електроживленням, пристрої узгодження інтерфейсів і протоколів обміну даними та пристрої приймання і передачі інформації. Програмні комплекси забезпечення функціонування, сервери введення-виведення інформаційних потоків.

Головна вимога для будь якої автоматизованої системи є наявність мережної архітектури, де вузли з'єднані певними лініями зв'язку. АСУ повинні створюватись на базі програмно-технічних засобів, які здійснюють моніторинг технологічних процесів і процесів управління інженерними системами та забезпечують передачу інформації про їх стан у реальному часі для наступної обробки з метою оцінювання, передбачення і ліквідації наслідків дестабілізуючих факторів.

1.3. Проблематика впровадження та інтелектуалізація АСУ

АСУ - це широкий клас командних керуючих мереж і систем, які використовуються для підтримки всіх типів процесів. В англійських джерелах інформації ви не знайдете сторінку, присвячену «розумному будинку» - тільки матеріали про SMART home technology, або домашньої автоматизації (home automation). У даній роботі під SMART буде розумітися Self-Monitoring Analysis and Reporting Technology - технологія аналізу і звітності самоконтролю. Вона розроблена компанією IBM для управління будівлями. Що стосується домашньої автоматизації, спадкоємцем якої і є «розумні будинки» або Smart Houses, то її історія налічує не одну сотню років [8].

Винахід водопроводу став першим кроком до автоматизації домашнього господарства. Варто було придумати центральне опалення, як будинок став по-справжньому «розумним». У порівнянні з цією революційною ідеєю, винаходи від Amazon і Google, з якими ми часто асоціюємо «розумні будинки», є лише нащадками готових рішень. Так, вони спрощують наше життя, але варто тільки відключити центральне опалення, як будь-яка інтелектуальна система або ж датчики моніторингу перетворяться в пристрої, що будуть некоректно приймати рішення для зміни того чи іншого параметру. В сучасному світі автоматизовані системи управління будівлями (Building management system) передбачають управління всіма системами будівлі, починаючи з вентиляції та закінчуючи підвищенням енергоефективності.

Інтелектуальність будівель часто вимірюється не дуже важливими речами. Безумовно, зміна температури за допомогою пульта або автоматичне вимикання світла - можливості корисні. Тим не менш, вони не демонструють потенційну вигоду, яку може принести повністю інтегрована система в тому, що стосується безпеки, зручності, енергетичної ефективності та зменшення фінансових витрат. Так, наприклад, компанія Siemens при проектуванні «інтелектуальних будинків» «Jumeirah Beach Resort» (Дубаї) чи банку «Credit Suisse First Boston» (Лондон) не закладає можливості тестування зношуваності всіх систем. Для моніторингу та комплексного обслуговування відбувається укладення контрактів зі сторонніми

фірмами, що призводить до зайвих витрат коштів замовників, відсутності абсолютної впевненості у справності всіх компонентів системи [9].

Цикл статей «When a Smart Home Is Too Smart for its Own Good» із The Wall Street Journal [10], де описуються реальні випадки із досвіду користувачів АСУ «Розумний будинок», дає розуміння проблематики використання надскладної системи без «інтелекту», а лише із набором комбінацій правил і поведінок. Тому сучасний рівень розробки і впровадження АСУ дає змогу широко використовувати типізацію проектних рішень, уніфікацію методів і засобів при підготовці проектних матеріалів, стандартизацію підходів під час проектування окремих елементів систем і підсистем. Тому підвищення ефективності та розширення функціональних можливостей АСУ «Розумний будинок» можна досягти шляхом інтеграції до складу систем збору та обробки даних нових підсистем підтримки і прийняття рішень, що використовують математичний апарат методів моделювання станів технічних систем та дослідження операцій.

Розглянемо проблематику та методи вирішення деяких задач, які не знайшли належного розв'язку в АСУ «Розумний будинок» чи реалізовані досить обмежено внаслідок неврахування усіх чинників, що впливають на систему. Серед цих задач найголовнішими є наступні.

1. Моделювання простору станів комфортного житлового середовища.
2. Оптимізація режимів функціонування обслуговуючих систем і дослідження обставин, що призводять до виникнення черг.
3. Заміна обладнання, обумовлена його старінням.
4. Задачі організаційного управління.

1.4. Обґрунтування вибору методів дослідження

Формування способів досягнення мети роботи відбуваються при впровадженні різноманітних методів наукових досліджень, які зображено на рисунку 1.5 [11].



Рисунок 1.5 – Загальнонаукові методи дослідження

Порівнюючи дві підмножини загальнонаукових методів пізнання слід зауважити, що теоретичні методи відображають певні внутрішні процеси обробки даних отриманих емпіричними методами. Адже поєднання практичних досліджень із моделюванням – це все є загальний підхід всіх емпіричних досліджень.

Методи, що використовуються в обох способах дослідження, а саме аналіз, синтез, аналогія та математичне моделювання, вказують на тісний взаємозв'язок.

Аналіз будь-якої системи полягає в розбитті її на підсистеми і продовженню вивчення окремо кожного компоненту системи як новоутвореної не досліджуваної структури.

Синтез описує зворотній процес, тобто утворення єдиного рішення із великої кількості різноманітних, раніше вже вивчених тверджень, що дозволить розширити набуті знання, сконструювати щось нове.

Аналогія дозволяє набути певних висновків на основі подібності ознак двох систем в результаті огляду інших ознак цих же систем.

Моделювання дозволяє вивчати об'єкти шляхом створення зменшених копій із певними фіксованими властивостями оригіналів. Найпоширенішим моделюванням є математичне. Має декілька етапів:

- виконання постановки задачі – формується певна структура, що базується на вже відомих підходах, рішеннях і визначає властивості майбутнього рішення;

- побудова математичної моделі методами сучасних систем проектування;
- моделювання математичної моделі шляхом перевірки на працездатність.

Загальний алгоритм побудови математичної моделі зображено на рисунку 1.6.

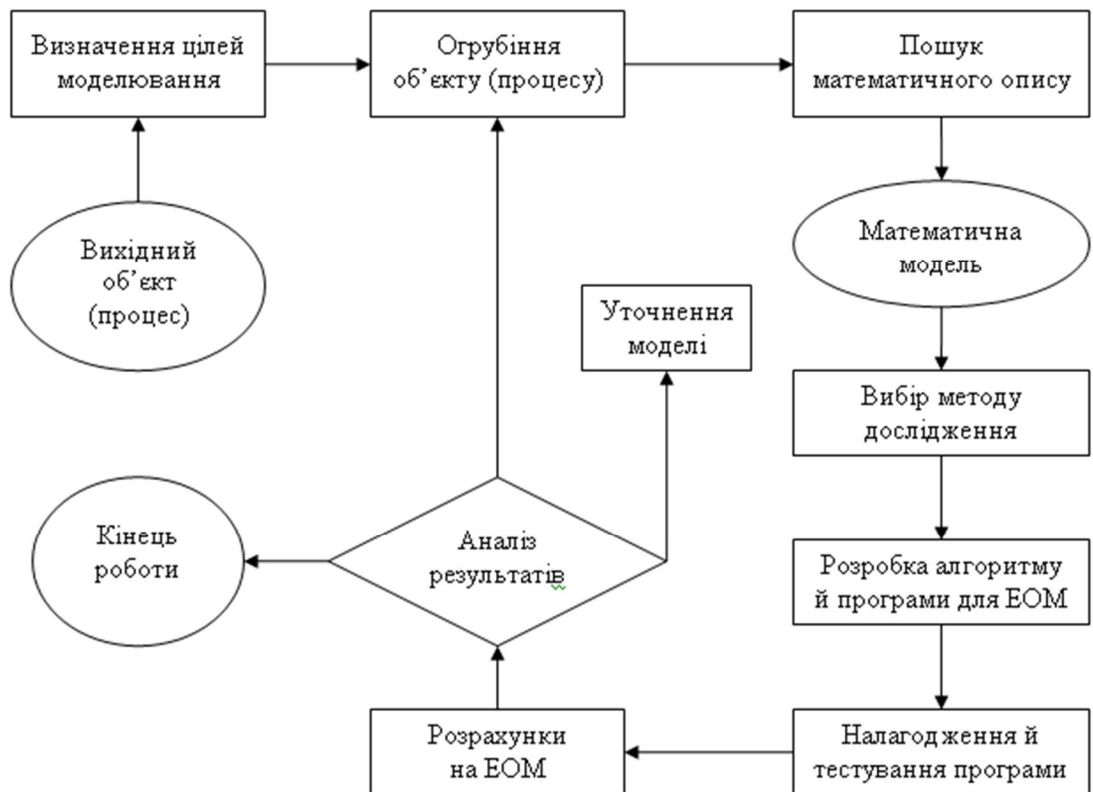


Рисунок 1.6 – Алгоритм побудови математичної моделі

В основі всіх методів дослідження знаходиться процес поєднання емпіричних і теоретичних сторін. Вони взаємозв'язані та взаємодоповнюють один одного.

Для досягнення сформованих задач дисертаційної роботи необхідно використовувати методи аналізу, синтезу та моделювання.

За допомогою методу аналізу досліджень з'являється можливість визначити які компоненти АСУ «Розумний будинок» потребують вдосконалення чи інтеграції нових алгоритмів обробки даних. Аналіз дозволить знайти шляхи розширення

функціональних можливостей автоматизованих систем підтримки та прийняття рішень.

За допомогою методу досліджень синтез можна утворити велику, гнучку, легко налагоджувальну, інтелектуальну систему керування автоматизованими процесами в будь яких будівлях. Поєднання буде відбуватися шляхом синтезу простих модулів обробки даних, що окремо можуть вирішувати прості однотипні задачі самостійно.

Основним методом досліджень буде моделювання. З'являється можливість розробки математичної моделі, а в подальшому її моделювання засобами сучасних систем проектування та програмування (MATLAB, LabVIEW).

Висновки по Розділу 1

Доведено, що рівень інтеграції АСУ в систему «Розумний будинок» містить велику кількість існуючих підходів та рішень, але вони одночасно не є універсальними та сталими, що свідчить про те, що оптимального апаратно-програмного рішення не знайдено.

Для покращення структурно-функціональної організації АСУ для «Розумний будинок» запропоновано розробити новий програмний комплекс. Серед існуючих АСУ перспективним варіантом для досягнення мети роботи є розробка модулів, що опрацьовують параметри середовища життєзабезпечення, оптимізації динамічних процесів, пов'язаних із обслуговуванням споживачів, моніторингу та дослідження зношеності компонентів системи, керування ресурсами системи та її перерозподіл в реальному часі, створення систем нечіткого висновку. В результаті такий підхід дозволить створити гнучку систему модулів конфігурування під різноманітні задачі, при об'єднанні котрих отримуємо адаптивну систему із універсальним функціоналом.

Розділ 2. Розробка математичних моделей модулів автоматизованого управління

Можливість об'єднання пристроїв інтернету речей, можливість збору всієї інформації про свій будинок, про мешканців будинку у власному комп'ютері, побудова аналітики і знаходження найбільш ефективних патернів для вирішення побутових потреб - від економії електроенергії до прогнозування поведінки і підтримки здоров'я, свого і близьких. Все це блискучі перспективи розвитку АСУ «Розумний будинок».

У розділі подано формальний опис зазначених вище задач, представлено методи їх розв'язку і математичний апарат як засіб реалізації цих методів. Головною ціллю даного розділу є розробка математичних моделей модулів автоматизованого управління АСУ «Розумний будинок».

2.1. Задача заміна обладнання.

Актуальною задачею для управління житловою чи промисловою спорудою є визначення періоду для оновлення обладнання, зумовлене його старінням. Залишкова вартість обладнання, що знаходиться в експлуатації, знижується, а витрати на його обслуговування зростають. Виникає оптимізаційна задача, зміст якої полягає у визначенні моменту виведення обладнання з експлуатації з метою мінімізації витрат.

Вибір стратегії заміни обладнання, зазвичай, є досить складним. Для отримання задовільного результату інколи недостатньо враховувати експлуатаційні характеристики, що зазначені в технічній документації. Також не коректо використовувати досвід спеціалістів, так як дуже часто інтуїція приводить до помилкових висновків. Математичний, і зокрема ймовірнісний, розгляд дозволить отримати правильні і легко обчислювальні дані, що підтверджуються аналітичними обґрунтуваннями.

Існує глибока аналогія між промисловими проблемами зношеності та заміни обладнання і їх формальними аналогами: дані процеси описуються рівняннями Вольтерра [12].

$$f(t) = \int_a^t K(t, s) x(s) ds$$

Припустимо, що деяке обладнання, початкова вартість котрого становить V_0 , в результаті зношування потребує витрат на утримування у відмінному стані та проведення профілактичних робіт. Нехай будемо вважати, що відомі витрати $C_1, C_2, C_3, \dots, C_t$ впродовж 1-го, 2-го, 3-го, ... t-го періодів. Допустимо, що періоди між собою рівні і врахуємо, що обладнання систематично замінюється по закінченню п кількості періодів, то загальна собівартість після r замін:

$$G(t) = (V_0 + C_1 + C_2 + C_3, + \dots +, C_n)_1 + (V_0 + C_1 + C_2 + C_3, + \dots +, C_n)_2 + \dots$$

Якщо величини V_0 та C не являються постійними та змінюються впродовж часу, то

$$G(t) = \sum_{i=1}^r \left[V_i + \sum_{j=1}^n C_{ij} \right]$$

Середні витрати за період:

$$\gamma(t) = \frac{G(t)}{n * r} = \frac{\sum_{i=1}^r [V_i + \sum_{j=1}^n C_{ij}]}{n * r}$$

Середні затрати за період $\psi_1(t), \psi_2(t), \psi_3(t), \dots, \psi_t(t)$ можуть бути не однаковими і пошук мінімальних середніх витрат є основною ціллю модуля заміни обладнання. Така задача описує процес по користуванню обладнанням, вартість якого становить V_0 , але в результаті старіння та зношуваності призводить до неперервного падіння вартості і одночасно витрати на утримування в справному стані та ремонт неперервно збільшується.

Нехай V_0 – початкова вартість обладнання, $V_0 * \varphi(t)$ – вартість обладнання вразі перепродажі через час t ($\varphi(0) = 1$, а $\varphi(t)$ являється монотонно спадаючою функцією), $\psi(t)$ – сумарні витрати на ремонт та догляд за обладнанням ($\psi(0) = 1$, а $\psi(t)$ являється монотонно зростаючою функцією).

Ціна обладнання через час t розраховують за формулою:

$$G(t) = V_0 - V_0 * \varphi(t) + \psi(t) = V_0(1 - \varphi(t)) + \psi(t)$$

Сумарні витрати на використання обладнання:

$$\gamma(t) = \frac{G(t)}{t} = \frac{1}{t} * [V_0 - V_0 * \varphi(t) + \psi(t)]$$

Мінімізація витрат має місце при умові, що:

$$\gamma(t)' = \frac{G(t)'}{t} = \frac{t * G'(t) - G(t)}{t^2} = 0$$

$$G'(t) = \frac{G(t)}{t}$$

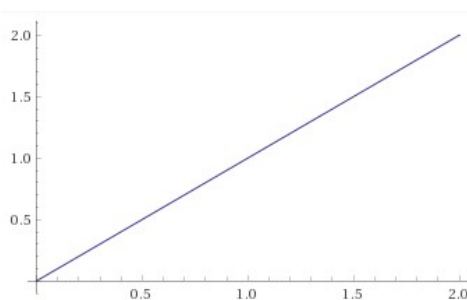
Функція $\varphi(t)$ зазвичай є монотонно спадною, а $\psi(t)$ монотонно зростаючою. Як правило, це емпіричні лінійні або нелінійні функції. Якщо $\varphi(t)$ та $\psi(t)$ є лінійними функції і $\varphi(t) = 1 - \frac{t}{T}$ та $\psi(t) = kt$. Отже, отримуємо, що середня вартість експлуатації за час t протягом періоду $0 < t < T$ є постійною величиною:

$$G(t) = \frac{1}{t} [V_0 - V_0 * (1 - \frac{t}{T}) + kt] = \frac{1}{t} [V_0 * (\frac{t}{T}) + kt] = \frac{V_0}{T} + k$$

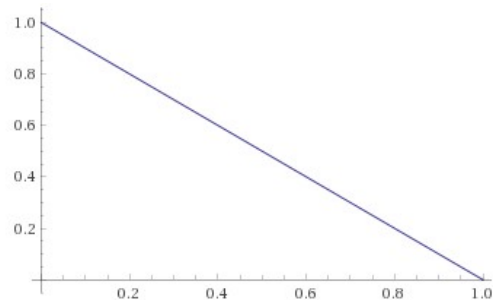
Отже, якщо прагнуть виконувати заміну обладнання в будь-який час, досить забезпечити лінійність характеристик $\varphi(t)$ та $\psi(t)$. Функції $\varphi(t)$ та $\psi(t)$ найчастіше задають чисельно. Тому оптимальні значення $G(t)$ визначаються безпосередньо розрахунками.

У повсякденній господарській діяльності частіше має місце інша ситуація, коли $\varphi(t)$ та $\psi(t)$ нелінійні і потрібно розглянути два варіанти:

- $\varphi(t)$ – лінійна функція та $\psi(t)$ – лінійна функція.

