

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Західноукраїнський національний університет
Факультет комп'ютерних інформаційних технологій
Кафедра спеціалізованих комп'ютерних систем

СТРУС Ілля Олександрович

**Автоматизована система опрацювання метеоданих/
Automated system for processing meteorological data**

спеціальність: 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані
технології

освітньо-професійна програма – Автоматизація та комп'ютерно-
інтегровані технології

Кваліфікаційна робота

Виконав студент групи АКІТ -41
І.О. Струс

Науковий керівник
к.т.н., доцент І.Р. Пітух

Кваліфікаційну роботу допущено
до захисту:

« ____ » _____ 2022 р.

Завідувач кафедри

_____ А.І.Сегін

ТЕРНОПІЛЬ - 2023

Західноукраїнський національний університет
Факультет комп'ютерних інформаційних технологій
Кафедра спеціалізованих комп'ютерних систем
Освітній ступінь "бакалавр"

Спеціальність: 151 - Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
Освітньо-професійна програма – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри СКС

А.І.Сегін

“ ___ ” _____ 20__ р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ
СТРУСУ Іллі Олександровичу

(прізвище, ім'я по-батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: Автоматизована система опрацювання метеоданих/ Automated system for processing meteorological data.

керівник роботи

к.т.н., доцент І.Р. Пітух

затверджені наказом по університету від «08» грудня 2022 р. № 491

2. Строк подання студентом закінченої кваліфікаційної роботи: 15.05.2023р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи:

1. Показники мікроклімату.

2. Оптимальні параметри мікроклімату.

3. Пристрої збору метеоданих.

4. Призначення систем моніторингу метеоданих.

5. Структура та функції систем моніторингу метеоданих.

4. Основні питання, які потрібно розробити:

1. Дослідження параметрів мікроклімату та засоби їх контролю.

2. Аналіз вимог до проектованої системи.

3. Розробка автоматизованої системи опрацювання метеоданих.

4. Охорона праці.

5. Перелік графічного матеріалу у роботі:

1. Структурна схема автоматизованої системи опрацювання метеоданих.

2. Структурна схема PIC18F452.

3. Функціональна схема автоматизованої системи опрацювання метеоданих.

4. Блок схема алгоритму роботи системи.

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1	Пітух І.Р.		
2	Пітух І.Р.		
3	Пітух І.Р.		
4	Сапожник Г.В.		

7. Дата видачі завдання 20 жовтня 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назви етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Дослідження параметрів мікроклімату та засоби їх контролю	11.2022р. – 12.2022р.	
2	Аналіз вимог до проектованої системи	01.2023р. – 02.2023р.	
3	Розробка автоматизованої системи опрацювання метеоданих	03.2023р. – 04.2023р.	
4	Охорона праці	04.2023р. – 05.2023р.	

Студент

_____ (підпис)

І.О. Струс

Керівник роботи

_____ (підпис)

к.т.н., доцент І.Р. Пітух

РЕФЕРАТ

Робота виконана на 75 сторінках та містить 36 рисунків, 2 таблиці, 1 додаток 40 джерел за переліком посилань.

Мета роботи. Метою роботи є розробка автоматизованої системи опрацювання метеоданих.

Методи дослідження. Методи системного аналізу, технології створення автоматизованих систем управління, інструментальні засоби для моделювання, алгоритмічного та програмного забезпечення, аналіз та синтез розподілених комп'ютерно-інтегрованих систем.

Результати роботи. Запропонована автоматизована система дозволить підвищити енергоефективність приміщень різного призначення шляхом оптимізації роботи опалювальних, вентиляційних та кондиціонувальних систем в залежності від погодних умов.

Рекомендації по використанню результатів роботи. Запропонована система забезпечує збір та обробку метеоданих в режимі реального та дозволяє зберігати дані протягом тривалого періоду, що дозволяє її використання у житлових приміщеннях, офісах, складських приміщеннях та на промислових підприємствах.

Можливі напрямки розвитку. Можливе розширення функціональних можливостей запропонованої системи шляхом додавання сенсорів для вимірювання більш широкого спектру параметрів та можливості дистанційного моніторингу, що є актуальним в умовах роботи на віддаленому доступі. Можлива модифікація як програмної складової пристрою, так і апаратної частини.