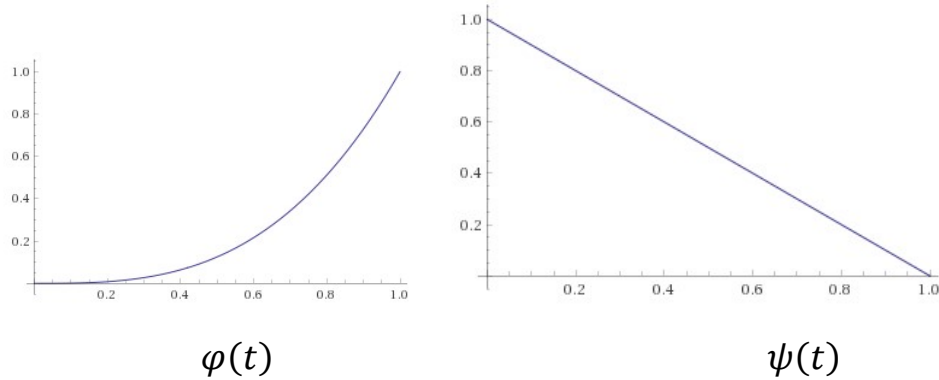


$\varphi(t)$

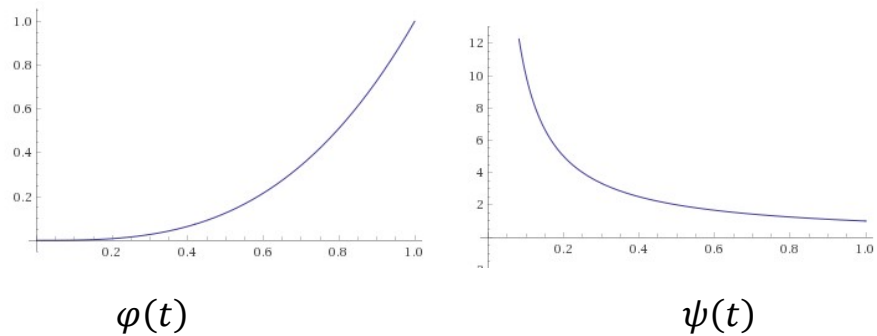


$\psi(t)$

- $\varphi(t)$ – показникова функція та $\psi(t)$ – лінійна функція.



- $\varphi(t)$ та $\psi(t)$ степеневі функції:



$\varphi(t) = e^{-at}$ та $\psi(t) = k_0(e^{bt} - 1)$, де a, b, k_0 - емпіричні коефіцієнти. Тоді функція вартості обладнання має вид:

$$g(t) = \frac{1}{t} [V_0(1 - e^{-at}) + k_0(e^{bt} - 1)]$$

Тому основним завданням задачі заміни обладнання, що обумовлена його старінням, зводять до знаходження мінімуму функції $g(t)$ на часовому інтервалі від 0 до t [13].

2.2. Модуль оптимізації режимів функціонування системи масового обслуговування

Для АСУ „Розумний будинок” актуальними є дослідження динамічних процесів, пов’язаних з обслуговуванням споживачів. В широкому розумінні споживачем послуги може бути не тільки фізична особа, але і організація, технологічна операція чи обладнання. Ці процеси є предметом дослідження систем

На рисунку 2.1. схематично представлена структура процесу масового обслуговування в загальному випадку [16], де m – загальна кількість вимог, котрі можуть претендувати на обслуговування; n – число вимог, що потрапило в систему (очікують в черзі або вже обслужені); v – число вимог, що очікують в черзі; j – число вимог, що знаходяться на обслуговуванні; p – число вільних каналів;

Тоді, отримуємо
$$n = \begin{cases} j, & \text{якщо } n \leq S; \\ v + j, & \text{якщо } n > S, \end{cases}$$
 де S – кількість каналів.

Величини n , v , j змінюються в часі і являться випадковими величинами (змінюються випадковим чином у відповідності до із законом розподілу ймовірності). Якщо через p_n позначити ймовірність знаходження n вимог в системі, то математичне очікування числа вимог в системі буде:

$$\bar{n} = 0 * p_0 + 1 * p_1 + \dots + m * p_m = \sum_{n=0}^m n * p_n$$

У випадку єдиної черги, якщо кількість каналів, що забезпечують обслуговування дорівнює S , то кількість вимог в черзі буде рівне

$$\bar{v} = 1 * p_{S+1} + 2 * p_{S+2} + \dots + (m - S) * p_m = \sum_{n=S+1}^m (n - S) * p_n$$

Основний зміст даної форми полягає в тому, що черга з'являється як тільки n починає перевищувати S тобто $n = S + 1$, $n = S + 2$, ... і при цьому відповідні ймовірності є p_{S+1}, p_{S+2}, \dots

Основна ціль оптимізаційної задачі полягає у пошуку компромісного рішення між витратами на очікування задоволення вимог і витратами простою каналу.

Для визначення коректного типу СМО для нашого модуля слід розглянути класифікацію СМО по типу каналу, а саме чергу з одним каналом та багатоканальну чергу.

2.2.1. Математична модель системи масового обслуговування з одноканальною чергою і пуасонівським потоком вимог.

Розглянемо модель процесу, де вхідний потік вимог є однорідним в часі (рівномірним), параметр цього потоку є постійна випадкова величина λ , ніякі дві вимоги не приходять (не стають у чергу) одночасно, а інтервали часу задоволення вимог розподілені за експоненціальним законом з випадковим, але постійним параметром μ . Початок чи закінчення обслуговування вимоги розглядають як подію.

Імовірність того що черга чекатиме на проведення контролю в інтервалі часу Δt дорівнює $\lambda \Delta t$. Імовірність того, що при середньому часі обслуговування $1/\mu$ контроль однієї черги буде завершено за час Δt дорівнює $\mu \Delta t$. Інтервал Δt такий, що за цей час може відбутись не більше однієї події.

Загальна імовірність першої події P^1 дорівнює добутку трьох вище визначених подій: $P^1 = P_n(t) (1 - \lambda \Delta t) (1 - \mu \Delta t)$.

Загальна імовірність другої події дорівнює добутку трьох вище визначених подій: $P^2 = P_{n+1}(t) (1 - \lambda \Delta t) \mu \Delta t$.

Загальна імовірність третьої події дорівнює добутку трьох вище визначених подій: $P^3 = P_{n-1}(t) \lambda \Delta t (1 - \mu \Delta t)$.

Загальна імовірність четвертої події дорівнює добутку трьох вище визначених подій: $P^4 = P_n(t) \lambda \Delta t \mu \Delta t$.

Тому шукана імовірність:

$$\frac{d}{dt} P_n = \lambda P_{n-1}(t) + \mu P_{n+1}(t) - (\lambda + \mu) P_n(t)$$

Дане рівняння описує стан системи, коли в ній знаходиться скінченна кількість вимог $n \neq 0$. Виведемо рівняння, коли в інтервалі часу $(t + \Delta t)$ в системі не було жодної вимоги ($n = 0$). Імовірність цього визначають сумою імовірностей двох незалежних подій:

$$P_0(t+\Delta t) = P_0(t) (1 - \lambda \Delta t) + P_1(t) (\mu \Delta t - \mu \lambda \Delta t^2).$$

Звужуючи інтервал $\Delta t \rightarrow 0$ і нехтуючи безмежно малою величиною $\sim \Delta t^2$, отримаємо

$$\frac{d}{dt}P_0(t) = -\lambda P_0(t) + \mu P_1(t)$$

Отримаємо математичну модель СМО з однією чергою і одним каналом обслуговування:

$$\frac{d}{dt}P_n(t) = \lambda P_{n-1}(t) + \mu P_{n+1}(t) - (\lambda + \mu)P_n(t)$$

$$\frac{d}{dt}P_0(t) = -\lambda P_0(t) + \mu P_1(t)$$

Вхідний потік вимог є пуассоновським з параметром λ , а обслуговування описують експоненціальним законом з параметром μ .

Функція виду $P_n(t) = \frac{(\lambda t)^n \cdot e^{-\lambda}}{n!}$, яка називається функцією (розподілом) Пуассона і зображена на рисунку 2.2. [16].

Як приклад впровадження СМО в АСУ «Розумний будинок» є ситуація коли на мікроконтролер поступають інструкції виконання із певною інтенсивністю.

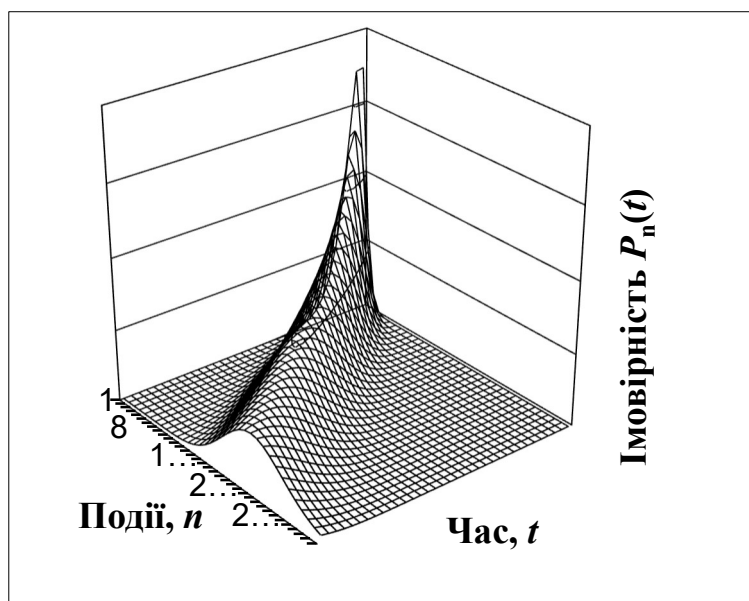


Рисунок 2.2 - Функція Пуассона $P_n(t)$

Як приклад впровадження СМО в АСУ «Розумний будинок» є ситуація коли на мікроконтролер поступають інструкції виконання із певною інтенсивністю. Реальна модель передбачає, що мікроконтролер одночасно опрацює не одну

інструкцію виконання, тому використання одноканальної СМО не дозволить якісно обробляти вхідні дані модулю СМО в АСУ «Розумний будинок».

2.2.2. Багатоканальна система масового обслуговування

Дослідження систем з чергами завжди пов'язане з визначенням витрат на очікування виконання, а також витрат внаслідок незавантаженого обладнання. Очевидно, ці витрати залежать від числа каналів обслуговування у СМО. Розглянемо модель СМО з однією чергою і S каналами обслуговування. Будь-який з каналів, якщо він незайнятий, відразу починає обслуговування першої з вимог, що чекає в черзі. Обслуговування у всіх каналах має експоненціальний розподіл з параметром μ_n , вхідний потік вимог є пуассонівським з параметром λ_n . Черга утворюється, якщо $n > S$. Щоб черга не зростала безмежно, необхідно, щоб коефіцієнт використання СМО $\Psi = \frac{\lambda_S}{\mu_S} < S$.

Для моделі багатоканальної СМО розглянемо рівняння стану СМО для трьох випадків: $n = 0$; $(1 \leq n < S)$ та $n \geq S$.

Модель багатоканальної СМО з однією чергою:

$$\lambda P_0 = \mu P_1; \quad (n = 0)$$

$$(\lambda + n\mu)P_n = \lambda P_{n-1} + \mu(n+1)P_{n+1}; \quad (1 \leq n < S)$$

$$(\lambda + S\mu)P_n = \lambda P_{n-1} + S\mu(n+1)P_{n+1}; \quad (n \geq S).$$

Актуальною задачею є визначення оптимальної кількості каналів обслуговування. У СМО потрібно знаходити розумний компроміс між довжиною черги як „неминучого лиха” і кількістю каналів обслуговування. Розв'язок оптимізаційної задачі і аналіз моделі конкретної технічної системи дозволяє прогнозувати її стан, оптимізувати роботу, здійснювати ефективне управління.

2.3. Модулі задачі організаційного управління

Функціонування АСУ «Розумний будинок» невіддільне від раціонального використання ресурсів, які, як правило, обмежені. Для прийняття рішень планового стратегічного характеру формують задачу організаційного управління. За своїм

змістом така задача передбачає пошук значень керованих змінних, за яких досягають найбільшого або найменшого значення цільової функції, при певних обмеженнях, обумовлених наявними ресурсами.

Структура оптимізаційної моделі складається з цільової функції, області допустимих рішень і системи обмежень, що визначають цю область. Цільова функція в найзагальнішому вигляді в свою чергу також складається з трьох елементів: керованих змінних; некерованих змінних; форми функції (виду залежності між ними).

В економічних задачах область допустимих рішень обмежена наявними ресурсами, умовами, які записуються у вигляді системи обмежень, що складається з рівнянь і нерівностей. Якщо система обмежень несумісна, то область допустимих рішень є марною. Обмеження поділяються на:

- лінійні (I і II) і нелінійні (III і IV), що зображені на рисунку 2.3;
- детерміновані (A, B) і стохастичні (групи кривих C і), що зображені на рисунку 2.4;

Оптимізаційні завдання вирішуються методами математичного програмування., де головне завдання полягає в знаходженні екстремуму функцій при обмеженнях у формі рівнянь і нерівностей.

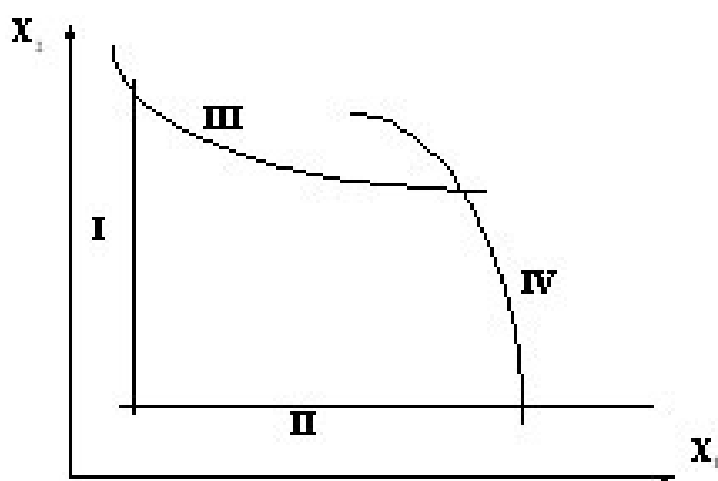


Рисунок 2.3 - Лінійні і нелінійні обмеження

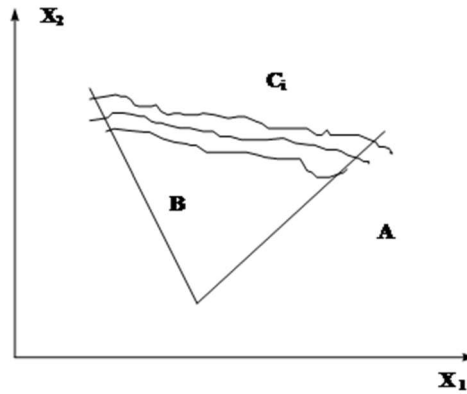


Рисунок 2.4 - Детерміновані і стохастичні обмеження

Найчастіше за допомоги цільової функції встановлюють витрати чи прибуток від господарської діяльності, а обмеження формують область допустимих значень керованих змінних. Визначена через керовані змінні цільова функція й обмеження складають модель організаційного управління. Існує декілька способів рішення задач організаційного управління, але найбільш поширеним є симплекс-метод. В дослідженнях операцій цей метод використовують для розв'язку основної задачі лінійного програмування, формулювання якої співпадає з формулюванням вищезазначеної задачі. Завдяки основній теоремі симплекс-методу завжди можна встановити, чи досягнуто оптимального плану, чи ні.

2.3.1. Симплекс-метод

Симплекс-метод дозволяє ефективно знайти оптимальне рішення, уникаючи простого перебору всіх можливих кутових точок.

Нехай невироджену задачу лінійного програмування представлено в канонічному вигляді:

$$\sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \max,$$

$$\sum_{j=1}^n A_j x_j = B, \quad x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n,$$

Точка $X \in D$ називається кутовий точкою, якщо представлення $X = \alpha X^1 + (1 - \alpha)X^2$, де $X^1, X^2 \in D$; $0 < \alpha < 1$ можливо тільки при $X^1 = X^2$, тобто неможливо знайти дві точки в області, такі що інтервал проходячи через їх містить X (не внутрішня точка).

Графічний спосіб розв'язання задачі ЛП (дисципліна, присвячена теорії і методам вирішення екстремальних задач на множинах n -мірного простору, що задаються системами лінійними рівнянь і нерівностей.) показує, що знаходження оптимального рішення асоціюється з кутовий точкою. Це є основною концепцією при розробці симплекс-методу.

Нехай є система m рівнянь і n невідомих ($m < n$). Розділимо змінні на дві множини: $(n-m)$ змінні покладемо рівними нулю, а інші m змінних визначаються рішенням системи вихідних рівнянь. Якщо це рішення єдине, то тоді ненульові m змінних називають базисними; нульові $(n-m)$ змінних - вільними (небазисними), а відповідні результуючі значення змінних називають базисним рішенням.

Основний принцип методу: обчислення починаються з якогось «стартового» базисного рішення, а потім ведеться пошук рішень, які «покращують» значення цільової функції. Це можливо тільки в тому випадку, якщо зростання якийсь змінної призведе до збільшення значення функціоналу.

Необхідні умови для застосування симплекс-методу:

- задача має мати канонічну форму;
- у задачі повинен бути явно виділений базис.

Явно виділеним базисом будемо називати вектор виду: $(.0100..)^T, (.010..)^T, (.0010..)^T \dots$, де тільки одна координата вектору не нульова і дорівнює 1. Базисний вектор має розмірність $(m \times 1)$, де m – кількість рівнянь в системі обмежень.

Для зручності обчислень і наочності зазвичай користуються симплекс-таблицями, що зображена на рисунку 2.5. У першому рядку вказують «найменування» всіх змінних. У першому стовпці вказують номери базисних змінних, а в останній комірці - букву Z (це рядок функціоналу).

Базис:	X_1	X_2	...	X_n	
X_n	a_{11}	a_{12}	...	a_{1n}	b_1
X_{n-1}	a_{21}	a_{22}	...	a_{2n}	b_2
...
X_{n-2}	a_{m1}	a_{m2}	...	a_{mn}	b_m
Z	C_1	C_2	...	C_n	0

Рисунок 2.5 - Сиплекс-таблиця

У «середині таблиці» вказують коефіцієнти матриці обмежень - a_{ij} . Останній стовпець - вектор правих частин відповідних рівнянь системи обмежень. Крайня права комірка - значення цільової функції. На першій ітерації її вважають рівною 0.

До задачі лінійного програмування зводять ряд інших задач, найпоширенішою з яких є транспортна. Вона виникає при плануванні найбільш раціонального переміщення ресурсів маршрутами, що мають різну вартість. В залежності від обмежень чи заборон на певні переміщення транспортна задача може мати особливості в алгоритмах розв'язку.

Очевидно, що коло задач, які виникають на етапах стратегічного планування та управління житловою будівлею достатньо широке. Не всі з них можуть бути формалізовані для розв'язку методом лінійного програмування. Якщо цільова функція і/або системи обмежень задані нелінійними рівняннями, для розв'язку задачі використовують методи нелінійного програмування [14].

2.4. Модуль системи нечіткого висновку

Розробка алгоритмів, які формалізують міркування людини, для систем управління технічними приладами та процесами представляє сьогодні одну з найбільш актуальних задач. Такі нові системи обробки інформації і керування дістали назву систем нечіткого висновку. Їх функціонування відбувається на основі правил нечіткого висновку, а процедура отримання нечітких висновків здійснюють

на підставі нечітких передумов з використанням основних операцій нечіткої логіки [15].

Ідентифікація динамічних систем є процес отримання оцінки математичних моделей динамічних систем на основі використання і обробки експериментальних даних, отриманих в ході дослідження таких систем.

Припустимо, що $g(x)$ представляє модель деякої фізичної системи, яку необхідно ідентифікувати. При цьому, навчальна множина G визначається експериментальними наборами вхідних - вихідних даних.

Нехай структура моделі відповідає лінійної моделі фізичної системи і може бути представлена у вигляді:

$$y(k) = \sum_{i=1}^{\bar{q}} \theta_{a_i} y(k-i) + \sum_{i=0}^{\bar{p}} \theta_{b_i} u(k-i)$$

де $u(k)$ і $y(k)$ - значення вхідних і вихідних змінних об'єкта управління в дискретні моменти часу $k \geq 0$; θ_{a_i} , θ_{b_i} - параметри, що підлягають оцінці.

Таким чином, проблема параметричного оцінювання моделі об'єкта управління полягає в знаходженні найкращого вектора параметрів моделі системи із заданою структурою .

Одним із ключових прикладів використання системи нечіткого висновку є система кондиціонування. Процес охолодження чи нагрівання повітря в приміщенні є інерційним. Після включення режиму „холод” відбувається нагнітання холодного повітря, і температура повітря в приміщенні поступово зменшується. При цьому в момент відключення цього режиму температура продовжує знижуватись протягом деякого проміжку часу. Аналогічні процеси спостерігаються при включенні і відключенні режиму „тепло”. Щоб врахувати особливості процесів керування системами кондиціонування і виключити додаткові витрати, пов'язані з частим вмиканням і вимиканням режимів, необхідно розглядати в якості змінних не тільки температуру повітря в приміщенні, а і швидкість її зміни. У цьому випадку емпіричні знання можуть бути представлені у

формі евристичних правил моделей Мамдані. Нечітка модель Мамдані може бути задана у вигляді

$$y = f(x, \theta) = \frac{\sum_{i=1}^R b_i \mu_i(x)}{\sum_{i=1}^R \mu_i(x)}$$

Де, $\mu_i(x)$ - функція приналежності системі умов і-го правила.

Висновки по Розділу 2

Проаналізовано варіанти аналітичного дослідження зношуваності та заміни обладнання. Серед досліджуваних варіантів функції середніх витрат $\varphi(t)$ та функції сумарних витрат $\psi(t)$ було запропоновано реалізувати варіант, коли обидві функції будуть показникові: $\varphi(t) = e^{-at}$ та $\psi(t) = k_0(e^{bt} - 1)$.

Детально розглянуто функціонування систем масового обслуговування, а саме математичну модель системи масового обслуговування з одноканальною чергою і пуасонівським потоком вимог і багатоканальну чергу СМО. Встановлено, що для поставленої оптимізаційної задачі оптимально буде використовувати модель системи масового обслуговування із багатоканальною чергою.

Побудована оптимізаційна задача організаційного управління та досліджені шляхи пошуку цільової функції, що дозволяє встановити витрати чи прибутки від господарської діяльності. Встановлено, що для рішення задачі будемо використовувати симплекс-метод.

Створено алгоритм, який буде формалізувати міркування людини, для систем управління технічними приладами та процесами, а саме створення під регулятора. Виконана побудова параметричного оцінювання нечітких моделей Мамдані.

Сформовано функції залежності від вхідних параметрів для кожного блоку обробки даних АСУ «Розумний будинок», що компактно відображають залежність істотних характеристик від набору регулярних параметрів, дозволять сформулювати шляхи вирішення проблем організації систем АСУ «Розумний будинок».

Розділ 3. Апаратно-програмна реалізація модулі обробки даних АСУ

«Розумний будинок»

MATLAB і LabVIEW - це дві ключові платформи, якими користуються мільйони інженерів та вчених у всьому світі. Обидві ці платформи використовуються на різних етапах проектування, моделювання, тестування прототипів та загального впровадження нової технології та можуть різко скоротити час, необхідний для аналізу даних.

Тому в даному розділі представлена реалізація програмних модулів в середовищі графічного програмування LabVIEW з використанням підпрограми MATLAB Script Node, які розширюють функціональні можливості АСУ «Розумний будинок».

3.1. Середовище графічного програмування LabVIEW та пакет прикладних програм MATLAB.

Сучасні засоби розробки прикладного програмного забезпечення надають широкий вибір інструментів, як для досвідчених програмістів, так і для не досвідчених у програмуванні користувачів. Ці засоби дозволяють створювати призначені для користувача програми безпосередньо на стандартних мовах програмування, наприклад: C/C++, Basic, а також за допомогою спеціальних бібліотек, які є основою ряду інструментальних програмних засобів.

Графічні пакети легко освоюються не тільки програмістами-професіоналами, але і користувачами, що не мають досвіду програмування. З одного боку сучасні графічні системи дозволяють створювати програми, які практично не поступаються за ефективністю програмам, написаним в текстових пакетах. З іншого боку у більшості випадків графічні програми більш наочні, легше модифікуються і налагоджуються, швидше розробляються. Слід зауважити, що основним недоліком графічних програм є менший обсяг технічних можливостей обчислень в порівнянні із пакетами прикладних програм.

MATLAB, або MATrix LABoratory, являє собою спеціалізовану систему комп'ютерної математики, розроблене Mathworks [15]. Її можливості дозволяють

використовувати матричні маніпулятори, побудову графіків функцій та даних, реалізацію алгоритмів, створення інтерфейсів і взаємодію з текстовими програмами, написаними різними мовами, такими як C, C ++, Java та Python.

MATLAB підтримує розробку програм із GUIDE або середовищем розробки графічного інтерфейсу користувача (GUI). Він має додаткові набори інструментів, наприклад символічний двигун MuPAD, який дозволяє отримати доступ до символічних обчислювальних можливостей.

3.2. Розробка програмного модуля задачі заміни обладнання

Актуальною задачею для АСУ «Розумний будинок» є визначення періоду для оновлення обладнання. Потрібно створити панель керування віртуальним приладом, де користувач повинен ввести тільки вхідні параметри і після цього отримати вихідний набір даних, що буде описуватися як графічно так і аналітично про оптимальний час заміни обладнання.

Потрібно розробити інтерфейс програмного модуля заміни обладнання. Тобто на Front Panel буде створено в подальшому 6 окремих полів вводу вхідних даних, значення котрих будуть присвоюватися змінним на панелі Block Diagram. Для цього використаємо програмний компонент «Numeric Control», котрий зображено на рисунку 3.1.



Рисунок 3.1 - Вхідні параметри панелі керування віртуального приладу «заміни обладнання»

Властивості програмного компоненту «Numeric Control» налаштовані таким чином, що основний тип даних є Double precision (DBL) (рис.3.2.), де числа з

плаваючою точкою подвійної точності мають 64-бітовий формат IEEE. Вибір такого числового формату обумовлений наступними факторами:

- стандартний формат для числових об'єктів, використовуваний в більшості випадків в середовищі графічного програмування LabVIEW;
- даний формат є формат з плаваючою точкою (floating-point) і використовується для представлення дробових чисел.

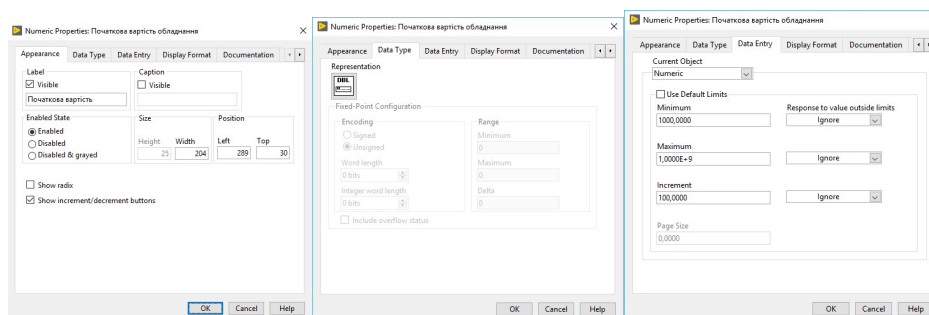


Рисунок 3.2 - Властивості «Numeric Control» для вхідного параметру «Початкова вартість обладнання»

Слід зауважити, що для кожного окремого вхідного параметра був виставлений діапазон значень в межах яких користувач може ввести вхідні дані (рис.3.3).

Програмний компонент «Button» додаємо для запуску розрахунків (рис.3.4). Також слід додати для візуалізації отриманих результатів програмний компонент «Numeric Indicator» та «Waveform Graph» (рис.3.5). Таким чином ми отримуємо закінчений зовнішній вигляд панелі керування задачі заміни обладнання.

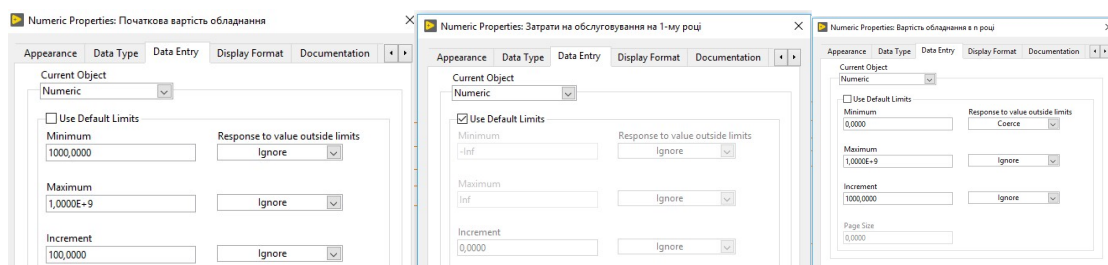


Рисунок 3.3 - Параметр «Data Entry» для Numeric Control Properties

Кнопку припинення роботи «STOP» панелі керування будемо додавати при налаштуванні програмного компоненту «While Loop» на панелі Block Diagram.

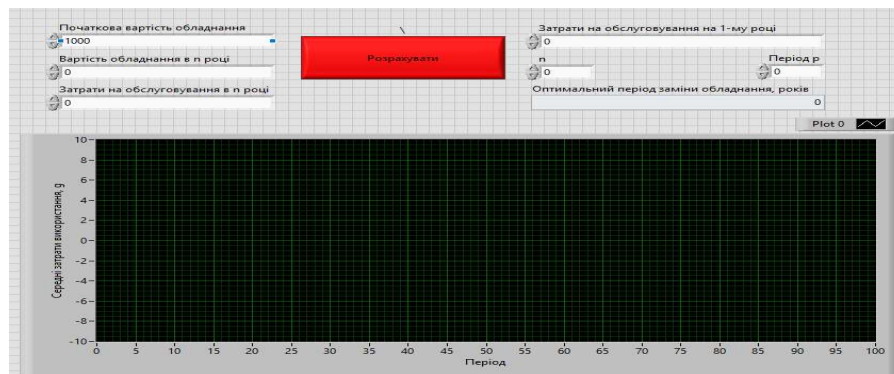


Рисунок 3.4 - Інтерфейс панелі керування із кнопкою Розрахунок та полем виводу результатів

Цикл «While Loop» - це оператор потоку управління, який використовується для багаторазового виконання блоку коду, поки не буде виконана задана логічна умова (рис. 3.6). Спочатку виконується код всередині циклу, а потім оцінюється виконання умови завершення.

При підключенні кнопки «STOP» до умовного терміналу (рис.3.7.), виникає можливість контролювати виконання циклу «While». Умовний термінал (рис.3.8.) визначає, коли цикл буде зупинений. Для умовного терміналу є два режими функціонування:

- «Continue if True» (Продовжити, якщо Істина);
- «Stop if True» (Стоп, якщо Істина).

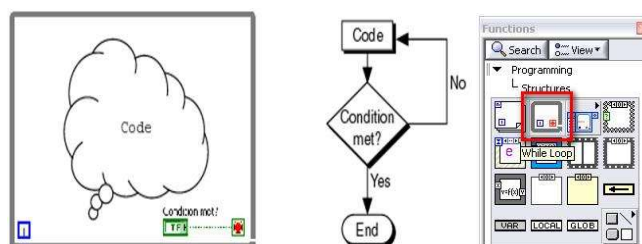


Рисунок 3.6 - Структура програмного компоненту «While Loop» в LabVIEW

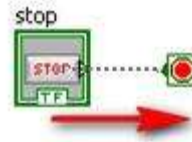


Рисунок 3.7 - Підключення кнопки «STOP» до умовного терміналу

Коли натиснута кнопка «STOP», на умовний термінал передається значення «True», викликаючи зупинку циклу «While». Є можливість пов'язати з умовним терміналом будь-які дані типу Boolean (логічні), щоб контролювати виконання циклу «While».



Рисунок 3.8 - Умовний термінал

Після утворення структури програмного-графічного коду потрібно додати компонент «MathScript Node». Модуль MathScript є програмним доповненням для середовища програмування LabVIEW, яка включає понад 750 вбудованих текстових функцій для обробки сигналів, аналізу та обчислювальних задач. Він забезпечує інтерактивний і програмований інтерфейс. Інтерактивне вікно MathScript, створене для завантаження, зберігання, розробки і виконання різноманітних дії із математичними формулами (рис. 3.9.). Також в програмному компоненті «MathScript Node» є можливість додавання коду в текстовому форматі шляхом вказання місцезнаходження його у файловій системі.

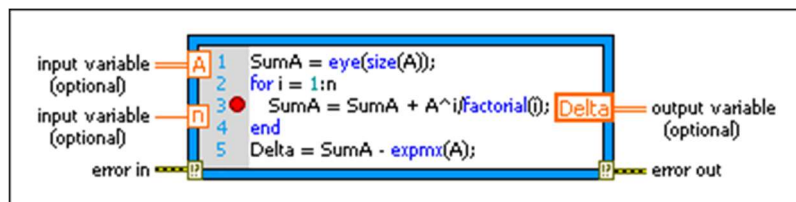


Рисунок 3.9 - Програмний компонент MathScript Node

Для введення формул необхідно створити 6 вхідних змінних, що будуть отримувати значення від програмних компонентів «Numeric Control» і одну змінну,

де буде зберігатися результат (рис. 3.10). Тип змінних повинен відповідати параметру Data Type для «Numeric Control» і «Waveform Graph».

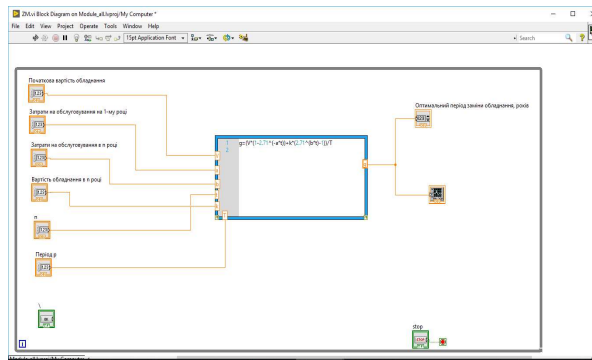


Рисунок 3.10 - Графічний код модуля заміни обладнання

Використовуючи формулу вартості обладнання і відповідно знаходження точок екстремумів як рішення оптимізаційної задачі, отримуємо модулі задачі заміни обладнання.

Користувачам АСУ «Розумний будинок» необхідно буде вводити вхідні параметри, котрі розраховуватимуть оптимальний період в межах якого буде найвигідніше змінити певне обладнання. Слід зауважити, що дана оптимізаційна задача не передбачає врахування випадкових подій, що впливають на загальні витрати.

3.2.1. Експериментальна перевірка модуля заміни обладнання

Для підтвердження працездатності модуля задачі заміни обладнання необхідно ввести початкові значення на панелі віртуального приладу.