Ключові слова: АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА, МОНІТОРИНГ, МЕТЕОПАРАМЕТРИ, ТЕМПЕРАТУРА, ВОЛОГІСТЬ, АТМОСФЕРНИЙ ТИСК.

ABSTRACT

Work is executed on 75 pages and including 36 illustrations, 2 tables, 1 appendix, 40 sources after the list of references.

Purpose of work. The aim of the work is to develop an automated system for processing meteorological data.

Research methods. Methods of system analysis, technologies for creating automated management systems, modeling tools, algorithmic and software support, analysis and synthesis of distributed computer-integrated systems.

Job performances. The proposed automated system will allow to increase the energy efficiency of premises of various purposes by optimizing the operation of heating, ventilation, and air conditioning systems depending on weather conditions.

Recommendations after the use of job performances. The proposed system provides for the collection and processing of meteorological data in real-time and allows for data storage over a prolonged period, making it suitable for use in residential buildings, offices, warehouses, and industrial facilities.

Possible development directions. Possible expansion of the functional capabilities of the proposed system includes adding sensors to measure a wider range of parameters and the ability to monitor remotely, which is relevant in the context of remote access work. Modification can be made to both the software and hardware components of the device.

Keywords: AUTOMATED SYSTEM, MONITORING, METEOROLOGICAL PARAMETERS, TEMPERATURE, HUMIDITY, ATMOSPHERIC PRESSURE.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	7
ВСТУП	8
1. ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ ТА ЗАСОБИ ЇХ КОНТРОЛЮ.....	10
1.1 Показники мікроклімату приміщення.....	10
1.2 Оптимальні параметри мікроклімату.....	12
1.2.1 Категорії мікроклімату на робочому місці.....	14
1.2.2 Оптимальні параметри мікроклімату у житлових приміщеннях	16
1.2.3 Оптимальні параметри мікроклімату у складських приміщеннях.....	17
1.3 Пристрої збору метеоданих	18
1.3.1 Вимірювання температури.....	18
1.3.2 Вимірювання вологості повітря.....	19
1.3.3 Вимірювання атмосферного тиску.....	21
1.3.4 Вимірювання інших параметрів.....	22
1.4 Датчики контролю мікроклімату.....	24
1.5 Призначення систем моніторингу метеоданих.....	25
2. АНАЛІЗ ВИМОГ ДО ПРОЕКТОВАНОЇ СИСТЕМИ.....	27
2.1 Огляд існуючих систем моніторингу метеоданих.....	27
2.2 Визначення вимог до проекрованої системи.....	31
2.3 Розробка структурної схеми проекрованої системи.....	34
2.4 Обґрунтування вибору технічних засобів автоматизації.....	36
2.4.1 Датчик температури.....	36
2.4.2 Датчик атмосферного тиску.....	37
2.4.3 Датчик вологості.....	39
2.4.4 Мікроконтролер.....	41

					ДП.АКІТ.8091454.00.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Струс І.О.				Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевір.	Пітух І.Р.				5	75	
Консульт.	.				ЗУНУ.ФКІТ.АКІТ-41		
Н. Контр.	Заставний О.М.						
Затверд.	Сегін А.І.						
					Автоматизована система опрацювання метеоданих/ Automated system for processing meteorological data		

3. РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ОПРАЦЮВАННЯ МЕТЕОДНАНИХ.....	45
3.1 Розробка функціональної схеми.....	45
3.2 Розробка принципової схеми.....	50
3.3 Розробка алгоритму роботи системи.....	54
4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	57
4.1 Мікрокліматичні умови робочої зони та наслідки їх порушення....	57
4.2 Оздоровлення повітря робочої зони.....	58
4.2.1 Шляхи забруднення повітряного середовища робочих приміщень.....	58
4.2.2 Заходи щодо оздоровлення повітря робочої зони.....	59
4.2.3 Розрахунок вентиляції приміщення.....	61
ВИСНОВКИ.....	63
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	65
ДОДАТОК А Фрагмент програми прошивки мікроконтролера.....	68

					ДП.АКІТ. 8091454.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		6

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АСОМ – автоматизована система опрацювання метеоданих;

АТ – тмосферний тиск;

АЦП – аналого-цифровий перетворювач;

ВМ – виконавчі механізми;

ВП – вологість повітря;

ГРЧ – годинник реального часу;

КБУ – комфортні та безпечні умови;

МК – мікроконтролер;

РО – рівень освітленості;

РРЧ – режим реального часу;

САУ – система автоматизованого управління;

СВОП – системи вентиляції та очищення повітря;

ТЗА – технічні засоби автоматизації;

ТП – температура повітря;

ЦЗД – центру збору даних;

ШРП – швидкість руху повітря.