Нехай вхідні параметри будуть наступні:

- початкова вартість обладнання становить 6000 умовних одиниць;
- вартість обладнання через 3 роки становить 4500 умовних одиниць;
- витрати на обслуговування в 3 рік експлуатації становлять 1500 умовних одиниць;

- витрати на обслуговування в 1 рік експлуатації становлять 500 умовних одиниць;
- період в продовж якого хочемо дізнатися оптимальний період заміни обладнання становить 5 років;

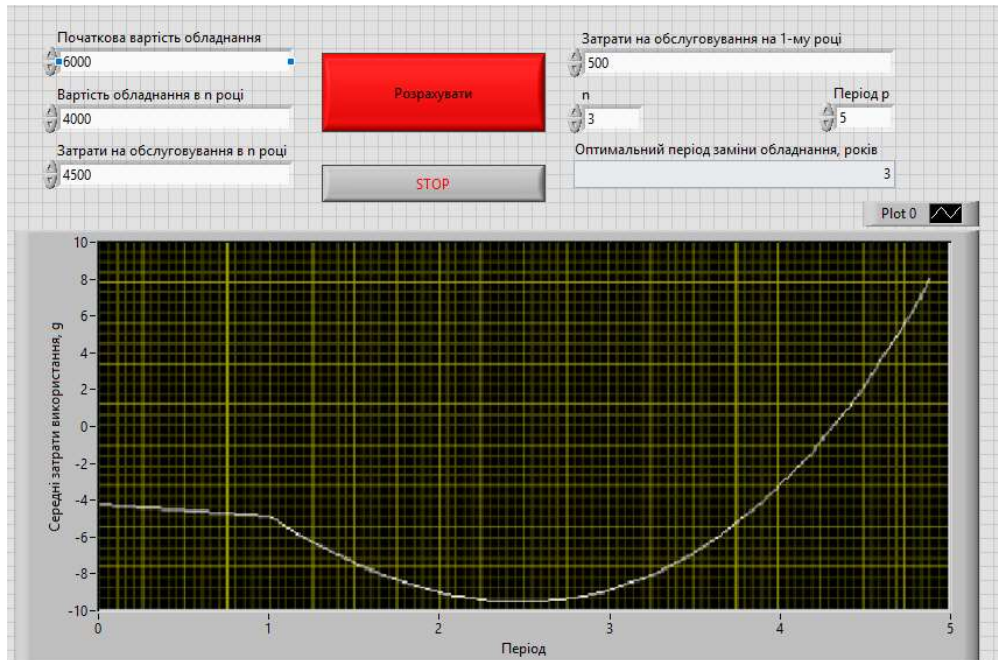


Рисунок 3.11 - Модуль заміни обладнання

Після введення всіх параметрів отримуємо графік, мінімум якого вказує на оптимальний період заміни обладнання. Результат зображено на рисунку 3.11. Отже можемо зробити висновки, що даний віртуальний прилад здатний проводити певні розрахунки.

3.3. Розробка панелі керування задачі організаційного управління

Панель керування організаційної задачі передбачає реалізацію симплекс методу. Тобто на Front Panel потрібно створити масив для заповнення цільової функції, а точніше коефіцієнтів цільової функції (рис. 3.12). Для цього використаємо програмний компонент «Array» із додаванням компоненту «Numeric Control».

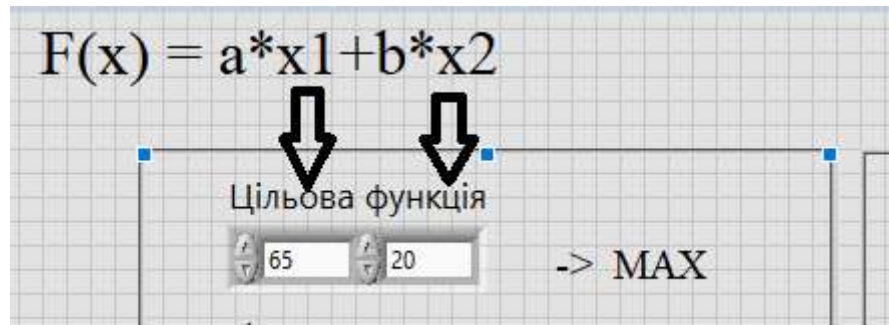


Рисунок 3.12 - Коефіцієнти цільової функції

Аналогічну операцію проводимо для обмежень цільової функції. Для цього використаємо програмний компонент «Array» (у властивостях встановимо параметр «Size» як для масиву розміром 2 стовпчики на 3 рядки (рис. 3.13)) із додаванням програмного блоку «Numeric Control» в кількості 6 штук (рис. 3.14).

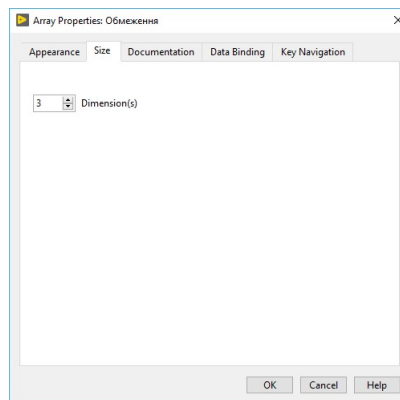


Рисунок 3.13 - Властивості програмного компоненту «Array»

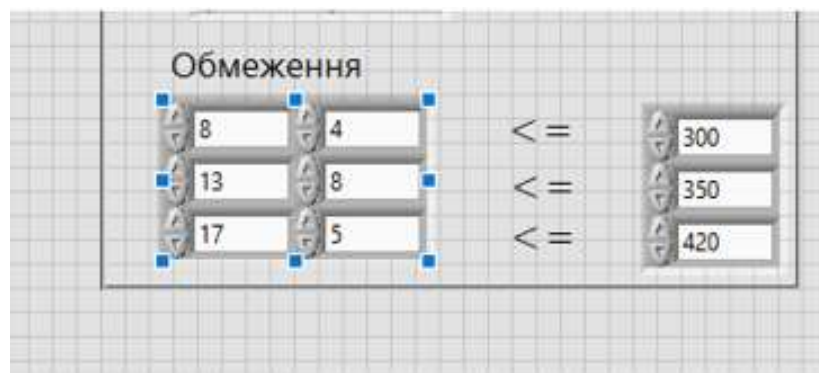


Рисунок 3.14 - Обмеження, що накладаються на цільову функцію

Програмний компонент «Button» додаємо для запуску знаходження екстремумів функції (позначення «1» на рис. 3.15).

Для отримання результату потрібно створити масив розміром 2 стовпчики на 1 рядок (позначення «2» на рис. 3.15) та місце для виводу інформації. Для цього додаємо програмний компонент «Numeric Indicator» (позначення «3» на рис. 3.15).

Отже після створення інтерфейсу панелі користувача потрібно запрограмувати сам симплекс метод. На початковому етапі потрібно додати програмний компонент «While Loop», що зображений на рисунку 3.16.

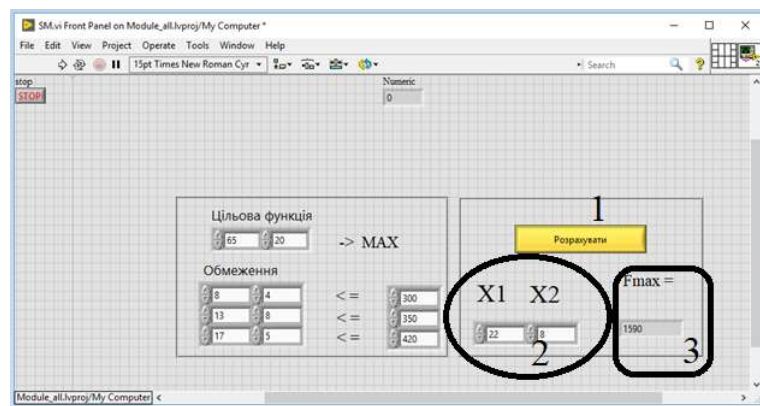


Рисунок 3.15 - Загальний вигляд Front Panel

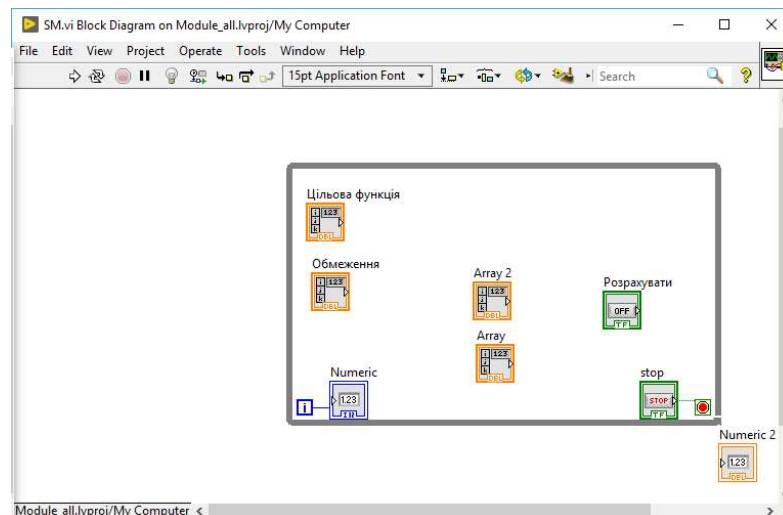


Рисунок 3.16 - Початковий вигляд панелі Block Diagram програмного компоненту «While Loop»

Для коректного запуску потрібно додати програмний компонент «Case Structure» (рис. 3.17). Який містить одну або декілька під діаграм, точно одна з яких виконується при запуску структури.

Components of a Case Structure

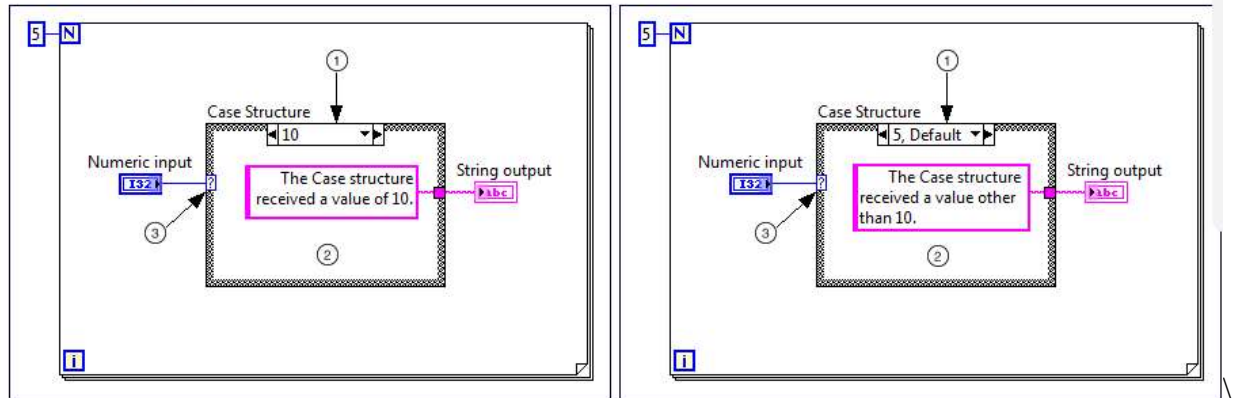


Рисунок 3.17 - Програмний компонент Case Structure

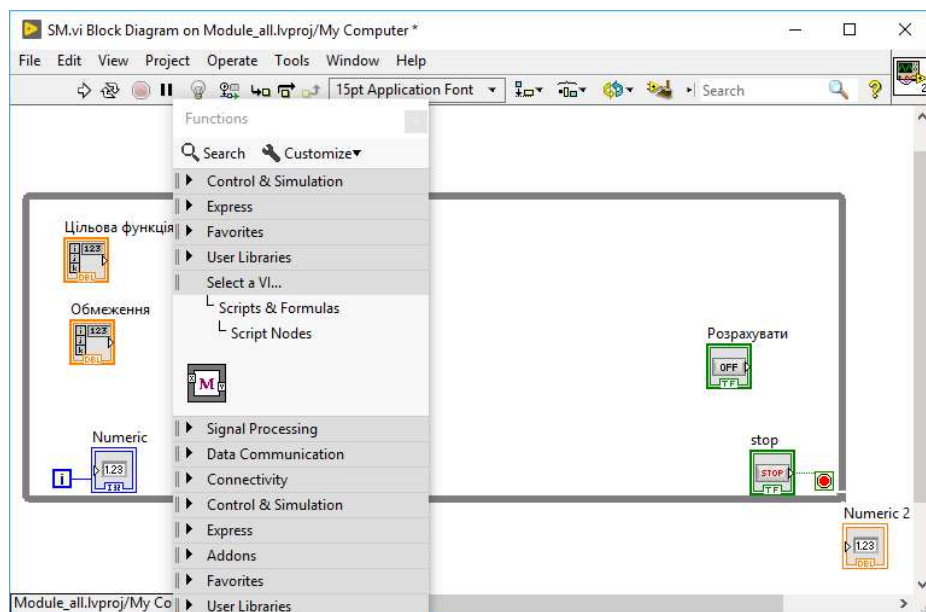


Рисунок 3.18 – Додавання компоненту Math Scripts Nodes

Безпосередньо алгоритм реалізований в пакеті прикладних програм MATLAB (рис. 3.18) у вигляді програмного коду, що збережений у файл розширенням *.m (додаток А).

Основною складовою коду є функція `linprog` вирішує завдання лінійного програмування, що описуються наступним чином:

$$\begin{aligned} f^T \cdot x &\rightarrow \inf, \\ A \cdot x &\leq b, \\ A_{eq} \cdot x &= b_{eq}, \\ l_b &\leq x \leq u_b. \end{aligned}$$

Основними вхідними даними функції `linprog` є:

- вектор коефіцієнтів цільової функції `f`;
- матриця обмежень-нерівностей `A`;
- вектор правих частин обмежень-нерівностей `b`;
- матриця обмежень-рівностей `Aeq`;
- вектор правих частин обмежень-рівностей `beq`.

```

1 clear all;
2 close all;
3 clc;
4 C = [55 20];
5 D = [0 4; 18 0];
6 E = [17 5];
7 Aeq = [200 250 -20];
8 beq = [0];
9 lb = zeros(2,1);
10 ub = [1 1];
11 f = C;
12 A = -D;
13 b = -E;
14 [x, fval] = linprog(f,A,b,Aeq,beq,lb,ub);
15
16 fval
17

```

Рисунок 3.19 - Реалізація симплекс методу в пакеті MATLAB

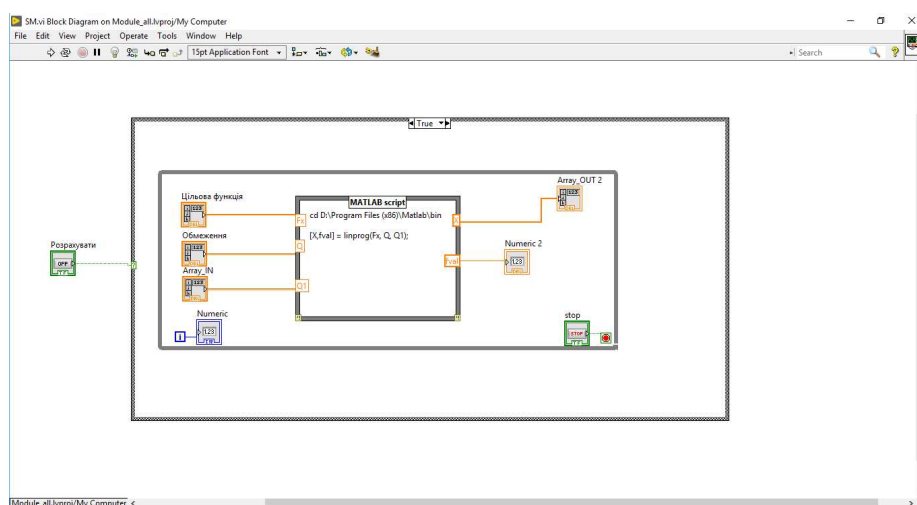


Рисунок 3.20 - Графічний програмний код панелі керування

Готовий програмно-графічний код панелі керування задачі організаційного управління зображений на рисунку 3.20. Даний модуль дозволяє вирішувати різноманітні задачі, що можливо розв'язати за допомогою симплекс-методу.

3.3.1. Експериментальна перевірка панелі керування задачі організаційного управління.

Для підтвердження працездатності модуля керування задачі організаційного управління необхідно ввести початкові значення на панелі віртуального приладу.

Спочатку введемо значення коефіцієнтів при змінних функції, а потім введемо обмеження, що накладаються на цільову функцію. При натисненні кнопки «Розрахувати» буде виконаний розрахунок і на панелі віртуального приладу праворуч з'явиться результат обчислень, що зображений на рисунку 3.21.

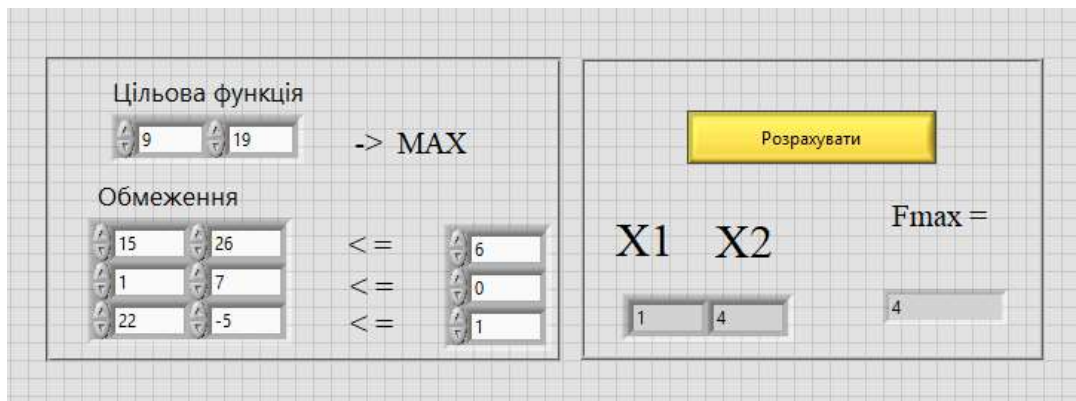


Рисунок 3.21 – Результати роботи задачі організаційного управління

Таким чином можна вводи будь які вхідні параметри і миттєво отримувати результати роботи організаційної задачі.

3.4. Розробка панелі керування системи масового обслуговування

Відповідно до підрозділу 2.1 встановлено, що для оптимізаційної задачі панелі керування СМО найкраще буде використовувати багатоканальну систему масового обслуговування.

Потрібно розробити інтерфейс програмного модуля систем масового обслуговування. На Front Panel потрібно створити 3 масиви для заповнення вхідних параметрів (рис. 3.22). Для цього використаємо програмний компонент «Array» із додаванням програмного компоненту «Numeric Control».

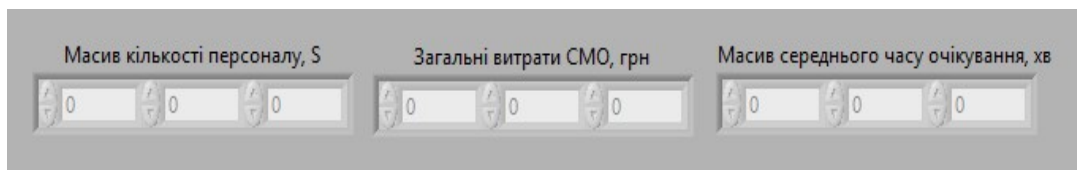


Рисунок 3.22 – Масиви вхідних параметрів

Для швидкого вводу вхідних параметрів «збитки від простою персоналу» та «витрати при введенні персоналу» використаємо програмний компонент «Knob Numeric Control» із наступними властивостями, що зображені на рисунку 3.23.

Для візуалізації результатів роботи віртуального приладу будемо використовувати програмний компонент «Knob Numeric». Особливість «Knob Numeric» - це виведення інформації на віртуальну панель керування, а для «Knob Numeric Control» - введення інформації. Властивості відповідних компонентів зображені на рисунку 3.24 та рисунку 3.25.

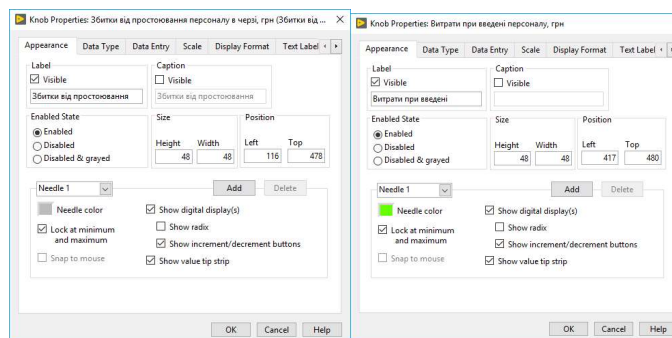


Рисунок 3.23 – Властивості Knob Numeric Control

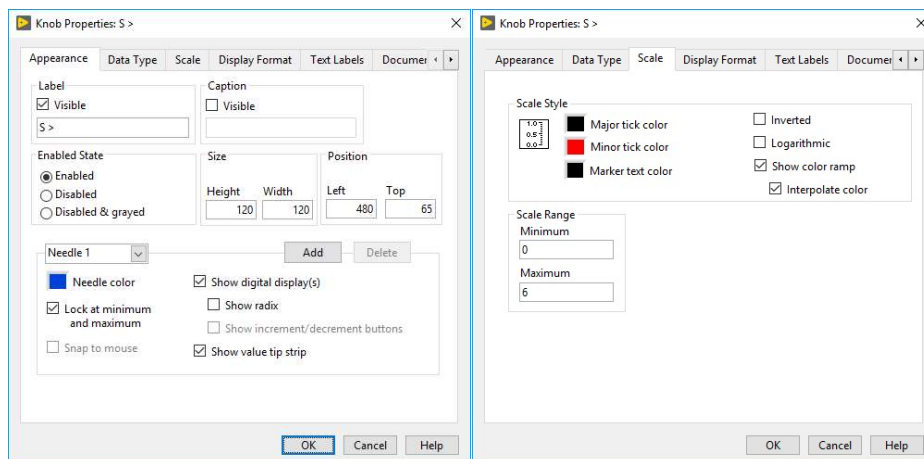


Рисунок 3.24 - Властивості «Knob Numeric»

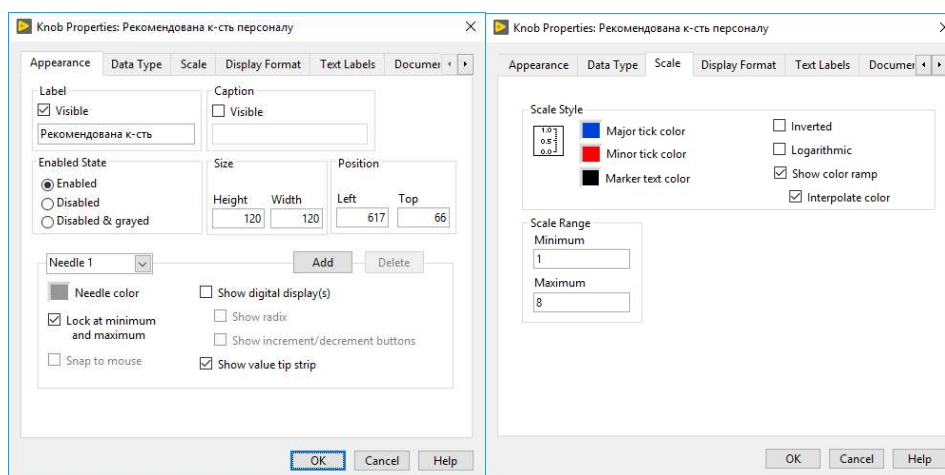


Рисунок 3.25 - Властивості «Knob Numeric»

Для візуалізації результатів роботи віртуального приладу СМО потрібно додати графіки:

- графік «Гістограма потоку вимог - розподіл Пуасона», де описується залежності частоти від кількості вимог;
- графік «Тривалість обслуговування - експоненціальна апроксимація», де описується залежності вимог на обслуговування від тривалості обслуговування;
- графік «Зображення оптимізаційної задачі з мінімізації витрат багатоканальної СМО», де описується залежність витрат від кількості каналів.

Для реалізації використаємо програмний компонент «XY Graphs», на якому відображаються багатозначні функції. Компонент «XY Graphs» візуалізує будь-який набір точок, а також приймає кілька типів даних (рис.3.26).

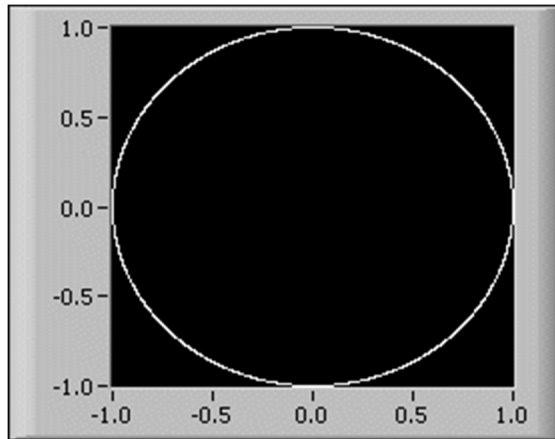


Рисунок 3.26 – На Front Panel зображено приклад «XY Graphs»

Наступним програмним компонентом є «Button», який додаємо для запуску розрахунків і отримання загального вигляду віртуального приладу панелі керування для системи масового обслуговування, що зображено на рисунку 3.27.

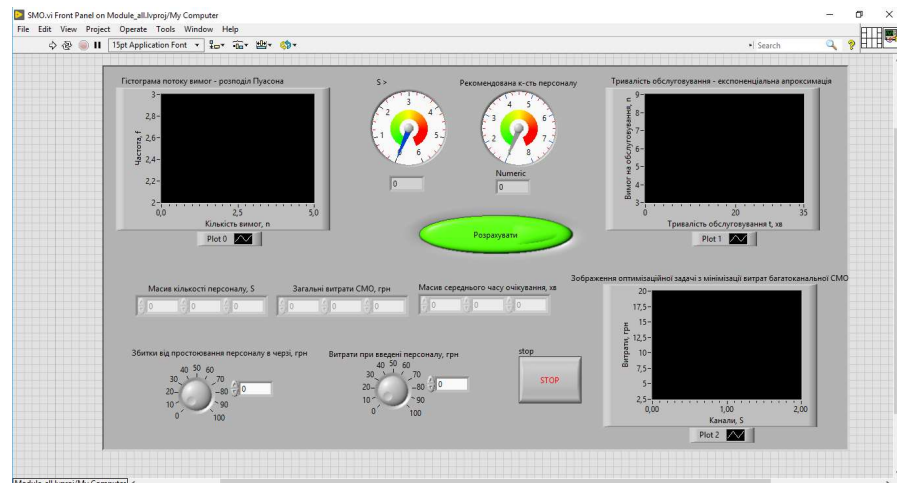


Рисунок 3.27- Панель керування для системи масового обслуговування

На початковому етапі створення графічного коду необхідно на Block Panel додати програмні компоненти «While Loop», «Case Structure» і «MATLAB Script»

Node». Для подальшої реалізації алгоритму роботи багатоканальної СМО необхідно в пакеті прикладних програм MATLAB використати утиліту Simulink, а зокрема набір компонентів SimEvents. Даний набір компонентів включає в себе генератор заявок, генератор черги, генератор обслуговуючого обладнання (рис. 3.28), які скомпільовані в файлі «systemeqv.m». Далі даний файл необхідно підключити в програмному компоненту «MATLAN Script» із точним заданням шляху до файлу.

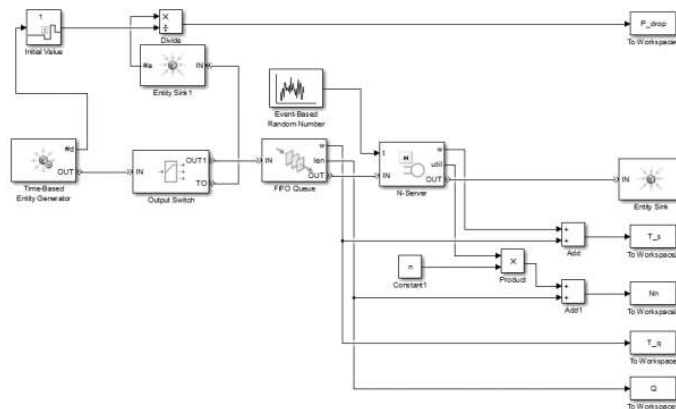


Рисунок 3.28– Структура СМО в SimEvents

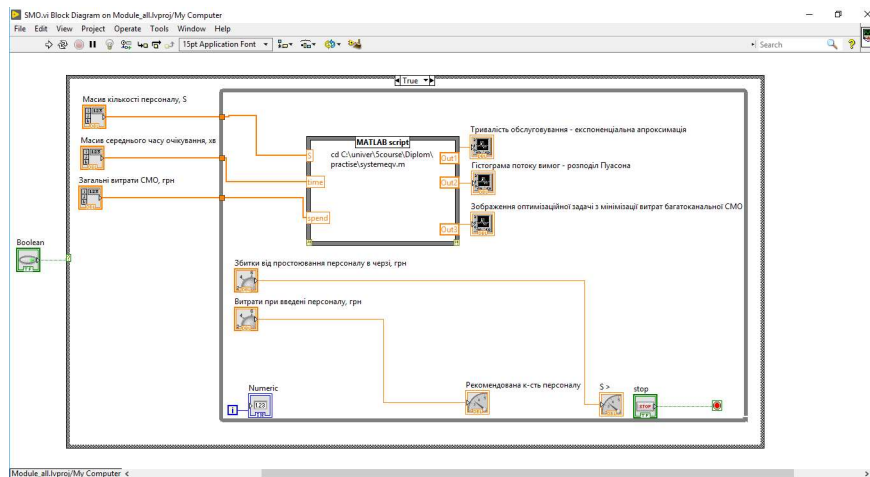


Рисунок 3.29 – Графічний код задачі багатоканальної СМО

Готовий програмно-графічний код панелі керування СМО представлений на рисунку 3.29. Даний модуль дозволяє вирішувати різноманітні задачі, що можна

інтерпретувати як різновид задач багатоканальних систем масового обслуговування.

3.5. Розробка підрегулятора системи нечітких висновків

Для використання систем нечіткого висновку розглянемо задачу управління кондиціонером в приміщенні.

Зазвичай алгоритм використання систем кондиціонування містить ітераційні процеси охолодження чи нагрівання, де при відключенні системи температура продовжує змінюватися протягом невеликого проміжку часу [17].

У досліджуваній моделі системи кондиціонування вважаємо, що режим «холод» - відповідає повороту регулятора вліво, режим «тепло» - вправо, щодо деякої точки, в якій система кондиціонування вимкнена. Регулятор системи кондиціонування зображений на рисунку 3.29.

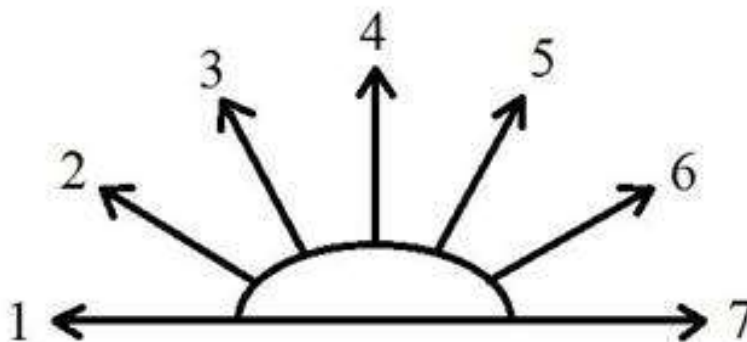


Рисунок 3.29 - Режими регулятора кондиціонера

Кожен режим відповідає тривалості роботи системи кондиціонування, на яку впливають вхідні дані:

- «1» - охолоджує повітря за тривалий проміжок часу;
- «2» - охолоджує повітря за невеликий проміжок часу;
- «3» - охолоджує повітря за короткий проміжок часу;
- «4» - кондиціонер знаходиться у вимкненому стані;

- «5» - нагріває повітря за короткий проміжок часу;
- «6» - нагріває повітря за невеликий проміжок часу;
- «7» - нагріває повітря за тривалий проміжок часу.

Також в системі кондиціонування можна вибрати швидкість охолодження чи нагрівання. Для налаштування системи кондиціонування необхідно вибрати один з перерахованих режимів нижче:

- «High» - висока швидкість охолодження / нагрівання повітря;
- «Normal» - середня швидкість охолодження / нагрівання повітря;
- «Low» - низька швидкість охолодження / нагрівання повітря.

Системи кондиціонування оснащена функцією економ режиму, яка має тільки два стани - ввімкнена і вимкнена.

В якості алгоритму нечіткого виведення використовуємо алгоритм Mamdani.

Таблиця 3.1 - Евристичні правила

№ правила	ЯКЩО в приміщенні	швидкість зміни температури	режим економії	ТО слід включити режим	повернувши регулятор на режим
1	2	3	4	5	6
1	дуже тепло	висока	вимкнений	«Холод»	1
2	дуже тепло	середня	вимкнений	«Холод»	2
3	дуже тепло	низька	вимкнений	«Холод»	3
4	дуже тепло	висока	включений	«Холод»	2
5	дуже тепло	середня	включений	«Холод»	3
6	дуже тепло	низька	включений	«Холод»	3
7	тепло	висока	вимкнений	«Холод»	2
8	тепло	середня	вимкнений	«Холод»	2
9	тепло	низька	вимкнений	«Холод»	3
10	тепло	висока	включений	«Холод»	2
11	тепло	середня	включений	«Холод»	3
12	тепло	низька	включений	«Холод»	3

1	2	3	4	5	6
13	нормально	будь-яка	вкл\викл	-	4
14	холодно	висока	вимкнений	«Тепло»	6
15	холодно	середня	вимкнений	«Тепло»	6
16	холодно	низька	вимкнений	«Тепло»	5
17	холодно	висока	включений	«Тепло»	6
18	холодно	середня	включений	«Тепло»	5
19	холодно	низька	включений	«Тепло»	5
20	дуже холодно	висока	вимкнений	«Тепло»	7
21	дуже холодно	середня	вимкнений	«Тепло»	6
22	дуже холодно	низька	вимкнений	«Тепло»	5
23	дуже холодно	висока	включений	«Тепло»	6
24	дуже холодно	середня	включений	«Тепло»	5
25	дуже холодно	низька	включений	«Тепло»	5

Інформація представлена в таблиці 3.1 буде використовуватися при побудові бази правил системи нечіткого виведення в пакеті прикладних програм MATLAB.

3.5.1. Побудова бази нечітких лінгвістичних правил

Для побудови бази нечітких лінгвістичних правил в якості першої лінгвістичної змінної використаємо температуру повітря в приміщенні, де x_1 - «температура в приміщенні». В якості другої лінгвістичної змінної використаємо інтенсивність нагнітання повітря - x_2 . Третя лінгвістична змінна, x_3 , описує функцію економ режиму.