					ДП.АКІТ. 8091454.00.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

ВСТУП

«Мікроклімат це поєднання фізичних факторів, які впливають на взаємодію організму людини з факторами навколишнього середовища, які можуть чинити вплив на самопочуття, працездатність, здоров'я та продуктивність праці» [1]. «Параметри мікроклімату здійснюють, як позитивний так і негативний, вплив» [2] майже всі процеси, що відбуваються у живому організмі. Оптимальні умови мікроклімату допомагають зберегти здоров'я та підвищити продуктивність праці. Тому важливою є необхідність забезпечення КБУ у приміщеннях для проживання та роботи людей. Однак, для досягнення цих цілей необхідно контролювати та аналізувати різні показники мікроклімату, такі як температура, вологість, тиск, швидкість повітря, рівень освітленості тощо.

Забезпечення оптимальних кліматичних умов досягається завдяки контролю та регулюванню параметрів мікроклімату. Автоматизація процесів збору, обробки та аналізу метеоданих дозволяє здійснювати ефективний контроль показників мікроклімату та вчасно реагувати на його зміни.

Автоматизована система опрацювання метеоданих (АСОМ) приміщення дозволить значно спростити процес забезпечення КБУ клімату, за рахунок швидкості та точності збору, обробки та аналізу даних без часових затримок, а також реалізує можливість зберігання та аналізу даних для майбутнього використання.

Таким чином, розробка та використання АСОМ в приміщенні є невідомою частиною забезпечення здоров'я та комфорту людей, які проживають або працюють в приміщеннях.

Мета кваліфікаційної роботи Метою даної бакалаврської кваліфікаційної роботи є розробка автоматизованої системи опрацювання метеоданих в режимі реального часу (РРЧ), яка дозволить здійснювати контроль параметрів мікроклімату.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- дослідити показники, що визначають мікроклімат;
- дослідити вплив мікроклімату на людину та його оптимальні

					ДП.АКІТ. 8091454.00.00.000 ПЗ	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

параметри;

- дослідити пристрої збору даних про мікроклімат приміщення;
- проаналізувати призначення систем моніторингу метеоданих та сфери їх застосування;

- провести аналіз існуючих систем моніторингу метеоданих;
- визначити вимоги до проектованої системи;
- обґрунтувати вибір технічних засобів автоматизації;
- розробити автоматизовану систему опрацювання метеоданих;
- розробити алгоритм роботи системи.

Предметом дослідження є процес забезпечення оптимальних кліматичних умов у приміщенні.

Об'єктом дослідження система автоматизації збору, обробки та аналізу метеоданих.

Практичне значення отриманих результатів. Запропонована автоматизована система, що дозволяє забезпечити регулювання параметрів мікроклімату в приміщенні з використанням зібраних метеоданих в залежності від зміни погодних умов або потреб користувачів.

Напрямки подальшого розвитку. В подальшому можливе розширення функціональності системи, наприклад, функції прогнозування погоди, моніторингу якості повітря, аналізу метеоданих для прийняття рішень тощо. Також можлива розробка та встановлення додаткових метеостанцій та об'єднання їх у мережу, що дозволить збирати більше даних та забезпечити більш точні прогнози погоди.

Публікації.

1. Струс І.О. Дослідження та розробка та розробка автоматизованої системи контролю метеопараметрів. Збірник матеріалів проблемно-наукової міжгалузевої конференції «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» (АКІТ - 2023), Тернопіль, 2023. -с. 48-51.

					ДП.АКІТ. 8091454.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		9

1. ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ ТА ЗАСОБИ ЇХ КОНТРОЛЮ

1.1 Показники мікроклімату приміщення

Метеорологічні умови приміщення - це умови, що характеризують погодні умови в приміщенні [3]. Вони можуть регулюватися для забезпечення комфорту людям, які перебувають в ньому. Ці умови варіюються залежно від розташування приміщення, погодних умов на зовнішньому повітрі, а також умов внутрішнього середовища приміщення. Основними параметрами, що характеризують метеоумови приміщення, належать (рисунок 1.1):

- температура повітря (ТП) - характеристика, що відображає кількість тепла в повітрі в приміщенні, для вимірювання використовують шкали градусів °C – по Цельсію або °F – по Фаренгейту;
- вологість повітря (ВП) – є «відносною кількістю водяної пари у повітрі приміщення» [3], зазвичай вимірюється у відсотках (%);
- атмосферний тиск (АТ) – сила, яку повітря діє на поверхню, вимірюється в паскалях (Pa), або в міліметрах ртутного стовчика (мм.рт.ст.);
- рівень освітленості (РО) – рівень світла в приміщенні, що вимірюється в люксах (lx).



Рисунок 1.1 – Складові мікроклімату

Метеоумови приміщення визначають його мікроклімат [1]. Основні параметри, що визначають мікроклімат в приміщеннях показані на рисунку 1.2.

					ДП.АКІТ. 8091454.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		10



Рисунок 1.2. – Основні параметри мікроклімату

Мікроклімат в приміщенні може впливати на людей в різних аспектах [2], таких як здоров'я, комфорт та продуктивність, наприклад:

- щодо стану здоров'я: неконтрольований мікроклімат може призвести до збільшення ризику захворювань, зокрема на застуду, грип та інші захворювання дихальних шляхів. Дуже висока ТП та ВП можуть спричинити перегрівання організму та тепловий удар.

- стосовно комфортності та безпеки умов (КБУ): несприятливі умови мікроклімату, такі як надмірна температура або вологість, можуть знижувати комфорт людей в приміщенні. Наприклад, висока ТП може призводити до незручностей під час сну, а надмірна ВП може створювати відчуття духмяності та пригнічення.

- щодо продуктивності: мікрокліматичні умови в приміщенні можуть позитивно впливати на продуктивність праці та її ефективність. Наприклад, занадто низька ТП може знизити швидкість роботи, тоді як висока ТП може призвести до втоми та зниження концентрації.

«Мікроклімат виробничих приміщень забезпечує КБУ праці» [4], а також ефективну роботу машин та обладнання. Наприклад, у виробничих приміщеннях, де використовуються теплові джерела, може бути потрібна система кондиціонування повітря для забезпечення оптимальних ТП та ВП. Це допоможе уникнути перегріву приміщення та забезпечити комфортні умови для працівників.

Також, у деяких виробничих процесах може виникати шкідливі газу або пил, що можуть бути небезпечними здоров'ю працівників. У цьому випадку можуть бути необхідними системи вентиляції та очищення повітря (СВОП), що забезпечать КБУ праці [5].

Крім того, відповідні кліматичні умови допоможуть зменшити витрати на енергію та підвищити продуктивність роботи працівників. Наприклад, оптимальна ТП та ВП забезпечують зниження кількості хвороб серед працівників та забезпечити більш ефективну роботу машин та обладнання.

Отже, створення відповідних мікрокліматичних умов у таких приміщеннях є важливим для забезпечення комфорту та безпеки працівників, зменшення ризику виникнення аварій та підвищення ефективності виробничого процесу.

Забезпечення необхідних кліматичних умов у складських приміщеннях [6] також є вкрай важливим, оскільки вони можуть значно вплинути на якість та тривалість зберігання товарів. Необхідність створення певної ТП та ВП залежить від категорій товарів, які зберігаються.

Наприклад, деякі продукти, такі як ліки, харчові продукти, вина та електронні компоненти, вимагають контрольованої ТП та ВП. Якщо ці умови не забезпечуються, то це може привести до псування товарів та зменшення їх якості.

Також, в залежності від розміру складу та кількості товарів, які зберігаються, можуть знадобитись СВОП, щоб уникнути накопичення запахів та інших небезпечних речовин [7].