Таблиця 3.2 - Нечіткі лінгвістичні правила

№ правила	ЯКЩО x 1	x 2	x 3	ТО y
1	2	3	4	5
1	«дуже тепло»	«Висока»	«Вимкнений»	«1»
2	«дуже тепло»	«Середня»	«Вимкнений»	«2»
3	«дуже тепло»	«Низька»	«Вимкнений»	«3»
4	«дуже тепло»	«Висока»	«Включений»	«2»
5	«дуже тепло»	«Середня»	«Включений»	«3»
6	«дуже тепло»	«Низька»	«Включений»	«3»
7	«Тепло»	«Висока»	«Вимкнений»	«2»
8	«Тепло»	«Середня»	«Вимкнений»	«2»
9	«Тепло»	«Низька»	«Вимкнений»	«3»
10	«Тепло»	«Висока»	«Включений»	«2»
11	«Тепло»	«Середня»	«Включений»	«3»
12	«Тепло»	«Низька»	«Включений»	«3»
13	«Нормально»	-	-	«4»
14	«Холодно»	«Висока»	«Вимкнений»	«6»
15	«Холодно»	«Середня»	«Вимкнений»	«6»
16	«Холодно»	«Низька»	«Вимкнений»	«5»
17	«Холодно»	«Висока»	«Включений»	«6»
18	«Холодно»	«Середня»	«Включений»	«5»
19	«Холодно»	«Низька»	«Включений»	«5»
20	«дуже холодно»	«Висока»	«Вимкнений»	«7»
21	«дуже холодно»	«Середня»	«Вимкнений»	«6»
22	«дуже холодно»	«Низька»	«Вимкнений»	«5»
23	«дуже холодно»	«Висока»	«Включений»	«6»
24	«дуже холодно»	«Середня»	«Включений»	«5»
25	«дуже холодно»	«Низька»	«Включений»	«5»

В якості вихідної лінгвістичної змінної використовуємо кут повороту регулятора, що зображено в таблиці 3.2.

3.5.2. Розробка нечіткої моделі в системі MATLAB та LabVIEW

Для розробки нечіткої моделі (назвемо її Conditioner) використовуємо пакет прикладних програм MATLAB [18], де визначимо вхідні змінні з іменами x_1 (temperature), x_2 (speed) і одну вихідну змінну y (mode).

Параметри нечіткої системи:

- операція \min для нечіткого І;
- операція \max для нечіткого АБО;
- методи імплікації (\min) і дефазифікації (centroid).

Визначення функції приналежності термів для кожної змінної скористаємося редактором функцій приналежності системи MATLAB. Задамо 25 правил для системи нечіткого виведення. Для цього скористаємося редактором правил системи MATLAB.

Визначимо терм-множини введених лінгвістичних змінних. Терм першої вхідної лінгвістичної змінної позначимо $T_1 = \{ \text{«дуже тепло»}, \text{«тепло»}, \text{«нормально»}, \text{«холодно»}, \text{«дуже холодно»} \}$ з функціями належності на рисунку 3.30. Терм-множина $T_2 = \{ \text{«висока»}, \text{«середня»}, \text{«низька»} \}$, що зображена на рисунку 3.31. Терм-множина $T_3 = \{ \text{«вимкнений»}, \text{«ввімкнений»} \}$, що зображена на рисунку 3.32. Як терм-множини вихідної лінгвістичної змінної використовуємо - $T_4 = \{ \text{«1»}, \text{«2»}, \text{«3»}, \text{«4»}, \text{«5»}, \text{«6»}, \text{«7»} \}$, зображена на рисунку 3.33.

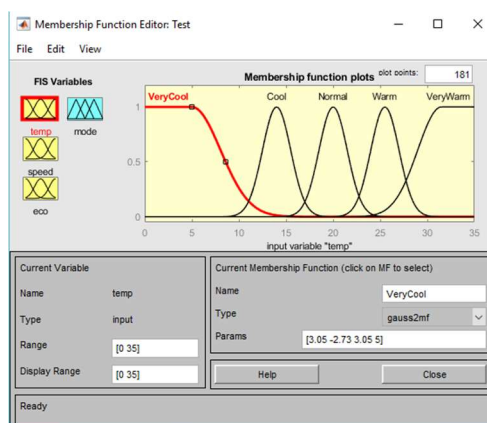


Рисунок 3.30 - Температура повітря в приміщенні

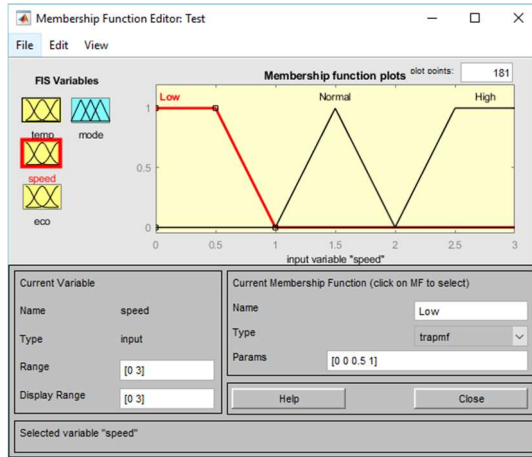


Рисунок 3.31 - Швидкість зміни температури повітря

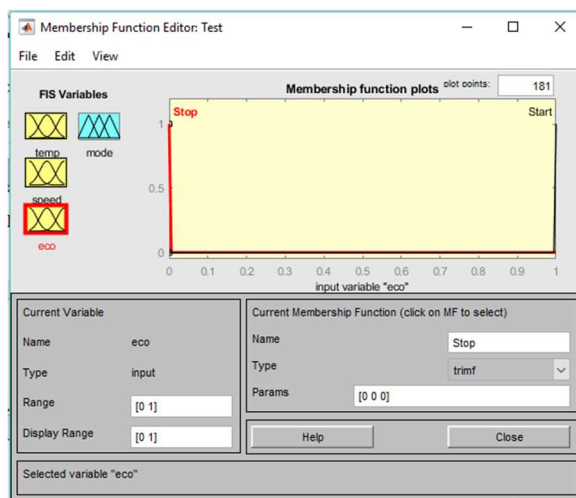


Рисунок 3.32 - Економ режим

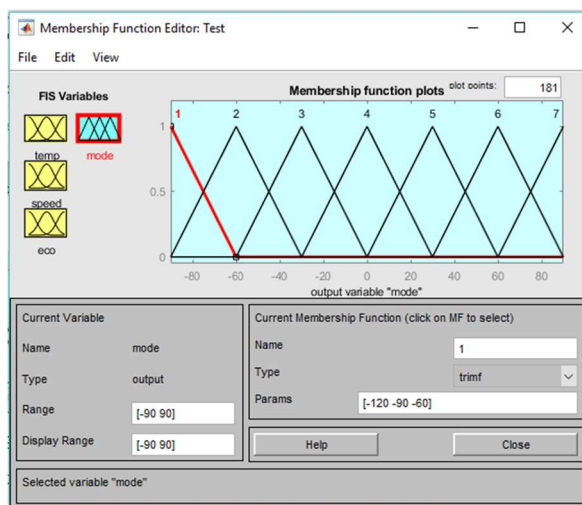


Рисунок 3.34 - Кут повороту регулятора системи кондиціонування

Для загального аналізу розробленої нечіткої моделі може виявитися корисною візуалізація відповідної поверхні нечіткого виведення. Наприклад, на рисунку 3.35 зображена залежність кута повороту від температури повітря в приміщенні і швидкості кондиціонера.

Використання алгоритму нечіткої логіки в середовищі програмування LabVIEW приведе до результату зображених на рисунку 3.36 та рисунку 3.7 [22].

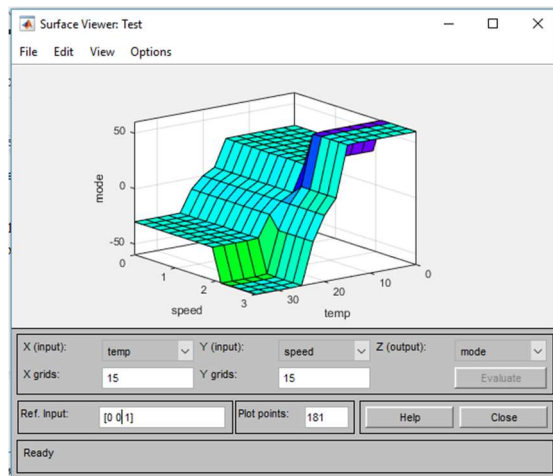


Рисунок 3.35 - Вид поверхні нечіткого виведення в інтерактивному режимі налагодження

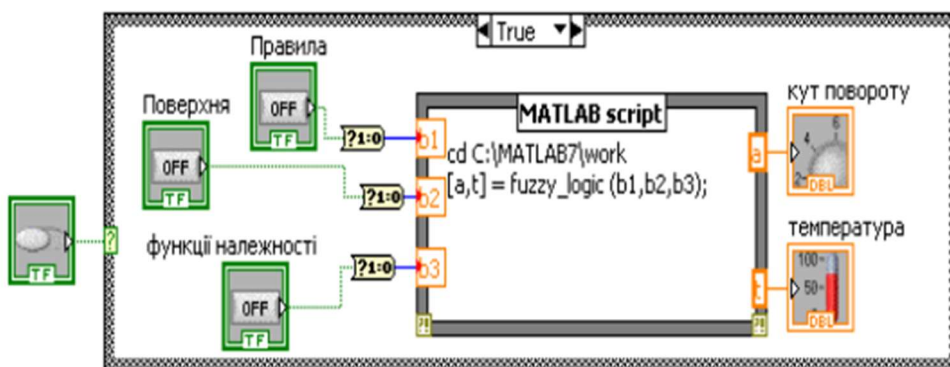


Рисунок 3.36 - Програмно-графічний код панелі керування системи кондиціонування

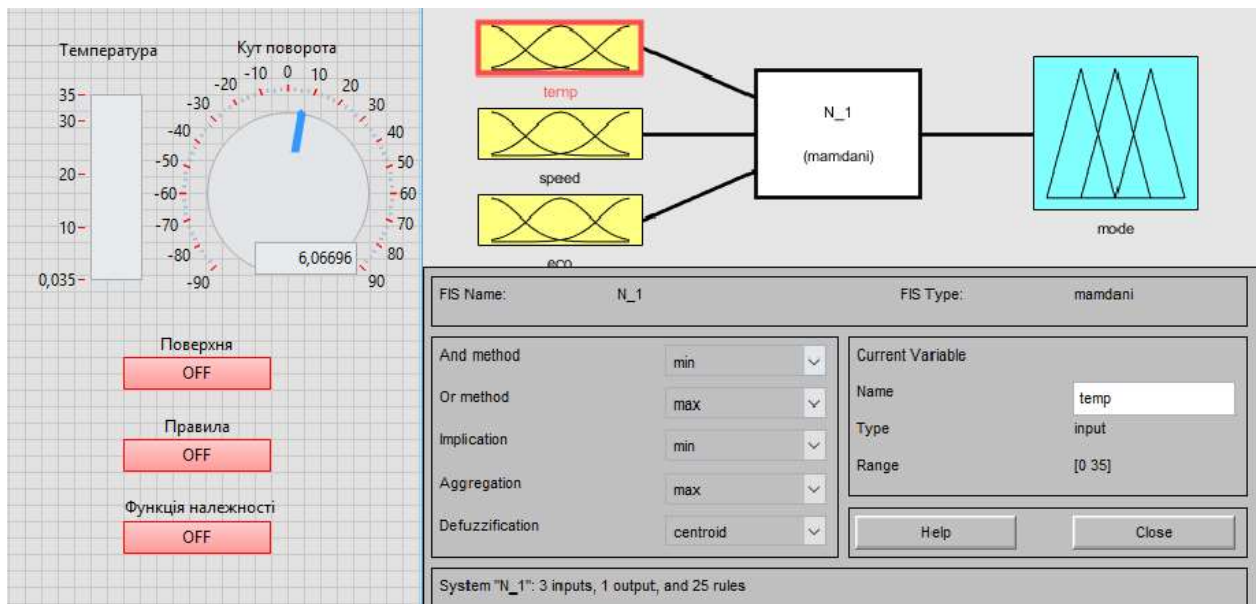


Рисунок 3.37 - Панель керування віртуального приладу системи кондиціонування

Отримана панель керування віртуального приладу системи кондиціонування дозволяє користувачам відслідковувати стан системи і підлаштовувати її алгоритми під власні побажання.

Дане рішення передбачає можливість зміни набору евристичних правил в залежності від побажань клієнтів.

Висновки по Розділу 3.

Практично підтверджено інтеграційні можливості LabVIEW та пакету прикладних програм MATLAB шляхом розробки нових програмних модулів. Слід вказати, що вони володіють потужними обчислювальними можливостями, візуалізують результати цих обчислень на панелі користувача, створюють зручний й інтуїтивно зрозумілий інтерфейс.

Створено програмні модулі обробки даних, що дозволяють розширити функціональні можливості АСУ «Розумний будинок». Проведені процеси моделювання підтверджують коректну роботу.

Розділ 4. Розробка стартап-проекту.

Модулі обробки даних АСУ «Розумний будинок» використовуються для створення комфортного та безпечного середовища проживання. Усі необхідні модулі розміщуються у вигляді окремих підпрограм, що разом утворюють структуру єдиного програмного модуля. Кількість підпрограм одного модуля може змінюватися, задаючи різноманітні функціональні можливості АСУ «Розумний будинок». Також реалізований підрегулятор управління кліматичною системою в середовищі пакету прикладних програм для числового аналізу MATLAB.

Даний програмний комплекс буде корисний в світі інтернет речей, де тенденції ринку вимагають дійсно розумних систем обробки даних і в подальшому прийняттю рішень.

4.1. Маркетинговий аналіз стартап-проекту

Стартап-проект обов'язково повинен мати попит, щоб здобути популярність серед цільової аудиторії і залучити інвесторів для розвитку проекту [19].

Таблиця 4.1 – Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Модулі обробки АСУ «Розумний будинок»	1. Житлові приміщення.	Підтримка та прийняття рішень без участі користувачів. Моніторинг станів всіх компонентів системи.
	2. Промислові приміщення	Централізованість збору і обробки станів всіх підсистем. Моніторинг витрати ресурсів та стану зношеності обладнання.

Висновки: в таблиці 4.1 наведено основні напрямки використання запропонованих модулів обробки даних АСУ «Розумний будинок». Споживачами даної продукції можуть бути різноманітні замовники комерційних чи приватних

напрямків, де потрібно надати послуги по створенню систем «Smart House», так і державні структури для побудови систем «Smart City».

Таблиця 4.2 – Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

№ п/ п	Техніко- економічні характеристики ідеї	(потенційні) товари/концепції конкуренців				W (слабка сторон а)	N (нейтра льна сторон а)	S (сильна сторон а)
		Мій про ект	Конку рент1	Конку рент2	Конку- рент3			
1.	Самостійність підтримки та прийняття рішення	є	немає	немає	є			+
2.	Масштабованість	є	немає	є	є			+
3.	Простота використання	так	так	так	так		+	
4.	Автоматизований ввід інформації	ні	так	ні	ні	+		
N						1	1	2

Висновки: за даними табл. 4.2. у порівнянні з конкурентами рішення має перевагу в можливості адаптувати модулі під різноманітні задачі і сфери використання, а також має перевагу в інтелектуальності та адаптивності.

4.2. Технологічний аудит ідеї проекту

Таблиця 4.3 – Технологічна здійсненність ідеї проекту

№ п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1	Моніторинг ймовірності відмови елементів системи.	Вирішення оптимізаційної задачі із знаходженням екстремумів функції.	Наявна	Доступна
2	Обслуговування випадкового виникнення задач, що призводить до утворення черг	Побудова та розрахунок багатоканальної системи масового обслуговування.	Наявна	Доступна
3	Знаходження рішень раціонального використання ресурсів	Пошук значень керованих змінних, за яких досягають найбільшого або найменшого значення цільова функція.	Наявна	Доступна
4	Розробка алгоритмів, які формалізують міркування людини	Функціонування відбувається на основі правил нечіткого висновку, а процедура отримання нечітких висновків здійснюють на підставі нечітких передумов.	Наявна	Доступна

За основу необхідно взяти всі пункти із таблиці 4.3, так як вони є інноваційними і їх використання дозволить рішенню краще виділятися на ринку відносно конкурентів.

Висновки: одночасне використання всіх ідей дозволить розширити функціональні можливостей модулів обробки даних АСУ «Розумний будинок».

4.3. Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

В даному підрозділі виконано аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту шляхом побудови SWOT-аналізу. Цей метод завдячує своєю появою групі авторів книги Business Policy, Text and Cases, що побачила світ у 1969 році. Вже майже 50 років SWOT-аналіз залишається одним з найефективніших інструментів стратегічного планування [20]. Завдання SWOT-аналізу — допомогти організації побачити та оцінити всі чинники, що впливають на прийняття рішень, а також визначити можливості розвитку.

Таблиця 4.4 – Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№ п/п	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	20
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	1000000000
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Існують
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Наявні
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	50%

Висновки: проаналізувавши таблицю 4.4 можна зазначити, що вихід на ринок є відносно рентабельним, так як існує великий попит.

Таблиця 4.5 – Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
1	Якісні процеси моніторингу заміни обладнання. Процеси ефективності використання ресурсів.	Державний сектор та комерційний.	Відсутні.	Надійність, простота у використанні та адаптивність під задачі та умови використання.

Висновок: формування ринку визначається попитом на автоматизацію нових та старих будівель, що призводить до покращення умов існування. Основними споживачами є усі сфери, котрі прагнуть автоматизувати процеси. Тому ключовою вимогою до продукту є продуктивність, інтелектуальність та надійність роботи.

Таблиця 4.6 – Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Економічний	Економічний стан країни виробника	Зміна країни виробника
2	Якісний	Не належна якість продукції	Зміна технологічних процесів виробництва
3	Вартість комплектуючих	Підвищення закупівельної вартості комплектуючих	Пошук нових постачальників
4	Конкуренція	Ім'я конкуренції більш відоме на ринку	Пошук більш компетентних спеціалістів по проведенню реклами
5	Некомпетентність працівників	Працівники роблять багато помилок при спілкуванні з клієнтом, виробленні продукції і т.д.	Створення в компанії відділу контролю якості.
6	Немасштабована структура	Не можливість масштабуватись та відкривати нові відділення	Повна зміна структури команди офісу.

Висновки: Основними факторами загрози є конкуренція та відсутність «статусу виробника». Існуючі рішення вже мають певне ім'я, репутацію та об'єми виробництва.

Таблиця 4.7 – Фактори можливостей

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1	Збільшення попиту	Різне збільшення зацікавленості продукцією	Підвищення виробництва, продавання франшиз
2	Об'єднання із іншими компаніями.	Переговори з компаніями із великою кількістю клієнтів для реклами продукту з індивідуальною знижкою або інтеграція рішень.	Оцінка можливих переваг та ризиків.
3	Розширення компанії	Можливість додавання нових модулів до існуючих для пришвидшення розвитку.	Створення нових модулів обробки даних.

Висновки: сфера ринку «Smart House» є відносно новою та швидко розвивається. Технології інтернет речей набувають великої популярності внаслідок автоматизації життя, що в свою чергу збільшує попит на аналогічні рішення. Це приводить до збільшення об'ємів виробництва поточних рішень та появи нових.

Таблиця 4.8 – Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
1	2	3
1. Ринок монополістичної конкуренції	Домінування малої кількості фірм.	Зниження цін, підвищення функціональності продукту. Слідкування за трендами. Проводження рекламної компанії.
2. Міжнародна конкурентна боротьба	Виробники із інших держав.	Вихід на міжнародний ринок.
3. Міжгалузеве середовища боротьби	Використання в різних галузях	Переміщення вільних капіталів у ті галузі, де висока норма прибутку
4. Конкуренція за видами товарів: товарно-видова	Запропонований товар є одного виду	Орієнтація на клієнта та адаптації до змін ринкових умов

Висновок: ринок є конкурентним. Для України характерним є дефіцит рішень, що забезпечує виробнику можливість розвиватися за рахунок нових рішень. Конкурентний ринок є міжнародним та міжгалузевим.

1	2	3
5. За характером конкурентних переваг - нецінова	Основним є якість товару	Постійне покращення продукту, та програмне оновлення для вже існуючих клієнтів, та апаратне за додаткову оплату
6. За інтенсивністю - марочна	Бренд грає велику роль	Проводити рекламу з допомогою іншого відомого бренда, який не є нашим конкурентом.

Таблиця 4.9 – Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

Складові аналізу	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
	Аjax, BroadLink, Fibarо	Apple, Orbivo, PTC, Xiaomi	Aliexpress, радіоринок.	Будь які споживачі	відсутні
Висновки:	Конкуренція є високою.	Вихід на ринок є відносно складним.	Постачальники не мають диктувати ціни на ринку.	Клієнти можуть диктувати умови.	Існують обмеження

Таблиця 4.10 – Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1	Собівартість	Відносно низька собівартість
2	Різноманітність	Різна вартість та наповненість товару для клієнтів з різним заробітком.
3	Більш індивідуальний аналіз	В залежності від галузі застосування та напрямків використання відбувається підлаштування всіх модулів АСУ .

Висновки: підвищення продуктивності завдяки введення нових алгоритмі розрахунку із збільшенням кількості вхідної інформації призведе до появи нових можливостей, що є сильною стороною. Низька собівартість робить рішення більш конкурентоспроможним.

Висновки: аналізуючи табл. 4.11 можна зробити висновок, що запропоноване рішення має більший рейтинг відносно головного конкурента. Дана таблиця демонструє основні особливості рішення, котрі відрізняють його від основного конкурента.

Таблиця 4.11 – Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін «проекту»

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з ... (назва підприємства)						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1	Собівартість	18							+3
2	Різноманітність	18				0			
3	Більш індивідуальний аналіз	20							+3

Таблиця 4.12 – SWOT- аналіз стартап-проекту

<p>Сильні сторони: Більш індивідуальний підхід під задачі використання Собівартість</p>	<p>Слабкі сторони: Відсутність авторитету компанії</p>
<p>Можливості: вихід на міжнародний ринок Збільшення попиту</p>	<p>Загрози: Економічна нестабільність Сильна конкуренція</p>

Таблиця 4.13 – Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

№ п/п	Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
	Максимізація власного виграшу (індивідуалізм)	Висока	15 місяців
	Максимізація спільного виграшу (кооперація)	Висока	14 місяців

Висновки: було обрано кооперацію як альтернативу ринкову поведінку, так як за відносно не високий термін існує велика ймовірність отримання ресурсів.

4.4. Розроблення ринкової стратегії проекту

В даному підрозділі буде відбуватися аналіз можливої стратегії впровадження рішення в ринок «Розумних будинків» із акцентом на основні переваги рішення на фоні конкретних недоліків рішень від конкурентів.

Таблиця 4.14 – Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1	Державний сектор	+	+	Висока	-
2	Приватний сектор	+	+	Висока	+
3	Житловий сектор	+	+	Висока	+

Таблиця 4.15 – Визначення базової стратегії розвитку

№ п/п	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку*
	Індивідуалізм	Недиференційованого маркетингу	Адаптація до вимог ринку	Спеціалізації

Висновок: існування на ринку потужніших гравців змушує нас звернутися до вибору стратегії розвитку спеціалізації.

Таблиця 4.16 – Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№ п/п	Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки*
	Ні	Буде шукати нових споживачів а також забирати існуючих у конкурентів	Ні, компанія не буде копіювати характеристики товару конкурента, але відбудуватиметься підлаштування під тенденції ринку.	Виклику лідера

Висновок: оскільки на ринку вже є рішення-конкуренти, то наша лавочка може обрати стратегію виклику лідера, так як рішення має ряд переваг та відмінних особливостей.

Таблиця 4.17 – Визначення стратегії позиціонування

№ п/п	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)
1	Продуктивність	Стратегія спеціалізації	Продуктивна	Висока швидкодія роботи
2	Надійність	Стратегія спеціалізації	Якість	Висока надійність роботи

Висновок: як зазначалося раніше, збільшення продуктивності збільшує надійність системи, що повинно викликати довіру споживача до рішення.

4.5. Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Таблиця 4.18 – Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№ п/п	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
	Обробка даних АСУ.	Інтелектуальну систему обробки інформації та прийняття рішень.	Ціна, надійність, адаптивність, універсальність.

Висновки: визначилися із основними перевагами модулів обробки даних. Є можливість побудови рекламної стратегії для кінцевих споживачів.

Таблиця 4.19 – Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові		
I. Товар за задумом	Модулі обробки даних АСУ «Розумний будинок» дають можливість дійсно автоматизувати процеси підтримки та прийняття рішень для користувачів.		
II. Товар у реальному виконанні	Властивості/характеристики		Вр/Тх /Тл/Е/Ор
	1. Адаптивність	✓ сектор	+
	2. Вартість	ІоТ	
		10	+
	Якість: ДСТУ-Н Б В.2.5-37 за 2008р.		
Пакування: цифровий носій інформації із програмними модулями, документація.			
Марка: назва організації-розробника - MadeInSamSkleparv; назва товару – NormSystem			
III. Товар із підкріпленням	До продажу – комплектація, яку вимагає замовник		
	Після продажу – сервіс, гарантія, сервісне обслуговування		
Товар буде захищено від копіювання укладанням юридичних договорів з працівниками та користувачами. Також патентуванням.			

Висновок: шляхом патентування рішення створюється захист від його копіювання.

Таблиця 4.19 – Визначення меж встановлення ціни

№ п/п	Рівень цін на товари- замінники	Рівень цін на товари- аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
	1100 – 15760 у.о.	4000-20000 у.о.	9000-50000 у.о.	7000 – 40000 у.о.

Висновок: обрано низьку категорію цін, адже велика ціна не дозволить відібрати у конкурентів частку ринку продажів.

Таблиця 4.20 – Формування системи збуту

№ п/п	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
	Продаж	Повний супровід товару до замовника	Нульового рівня	Безпосередній (прямий)

Висновок: основним каналом збуду є продаж. На старті реалізації рішення очікується відносно невеликі об'єми виробництва. Отже можемо відмовитися від контр-агентів та посередників, тому логічної глибиною збуту є нульовий рівень та пряму систему збуту.

Таблиця 4.21 – Концепція маркетингових комунікацій

№ п/п	Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
	Розвиток технологій і можливостей для комфортних житлових та робочих приміщень	Соціальні мережі FaceBook і Instagram. Контекстна реклама.	Надійність, легкість у встановленні та використанні.	Донести можливість поліпшення повсякденного життя	Демонстрація вигоди, яку може отримати клієнт, завдяки можливостям даної системи.

Висновки: маркетингова компанія відбувається за рахунок соціальних мереж та рекламних компаній. Мета рекламних роликів полягає в представленні яскраво виражених переваг на фоні недоліків конкурентів.

4.6. Впровадження стартап-проекту

Визначення основних секторів економіки для реалізації системи є дуже важливим. Це дозволить адаптувати рішення під тренди напрямків реалізації продукту.

Вважаємо, що ключовими ринками збуту є наступні варіанти:

- приватний житловий сектор. Як приклад, можна розглянути сучасний мегаполіс – місто Київ, де шаленими темпами будуються багатоквартирні будинки. Це приведе до збільшення попиту на відповідні рішення, а враховуючи бажання забудовників зекономити, з'явиться можливість в рішеннях із меншою вартістю;

- промислові будівлі. Сучасний стан промисловості України не відповідає конкурентним вимогам автоматизації процесів виробництва. Як спосіб поліпшення ситуації полягає в модернізації АСУ, що породить збільшення попиту;
- військові споруди. За останні декілька років відбувалася активна модернізація всіх військових структур. Одним із напрямків поліпшення є моніторинг зношуваності об'єктів військового спрямування та вирішення оптимізаційних задач в частині оперативного управління.
- комунальні об'єкти господарства. Загальний стан всіх комунальних структур є дуже поганий. Сильна зношуваність складових структур та часті поломки призводять до комплексної заміни на нові рішення із системами підтримки та прийняття рішень.

Основний напрямок впровадження є приватні будівлі і багатоквартирні споруди.

Висновки по Розділу 4.

Розроблено перший етап створення стартап-проекту. Кожна наукова робота повинна знаходити своє місце застосування в реальному житті, тому стартап-проект може бути практичним відображенням даної роботи.

Висвітлено зміст ідеї проекту шляхом розгляду потенційних споживачів, які в подальшому можуть стати клієнтами запропонованого рішення. Також розглянуто ризики реалізації продукту, а проведений аналіз сильних та слабких сторін надав можливість визначити головні аспекти рішення.

Проведено технічний аудит проекту та визначено технології, котрі використовуватимуться. Також проведено аналіз усіх аспектів ринку, який показав, що імплементація рішення можлива в реальних умовах. Потужні гравці ринку «Smart House» з потужною виробничою та науковою базою можуть негативно вплинути на перспективи розвитку та реалізації стартап-проекту. Для уникнення провалу потрібно провести потужну рекламну компанію, в якій донести яскраві переваги даного рішення на фоні суттєвих недолік в конкурентів.

Загальні Висновки

В дисертаційній роботі вирішено актуальну та важливу науково-прикладну задачу розширення функціональних можливостей систем автоматизованого управління «Розумний будинок» шляхом створення єдиної системи програмних модулів обробки даних. Під час виконання досліджень отримано наступні наукові та практичні результати.

1. Доведено, що рівень інтеграції АСУ в систему «Розумний будинок» містить велику кількість існуючих підходів та рішень, але вони одночасно не є універсальними та сталими, що свідчить про те, що оптимального апаратно-програмного рішення не знайдено.

2. Серед існуючих АСУ розглянуто варіант, що опрацьовує параметри середовища життєзабезпечення, оптимізації динамічних процесів, пов'язаних із обслуговуванням споживачів, моніторингу та дослідження зношуваності компонентів системи, керування ресурсами системи та її перерозподіл в реальному часі, створення систем нечіткого висновку. В результаті такий підхід дозволив створити гнучку систему модулів конфігурування під різноманітні задачі, при об'єднанні котрих отримуємо адаптивну систему із універсальним функціоналом.

3. Побудовані моделі модулів обробки даних АСУ «Розумний будинок», що компактно відображають залежність істотних характеристик від набору регулярних параметрів, дозволяють сформулювати шляхи вирішення проблем організації систем АСУ «Розумний будинок».

4. Практично підтверджено інтеграційні можливості LabVIEW та пакету прикладних програм MATLAB шляхом розробки нових програмних модулів. Слід вказати, що вони володіють потужними обчислювальними можливостями, візуалізують результати цих обчислень на панелі користувача, створюють зручний й інтуїтивно зрозумілий інтерфейс.

5. Розроблено перший етап створення стартап-проекту. Висвітлено зміст ідеї проекту шляхом розгляду потенційних споживачів, які в подальшому можуть стати клієнтами запропонованого рішення. Проведено технічний аудит проекту та визначено технології, котрі використовуватимуться для його реалізації. Також

проведено аналіз усіх аспектів ринку, який показав, що імплементація рішення можлива в реальних умовах.

6. Результати магістерської дисертації використано при підготовці звіту з ініціативної НДР, ДР № 0118U005424, «Автоматизована система управління тепловим комфортом» (науковий керівник к.т.н., доцент Яганов П.О, виконавці Лихошерстов Д.О., Хапченко О.В.).

Вищевикладене дозволяє зробити висновки, що завдання на магістерську дисертацію виконано у повному обсязі, а її мета досягнута.

Список використаної літератури

1. Автоматизовані системи управління [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://appau.org.ua/publications/galuz-it-yak-benchmark-dlya-asu-tp/> (дата звернення: 01.02.2019).
2. Business Insider Intelligence Exclusive [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [Datahttps://www.businessinsider.com/bi-intelligence-exclusive-data-2016-9](https://www.businessinsider.com/bi-intelligence-exclusive-data-2016-9) (дата звернення: 01.02.2019).
3. Кількість IoT-пристроїв в світі [Електронний ресурс]. – Режим доступу: numl.org/rAD (дата звернення: 01.02.2019).
4. «Новая гонка технологий: У кого больше патентов на интернет вещей» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://cutt.ly/0e6D9pb> (дата звернення: 07.05.2019).
5. «Автоматизована система управління будівлею (BMS)» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://leater.com/ua/services /avtomatizovana-sistema-upravl-nnya-bud-vleyu.html> (дата звернення: 07.05.2019).
6. ДСТУ-Н Б В.2.5-37:2008 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://cutt.ly/te6FqNi> (дата звернення: 07.05.2019).
7. Настанови з проектування, монтування та експлуатації АСУ Будівлями і Спорудами [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://cutt.ly/te6FqNi> (дата звернення: 07.05.2019).
8. Футурологія: ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ ЗМІНИТЬ ЖИТТЯ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://marketer.ua/ua/futurology-the-internet-of-things-will-change-life/> (дата звернення: 01.02.2019).
9. «Интеллектуальные здания в мире» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://cutt.ly/xe6FuC1> (дата звернення: 01.02.2019).
10. «When a Smart Home Is Too Smart for its Own Good» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://cutt.ly/ve6FpSj> (дата звернення: 01.02.2019).
11. «Научные методы исследования» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://history.vn.ua/lesson/lessons-course-philosophy-11-class-bizbiz-profile-level/22.php> (дата звернення: 01.02.2019).

12. Рівняння Вольтерра [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://cutt.ly/fe6FsPO> (дата звернення: 01.02.2019).
13. Кофман А. «Методы и модели исследования операций» / /Пер. с французького під ред. проф. Д.Б. Юдина. – М.: «Мир», 1966. – 524 с.: іл.
14. Яганов П.О. Дослідження систем масового обслуговування: Текст лекцій. – К.: НТУУ «КПІ», 2006. – 40 с.: іл.
15. М.О. Дзюбецька, П.О. Яганов, Модулі обробки даних для автоматизованих систем управління будівлями // Вісник НТУУ “КПІ”. – 2010. – №39. – С. 117-124.
16. Яганов П.О., Автоматизація та інтелектуалізація приладобудування //
17. MATLAB MathWORK [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.mathworks.com/products/matlab.html> (дата звернення: 01.02.2019).
18. Система нечіткого висновку [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://cutt.ly/Fe6FMzy> (дата звернення: 01.02.2019).
19. Задача керування мікрокліматом в приміщеннях [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [//sibac.info/studconf/tech/liv/80343](http://sibac.info/studconf/tech/liv/80343) (дата звернення: 01.02.2019).
20. Алгоритм Мамдани в системах нечіткого висновку [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://habr.com/ru/post/113020/> (дата звернення: 01.02.2019).
21. Опис стартапів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://predp.com/startup/main/chto-takoe-startup.html> (дата звернення: 01.02.2019).
22. SWOT-аналіз: кому, коли й навіщо потрібен [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://bakertilly.ua/news/id44448> (дата звернення: 01.02.2019).