1.2 Оптимальні параметри мікроклімату

«Мікроклімат – це метеорологічні умови, які визначаються дією на організм людини сукупністю фізичних параметрів повітряного середовища на невеликих відкритих або закритих просторах. Показниками, що характеризують мікроклімат виробничих приміщень, є: температура, вологість, швидкість руху повітря (ШРП) та теплове випромінювання» [2].

«Мікроклімат виробничих приміщень – клімат внутрішнього середовища цих приміщень, який визначається діючими на організм людини поєднаннями температури, вологості та швидкості руху повітря»[8].

Фактори клімату чинять вплив (рисунок 1.3) на процеси теплообміну та характер виконання робіт працівниками [9].

					ДП.АКІТ. 8091454.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		12

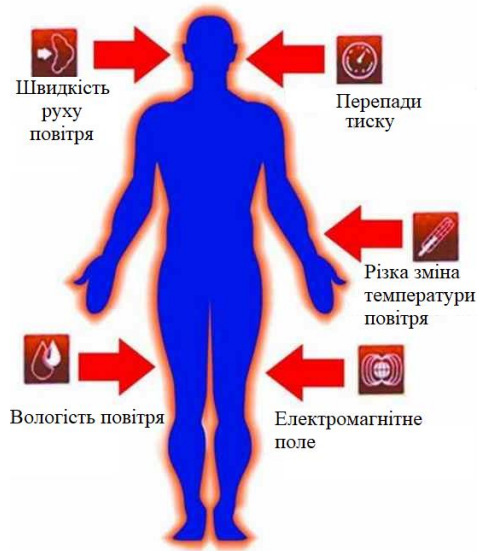


Рисунок 1.3 – Фактори, що впливають на організм людини

Довготривала дія несприятливих умов може зумовити різке погіршення самопочуття людини, зниження її продуктивності, захворювання [10], наприклад:

- вплив високої ТП зумовлює швидку втомлюваність, перегрів організму, тепловий удар або призводить до професійного захворювання.
- низька ТП може спричинити загальне або місцеве переохолодження організму, та бути причиною простудного захворювання або обмороження.
- висока відносна ВП за умови високої ТП спричиняє перегрів ліла людини; при низькій ТП посилюється тепловіддача шкіряних покривів, що зумовлює замерзання.
- низька ВП може викликати до сухості та дратівливості дихальних шляхів, порушення їхньої захисної функції, збільшення ризику захворювання на респіраторні інфекції та інші захворювання дихальної системи.

Необхідність створення оптимальних умов у приміщеннях зумовлена тим, що погані умови мікроклімату можуть негативно впливати на здоров'я та самопочуття людей. Наприклад, недостатня вентиляція повітря може призвести до концентрації токсичних складових у повітрі, що може зумовлювати виникнення головного болю, запаморочення, алергічних реакцій тощо. Недостатній рівень вологості може призвести до сухості в очах, сухості та роздратування слизових оболонок носа та горла, а також до зниження ефективності дихальної системи та збільшення ризику зараження вірусними

					ДП.АКІТ. 8091454.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		13

інфекціями. Недостатня температура може призвести до гіпотермії та зниження імунітету, а надмірна - до перегріву та надмірного випаровування вологи з організму, що може спричинити втрати енергії та дегідратації.

Таким чином, оптимальний мікроклімат в приміщенні допомагає знизити ризик виникнення професійних захворювань, забезпечити комфорт, безпеку та підвищити продуктивність людей, які знаходяться в ньому, збільшити термін експлуатації обладнання, знизити витрати на енергопостачання, зберігати товари належним чином у складських приміщеннях, що забезпечує збільшення терміну їх зберігання та багато іншого.

1.2.1 Категорії мікроклімату на робочому місці

Визначення параметрів кліматичні параметри робочого місця залежить від ступеня їх впливу на людину, її тепловий баланс. З даної точки зору мікроклімат поділяється на кілька категорій [11-12].

Нейтральний мікроклімат має незначний вплив на людей під час тривалого перебування їх в приміщенні, наприклад протягом робочої зміни. У такому випадку між величиною теплопродукції та сумарною тепловіддачею різниця знаходиться в межах $\pm 2\text{Вт}$.

Охолоджуючий - мікроклімат при якому тепловіддача людини перевищує теплопродукцію, що зумовлює дефіцит тепла більше 2Вт , тобто людина відчуває дефіцит тепла. Постійна робота в таких умовах може призвести до різних хвороб, наприклад, радикуліт, хвороби ШКТ та дихальних шляхів, системи кровообігу, призвести до проблеми контролю за рухами (координації) та змін роботи головного мозку. Охолодження організму призводить до зниження точності у робочих процесах.

Мінімальний - це клімат з найнижчими параметрами при якому в організмі накопичується надлишкове тепло ($>2\text{ Вт}$) і при цьому випаровується волога ($>30\%$). Така ситуація також знижує працездатність. Можуть виникати неприємність, головний біль. За статистикою, кожен п'ятий тепловий удар закінчується летальним кінцем.

Нагріваючий – це тип мікроклімату, при якому тепловіддача людини є

					ДП.АКІТ. 8091454.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		14

меншою ніж теплопродукція, що зумовлює накопичення тепла в організмі людини >2Вт. При такому типі ТП в приміщенні значно підвищується в результаті випромінювання тепла від обладнання, теплої поверхні, або процесів, що відбуваються в приміщенні. Він може мати негативний вплив на стан здоров'я людей, наприклад, підвищення температури тіла, виснаження, головні болі, серцево-судинні захворювання та ін.

Оптимальні (нейтральні) мікрокліматичні умови визначаються тим, за яких умов найкраще функціонує організм людини. Оптимальний мікроклімат забезпечує комфорт протягом всього робочого дня (зазвичай 8 год), при мінімальній напрузі організму, зокрема, коли немає відчуття температурного дискомфорту, тобто немає потреби зігрітися або охолодитися, немає відчуття задухи або «сауни».

Залежно від ступеню впливу на самопочуття і працездатність співробітників умови мікроклімату можуть бути небезпечними, шкідливими, допустимими та оптимальними [9-11].

Для того, щоб забезпечити КБУ клімату для виробничого приміщення необхідно враховувати наступні параметри [8,12]:

- ТП зазвичай знаходиться в діапазоні 18-22°C – для офісних приміщень та 16-20°C – для виробничих, в залежності від типу виробництва.
- ВП – оптимальним значеннями є 40-60%. При занадто сухому повітрі може відчуватися дискомфорт, а також можуть з'являтися проблеми зі слизовими оболонками, в той час як занадто вологе повітря може призвести до збільшення відносної ВП і розвитку плісняви.
- ШРП – знаходиться в межах 0,15-0,25 м/с – для офісних приміщень та до 0,5 м/с – для виробничих приміщень. Занадто велика швидкість повітря може викликати дискомфорт.
- РО виробничих приміщень повинен бути не менше 300 лк, а в офісних приміщеннях – не менше 500 лк.
- рівень шуму виробничих приміщень не повинен перевищувати 85дБА.
- рівень пилу та газів – для запобігання накопичення в повітрі шкідливих речовин необхідно забезпечити належний рівень вентиляції.

					ДП.АКІТ. 8091454.00.00.000 ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Забезпечення цих параметрів допоможе створити КБУ праці, знизити ймовірність захворювань і покращити продуктивність праці. Виміри мікроклімату роблять на постійному робочому місці. Оптимальні параметри виведені для робочої зони, де співробітник перебуває понад 50% свого робочого дня чи 2 год та більше безперервно. Також значення оптимальних параметрів можуть залежати від пори року й тяжкості робіт.

1.2.2 Оптимальні параметри мікроклімату у житлових приміщеннях

Оцінка мікроклімату [13] в житлових приміщеннях відбувається за іншими параметрами. Для таких приміщень важливим є дотримання ТП у діапазоні 20-22°C. Якщо мікроклімат приміщення порушений, то поступово може знижуватись імунітет організму, а значить, підвищується ймовірність захворювань. Некомфортними та шкідливими для здоров'я вважаються не лише холодні приміщення, а й надто спекотні. Регулювати температуру в житловому приміщенні допомагають опалювальні системи. Важливими є показники ВП та ШРП [14]. Не варто допускати задухи зайвої вологості чи сухості: зробити повітря свіжим можна за умови використання систем вентиляції. Або необхідно часто провітрювати приміщення.