Додаток А

```
clear all
close all
clc
C = [3 1 2];
D = [1 1 1; 2 1 -1];
B = [1 -1];
Aeq = [1 -1 1];
beq = [0];
lb = zeros(3,1);
ub = [1 1 1];
f = C;
A = -D;
b = -B;
[x,fval] = linprog(f,A,b,Aeq,beq,lb,ub);
x
fval
```

Додаток Б

РЕЄСТРАЦІЙНА КАРТКА НДР І ДКР (РК)

5436. Державний реєстраційний номер <u>СНУ 004.336</u>	5256. Особливі позначки <u>5</u>
5517. Реєстраційний номер, що змінюється	7209. Статус виконавця <u>17</u>
5418. №, дата супровідного листа <u>38; 14.12.14</u>	
7146. Підстави для проведення роботи НДР (ДКР) <u>43</u>	7021. Шифр роботи
7210. Державний реєстраційний номер НДР (ДКР) головного виконавця	

ВІДОМОСТІ ПРО ВИКОНАВЦЯ

2457. Код за ЄДРПОУ (ідентифікаційний номер) <u>02070921</u>	
2151. Повне найменування юридичної особи (або П.І.Б.) <u>1. Науково-дослідний інститут електроніки і мікросистемної техніки Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"</u> <u>2. Научно-исследовательский институт электроники и микросистемной техники Национального технического университета Украины "Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского"</u> <u>3. Research Institute of Electronics and MicroSystem Technics of National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"</u>	
2358. Скорочене найменування юридичної особи <u>НДІ ЕМСТ КПІ ім. Ігоря Сікорського</u>	
2655. Місцезнаходження	<u>03056, м.Київ - 56, вул. Політехнічна, 17</u>
2934. Телефон / Факс	<u>454 - 93 - 38 / 236 - 96 -76</u>
2394. E-mail /WWW	
1332. Відомча підпорядкованість <u>Міністерство освіти і науки України</u>	
1133. Сектор науки	<u>ВУЗ</u>
2142. Співвиконавці	

ВІДОМОСТІ ПРО ЗАМОВНИКА

2458. Код за ЄДРПОУ (Ідентифікаційний номер) <u>02070921</u>	
2152. Повне найменування юридичної особи (або П.І.Б.) <u>Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"</u>	
2656. Місцезнаходження	<u>03056, м.Київ, пр.Перемоги 37</u>
2935. Телефон / Факс	<u>236 -62 - 13</u>
2395. E-mail /WWW	

ДЖЕРЕЛА, НАПРЯМИ ТА ОБСЯГИ ФІНАНСУВАННЯ НДР (ДКР)

7700. КПКВК	
7201. Напрямок фінансування	<u>2.2</u>
7023. Назва ДЦП	
7022. Код ДЦП	

Код джерела фінансування	Загальний обсяг фінансування, тис.грн.	у тому числі за роками				
		200-	200-	20--	20--	20--
<u>4406</u>						

ТЕРМІНИ ВИКОНАННЯ РОБОТИ

7353. Початок	<u>11.18</u>
7362. Закінчення	<u>10.19</u>

9036. Порядковий №; початок та закінчення етапу, вид звітної документа з НДР (ДКР); назва етапу

- 11.18, 10.19, 91, Автоматизована система управління тепловим комфортом

ОСНОВНІ ВІДОМОСТІ ПРО НДР (ДКР)

9027. Назва НДР (ДКР) (1- українською мовою, 2 - російською мовою, 3 - англійською мовою)

1. Автоматизована система управління тепловим комфортом
2. Автоматизированная система управления тепловым комфортом
3. Automated control system for thermal comfort

9126. Мета НДР (ДКР)

Метою роботи є вдосконалення і розробка нових програмно-апаратних засобів автоматизованого прийняття рішень підтримки теплового комфорту та моніторинг ймовірності відмови елементів системи

7199. Пріоритетний напрям 02

7191. Вид НДР (ДКР) 57

9153. Очікувані результати 007 програмно-технологічна документація

9155. Галузь застосування

72.19

9156. Експертний висновок

ЗАКЛЮЧНІ ВІДОМОСТІ

5634. Індекс УДК 621.316.4, 624.01

5616. Коди тематичних рубрик 45.01.35
84.11

6111. Керівник юридичної особи Татарчук Дмитро Дмитрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

6210. Науковий ступінь, вчене звання керівника юридичної особи кандидат технічних наук, доцент

Підпис



6120. Керівник роботи (1 - українською мовою, 2 - російською мовою, 3 - англійською мовою)
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Яганов Петро Олексійович
2. Яганов Пётр Алексеевич
3. Yahanov Petro Oleksiiovich

6228. Науковий ступінь, вчене звання керівника роботи кандидат технічних наук, доцент

Підпис

6141. Відповідальний за підготовку реєстраційних документів

Телефон тел. 093-808-99-32, Лихошерстов Дмитро Олександрович, Хапченко Олександр

Підпис

(прізвище, ім'я, по батькові)

6140. Керівник відділу УкрІНТЕІ

Підпис

Юрченко Т.А.
(прізвище, ім'я, по батькові)

6142. Реєстратор

Підпис

М.П.

Варішак Т.С.
(прізвище, ім'я, по батькові)

Додаток В

ІНФОРМАЦІЙНА КАРТКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ (ІК НТП)

5439. Інвентарний номер ІК НТП 0719U006565
5419. Дата реєстрації 04.11.19
5436. Державний реєстраційний номер НДР (ДКР) 0118U007336
5437. Державний обліковий номер НДР (ДКР) 0219U005424

9027. Назва науково-технічної продукції (1- українською мовою, 2 - російською мовою, 3 - англійською)
1. Автоматизована система управління тепловим комфортом
2. Автоматизированная система управления тепловым комфортом
3. Automated control system for thermal comfort

9153. Вид продукції 007 програмно-технологічна документація

9155. Галузь застосування
72.19

5616. Коди тематичних рубрик за ДР НТІ 45.51.35. 67.11. .

9118. Опис науково-технічної продукції

Проведено порівняльний аналіз моделей для реалізації теплового комфорту, серед яких обрано найбільш поширену модель PMV. Для реалізації класифікації обрано перцептрон. Розроблено програмно-апаратні засоби: автоматизована система управління тепловим комфортом та заміни обладнання в графічному середовищі програмування LabVIEW.

5635. Технічні переваги. Науково-технічний рівень щодо кращих вітчизняних та зарубіжних аналогів (прототипів)

5636. Економічні переваги

1001. Вплив на зовнішнє середовище. Екологічність

7326. Стадія завершеності науково-технічної продукції

3.2

7344. Упровадження науково-технічної продукції 35

5638. Практична реалізація продукції:

- строки впровадження 2019
- виробники продукції КПІ ім. Ігоря Сікорського
- споживачі продукції Населення України
- перспективні ринки Україна

1005. Права інтелектуальної власності

5.6.

1004. Форми та умови передачі продукції

4.9

1006. Бажаний характер співробітництва з інвестором :

6.1	Потрібний обсяг інвестицій, тис.грн.	
6.2	Права, що надаються інвестору після завершення роботи	
6.3	Наявність бізнес-плану (так, ні)	
6.4	Техніко-економічне обґрунтування (так, ні)	
6.5	Потенціальний обсяг продажу, тис.грн.	
6.6	Очікуваний термін окупності (років)	
6.7	Додаткова інформація	

ВІДОМОСТІ ПРО ВЛАСНИКА ПРОДУКЦІЇ

2459. Код за ЄДРПОУ (ідентифікаційний номер)	02070921
2153. Найменування юридичної особи	Науково-дослідний інститут електроніки і мікросистемної техніки Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"
2360. Скорочене найменування юридичної особи	НДІ ЕМСТ КПІ ім. Ігоря Сікорського
2656. Місцезнаходження	03056, м.Київ - 56, вул. Політехнічна, 17
2935. Телефон / Факс	454 - 93 - 38 / 236 - 96 -76
2395. E-mail / WWW	
1333. Відомча підпорядкованість	Міністерство освіти і науки України
6120. П.І.Б. власника(ків) продукції	
5518. № юридичного документа, дата видачі	

1009. Статус виконавця	
------------------------	--

Керівник юридичної особи

6111. П.І.Б.	Татарчук Дмитро Дмитрович
6210. Науковий ступінь	к.т.н.

Підтверджуємо, що надані відомості не мають обмежень для публікації у відкритому друку.

Керівник юридичної особи



 (підпис)

М.П.

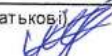
Дата заповнення _____ 20 _____ р.

6141. Відповідальний за підготовку інформаційних документів


Телефон тел. 093-808-99-32, Халченко Олександр Вікторович, Лихошерстов Дмитро

Підпис  (прізвище, ім'я, по батькові)

6140. Керівник відділу УкрІНТЕІ

Підпис  (прізвище, ім'я, по батькові)

6142. Реєстратор

Підпис  (прізвище, ім'я, по батькові)

М.П.

Додаток Г

ОБЛІКОВА КАРТКА НДР І ДКР (ОК)

5437. Державний обліковий номер 0219 U 005424
5436. Державний реєстраційний номер 0118U007336 5256. Особливі позначки 5
5418. №, дата супровідного листа N85 від 31.10.2019
9036. Порядковий №; початок етапу; закінчення етапу; вид етапу; назва етапу
1, 11, 18, 10, 19, 3. Автоматизована система управління тепловим комфортом

5526. Державні облікові номери виконаних етапів роботи

ВІДОМОСТІ ПРО ВИКОНАВЦЯ

2457. Код за ЄДРПОУ (ідентифікаційний номер) 02070921
2151. Повне найменування юридичної особи (або П.І.Б.)
1. Науково-дослідний інститут електроніки і мікросистемної техніки Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"
2. Научно-исследовательский институт электроники и микросистемной техники Национального технического университета Украины "Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского"
3. Research Institute of Electronics and MicroSystem Technics of National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"
2358. Скорочене найменування юридичної особи НДІ ЕМСТ КПІ ім. Ігоря Сікорського
2655. Місцезнаходження 03056, м.Київ - 56, вул. Політехнічна, 17
2934. Телефон / Факс 454 - 93 - 38 / 236 - 96 - 76
2394. E-mail / WWW _____
1332. Відомча підпорядкованість Міністерство освіти і науки України
1133. Сектор науки ВУЗ
2142. Співвиконавці

ВІДОМОСТІ ПРО ВЛАСНИКА РЕЗУЛЬТАТІВ НДР (ДКР)

2459. Код за ЄДРПОУ (ідентифікаційний номер) 02070921
2153. Повне найменування юридичної особи (або П.І.Б.) Науково-дослідний інститут електроніки і мікросистемної техніки Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"
2360. Скорочене найменування юридичної особи НДІ ЕМСТ КПІ ім. Ігоря Сікорського
2657. Місцезнаходження 03056, м.Київ - 56, вул. Політехнічна, 17
2935. Телефон / Факс 454 - 93 - 38 / 236 - 96
2395. E-mail / WWW _____
1333. Відомча підпорядкованість Міністерство освіти і науки України
5518. № юридичного документа, дата видачі _____

ДЖЕРЕЛА, НАПРЯМИ ТА ОБСЯГИ ФІНАНСУВАННЯ НДР (ДКР)

7700. КПКВК _____
7201. Напрямок фінансування _____
7023. Назва ДЦП _____
7022. Код ДЦП _____

Фактичні обсяги фінансування, тис.грн.

Код джерела фінансування	Обсяг фінансування за звітний етап

ОСНОВНІ ВІДОМОСТІ ПРО НДР (ДКР)

9027. Назва роботи (1- українською мовою, 2 - російською мовою, 3 - англійською мовою)

1. Автоматизована система управління тепловим комфортом
2. Автоматизированная система управления тепловым комфортом
3. Automated control system for thermal comfort

9117. Р е ф е р а т (1- українською мовою, 2 - російською мовою, 3 - англійською мовою)

- 1.
- 2.
3. Проведено порівняльний аналіз моделей для реалізації теплового комфорту, серед яких обрано найбільш поширену модель PMV. Для реалізації класифікації обрано перцептрон. Розроблено програмно-апаратні засоби: автоматизована система управління тепловим комфортом та заміни обладнання в графічному середовищі програмування LabVIEW.

5481. Бібліографічний опис (статей, монографій, нормативнo-технічної документації тощо)

5040. Вид звітнього документа	91	5742. Кількість сторінок	50
5715. Мова документа	720	5744. Загальна кількість файлів	4
5743. Кількість електронних носіїв	1	5211. Умови передачі зарубіжним країнам	63
5535. Умови поширення в Україні	35		

5634. Індекс УДК 621.316.4, 624.01

5616. Коди тематичних рубрик 45, 57, 35, 63, 11

6111. Керівник юридичної особи Татарчук Дмитро Дмитрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

6210. Науковий ступінь, вчене звання керівника юридичної особи кандидат технічних наук, доцент

Підпис

М.П.

6120. Керівник роботи (1 - українською мовою, 2 - російською мовою, 3 - англійською мовою) (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Яганов Петро Олексійович
2. Яганов Пётр Алексеевич
3. Yahanov Petro Oleksiiowych

6228. Науковий ступінь, вчене звання керівника роботи кандидат технічних наук, доцент

Підпис

6121. Список виконавців

Прізвище, ім'я, по батькові	Посада	Науковий ступінь, вчене звання
Хапченко Олександр Вікторович	студент	бакалавр
Лихошерстов Дмитро Олександрович	студент	бакалавр

6141. Відповідальний за підготовку облікових документів

Телефон тел. 093-808-99-32, Хапченко Олександр Вікторович, Лихошерстов Дмитро Олександрович

Підпис

(прізвище, ім'я, по батькові)

6140. Керівник відділу УкрІНТЕІ

Підпис

(прізвище, ім'я, по батькові)

6142. Реєстратор

Підпис

М.П.

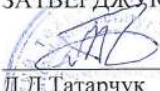
(прізвище, ім'я, по батькові)

Додаток Д

УДК 621.822
КП
№ держ. реєстрації 0118U007336
Інв. № 02190005427

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені
Ігоря Сікорського»
03056, м.Київ, пр-т Перемоги, 37; тел/факс. +38 (044) 236-30-72


ЗАТВЕРДЖУЮ


Д.Д. Татарчук

2019.10.31

**ЗВІТ
ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ
АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ТЕПЛОВИМ
КОМФОРТОМ**

Керівник НДР
к.т.н., доцент


(підпис)

П.О. Яганов


31.10.2019
(дата)

2019



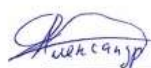
СПИСОК ВИКОНАВЦІВ

Керівник НДР
Канд. техн. наук, доцент


31.10.2019
(підпис)
(дата)

Яганов П.О.

Виконавець


31.10.2019
(підпис)
(дата)

Хапченко О.В.

Виконавець


31.10.2019.
(підпис)
(дата)

Лихошерстов Д.О.

Додаток Е

МОДУЛІ ПРИЙНЯТТЯ ТА АНАЛІЗУ ДАНИХ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ

Лихошерстов Д.О.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

03056 Київ вул. Політехнічна 16, корпус №12, кафедра конструювання електронно-обчислювальної апаратури 38 044 204 93 63

E-mail: dima.upml@gmail.com

В сучасному світі із розвитком технологій набувають великої популярності системи автоматизованого моніторингу та прийняття рішень для житлових та промислових приміщень у вигляді єдиних апаратно-програмних комплексів, що отримали назву «Розумний будинок» («Smart house»). Аналізуючи наявні готові рішення, можна дійти висновку, що алгоритми за якими працюють системи базуються на порівнянні параметрів різноманітних датчиків із певними еталонними значеннями (константні параметри, що встановлюються при налаштуванні системи споживачем) і відповідно до отриманого результату відбувається відправлення команд на виконавчий пристрій. Але існують і системи, що наділенні штучним інтелектом, котрі дозволяють швидко аналізувати багатофакторну модель (множину параметрів) і приймати комбіновані рішення із використання декількох виконавчих пристроїв.[1,2].

Для підвищення ефективності та оптимізації функціональних можливостей автоматизованих систем управління запропоновано розробка нових програмних модулів, що сформульовані академіком В.М. Глушковим[3] щодо створення та проектування автоматизованих систем управління:

- Системність;
- Сумісність;
- Стандартизація;
- Уніфікація;

- Ефективність;

Автоматизована система повинна складатися із різних модулів:

- Оптимізація режимів функціонування системи масового обслуговування – модуля для дослідження динамічних процесів, пов'язаних з обслуговуванням споживачів, що можуть бути як фізичні особи чи різні організації. Ці процеси є предметом дослідження систем масового обслуговування (СМО), а їх моделювання ґрунтується на математичному апараті теорії ймовірності. Теорія систем масового обслуговування найчастіше розглядає потік вимог, для якого імовірність надходжень n вимог у систему протягом часу t визначають за формулою Пуассона:

$$P_n(t) = \frac{(a \cdot t)^n \cdot e^{-a \cdot t}}{n!}$$

де, a – параметр потоку.

- Заміна компонентів системи – довготривала та надійна робота будь-якої системи складається із вчасного обслуговування чи(або) заміни всіх вузлів та складових системи, що зумовлені його старінням. Тобто основна задача даного модуля полягає у визначенні моменту виведення обладнання із експлуатації з метою мінімізації витрат. Ціна обладнання через час t розраховується за формулою:

$$V(t) = V_0 - V_0 \phi(t) + \psi(t)$$

де, V_0 – початкова вартість обладнання, $\phi(t)$ – функція зміни ціни обладнання з часом t , $\psi(t)$ – сумарна витрата та догляд за обладнанням.

Література

1. Ильин С. «Интеллектуальные здания – вымысел маркетологов?». Москва, 2008. – 328с.
2. Глушков В.М. Введение в АСУ. – К.: Техніка, 1972. – 254 с.

Додаток Ж

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

В.о. директора НДІ ПЕ НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського»



(підпис) Д.Д. Татарчук
(ініціали, прізвище)
"11" грудня 2019 р.

А К Т

**використання результатів магістерської дисертації
студента групи ДК-81МП КЕОА ФЕЛ НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського»
Лихошерстова Дмитра Олександровича
на тему «Модулі обробки даних автоматизованої системи управління» в
ініціативній НДР № ФЕЛ-168**

Даний акт складено про те, що результати магістерської дисертації «Модулі обробки даних автоматизованої системи управління» студента групи ДК-81МП кафедри КЕОА ФЕЛ НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського» Лихошерстова Дмитра Олександровича використанні при виконанні ініціативної НДР «Автоматизована система управління тепловим комфортом», що виконується НДІ ПЕ НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського» (Договір № ФЕЛ-168 від 01.11.2018 р., № Держреєстрації 0118U005424)

Керівник НДР
к.т.н., доцент КЕОА


(підпис)

П.О. Яганов
(ініціали, прізвище)