Якщо житлове приміщення збудовано так, що у ньому спостерігається постійне порушення параметрів мікроклімату, можливо, необхідно провести реконструктивні роботи та підвищити ефективність теплозахисту, СВОП та кондиціонування приміщення.

Для забезпечення КБУ в приміщенні необхідно враховувати наступні параметри [5]:

- ТП повинна бути зручною для людей, які проживають в ньому, зазвичай, комфортна ТП для приміщення знаходиться в діапазоні між 18°C та 24°C;
- ВП має бути достатньою, щоб забезпечити комфорт людям, які перебувають в ньому. Зазвичай, комфортна вологість повітря знаходиться в діапазоні між 30% та 60%;
- РО в приміщенні повинен бути достатнім для забезпечення комфортного сприйняття зором;

					ДП.АКІТ. 8091454.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		16

– рівень шуму в приміщенні повинен бути на рівні, який не заважає людям, які перебувають в ньому;

– якість повітря повинна бути на достатньому рівні, щоб забезпечити здоров'я та комфорт людям, які перебувають в ньому. Включає забезпечення достатньої вентиляції, а також контроль рівня вмісту у повітрі шкідливих речовин.

Для контролю зазначених параметрів можна використовувати спеціальні пристрої – термометри, гігрометри, барометри, фоторезистори тощо, що використовуватися у АСОМ в приміщенні для забезпечення моніторингу та аналізу метеоумов.

1.2.3 Оптимальні параметри мікроклімату у складських приміщеннях

На параметри клімату у приміщеннях, які використовуються для зберігання готових товарів, сировини, матеріалів чи комплектуючих може залежати від ряду факторів, наприклад [6]:

- типу товарів, що зберігаються на складі;
- розміру та форми приміщення;
- характеру роботи, яка виконується.

Тому, перед проектуванням та експлуатацією складських приміщень, необхідно провести детальний аналіз та розрахунки з урахуванням всіх вказаних параметрів.

З метою забезпечення відповідних умов мікроклімату складських приміщень необхідно враховувати наступні параметри [7-8]:

– ТП може залежати від способу зберігання товарів та може коливатись від -30°C до +30°C. Для більшості складів оптимальною ТВ є 18-24°C;

– ВП перебуває в залежності від типу товарів, проте необхідно забезпечувати оптимальний рівень вологості повітря, наприклад, для продуктів харчування ВП складає 50-60%, для деяких хімічних речовин - менше 40%;

– РО залежить від виду робіт, які виконуються на складі, необхідно забезпечувати достатній РО, а оптимальний РО зазвичай складає 150-500 люкс;

– ШРП повинна бути достатньою для забезпечення оптимальних умов

					ДП.АКІТ. 8091454.00.00.000 ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

зберігання товарів та комфорту працівників;

– шумове середовище в залежності від різновиду робіт на складі, забезпечується на оптимальному рівні для забезпечення комфорту працівників.

1.3 Пристрої збору метеоданих

Пристрої контролю та вимірювання параметрів метеоумов приміщення використовуються щоб забезпечити КБУ у приміщеннях та забезпечення безпечних та ефективних умов праці. За допомогою цих пристроїв можна контролювати ТП, ВП, АТ, ШРП та інші параметри мікроклімату приміщення, що дозволяє підтримувати оптимальний рівень комфорту та здоров'я працівників та гостей.

Крім того, ці пристрої використовуються для збору даних про мікроклімат приміщення, що може бути використовуватися при плануванні та оптимізації роботи опалювальних систем та СВОП, оцінки ефективності їх роботи, для моніторингу впливу зовнішнього середовища на внутрішні умови в приміщенні.

1.3.1 Вимірювання температури

Найважливішим чинником комфортності є показник температури у приміщенні [4]. Наприклад, низька ТП зумовлює віддачу організмом людини тепла, що в свою чергу знижує його функції захисту. Якщо людина, перебуваючи в приміщенні, буде постійно страждати від переохолодження, то схильність до частої простудної або ж інфекційним захворюванням буде високою. Аналогічна ситуація складається з дуже високою ТП в приміщенні (понад 27°C). Як результат боротьби із спекою - організмом виводиться сіль з організму. Дана ситуація загрожує тим, що знизиться імунітет, порушиться водно-сольовий баланс, який відповідає за регуляцію роботи багатьох систем в організмі.

ТП в приміщенні можна вимірювати за допомогою різноманітних приладів [15]. Термометр (рисунок 1.4) є найбільш поширеним та доступним пристроєм для вимірювання температури. Термометри бувають різні, наприклад ртутні, електронні, інфрачервоні, цифрові та інші.

					ДП.АКІТ. 8091454.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		18



а) б) в) г)

Рисунок 1.4 – Термометри

Температура за допомогою термопари вимірюється шляхом вимірювання різниці температури між двома точками. Використовується щоб вимірювати температуру в складних умовах, таких як висока температура або корозійні середовища.

Цифровий термометр (рисунок 1.4б) – є електронним пристроєм для вимірювання температури. Можуть використовуватися різні методи для вимірювання температури, наприклад, термістори, терморезистори, інфрачервоні датчики тощо. Результати вимірювання відображаються на цифровому дисплеї.

Інфрачервоний термометр (рисунок 1.4в) дозволяє здійснювати вимірювання безконтактно. Використовується для вимірювання температури поверхонь, до яких неможливо досягнути за допомогою звичайного термометра.

Для вимірювання ТП використовуються комбіновані пристрої, наприклад, термогігрометр (рисунок 1.4г) дозволяє крім температури вимірювати також і ВП в приміщенні. Також використовується для контролю за вологістю в приміщенні, оскільки висока ВП може зумовлювати не приємні умови для людського організму.

Ці прилади можуть входити до складу АСОМ для забезпечення моніторингу та аналізу температури в приміщенні.

1.3.2 Вимірювання вологості повітря

Другим за значущістю фактором, що впливає на теплообмін людини, є ВП. При вираженому рівні ВП несприятливий вплив чинитиме ТП. У міру вологе повітря ($\varphi=40-60\%$) забезпечує КБУ для роботи і відпочинку [2]. Наприклад, в

					ДП.АКІТ. 8091454.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		19

зимовий період ВП сприяє зміцненню імунної системи, оскільки не дозволяє пересихати слизовим оболонкам і ставати вразливим для вірусів, під час літнього періоду за комфортної ВП легше переноситься спека і підтримується здоровий стан шкіри.

З підвищенням ТП відбувається збільшення вмісту в ньому вологи. Отже вплив ТП на організм людини нерозривно пов'язаний із показником ВП у приміщенні. Несприятливий вплив що високої, що низької вологості істотно впливає на показник температури у приміщенні. Наприклад, «велика вологість при ТП вище 25°C сприяє перегріванню організму внаслідок знижується віддача тепла шляхом випаровування води з поверхні шкіри»[3].

Навіть при відсутньому помітному потовиділенню (при 15-20°C) людиною, через шкіру, втрачається 0,4-0,6 л рідини на добу, а з повітрям, яке вона видихає 0,3-0,4л. Тобто в результаті перегрівання спостерігається погіршення самопочуття, відчуття тяжкості та задухи.

Значна ВП у поєднанні з низькою ТП пришвидшує охолодження організму. Це можна пояснити тим, що коли ВП зростає, то повітря стає менш стабільним термічно, тобто воно менше може утримувати тепло. Як наслідок, людський організм втрачає більше тепла через піт, який випаровується з шкіряного покриву, що призводить до зменшення температури тіла.

Пристрої за допомогою яких відбувається вимірювання ВП [16] в приміщенні називаються гігromетри (рисунок 1.5). Вони бувають різних видів також можуть вбудовуватися в АСОМ та контролю мікроклімату.



а)



б)



в)

Рисунок 1.5 – Основні типи гігromетрів

Механічні гігromетри (рисунок 1.5а) - це традиційний тип гігromетрів, які використовуються для вимірювання ВП шляхом зміни розміру гігроскопічного

					ДП.АКІТ. 8091454.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		20

елемента при зміні вологості повітря.

Електронні гігрометри (рисунок 1.5б) - це сучасний тип гігрометрів, які використовують електричні сигнали для вимірювання вологості. Вони більш точні та швидші у вимірюванні ВП, а також можуть мати функції зберігання даних та реалізацію зв'язків з іншими пристроями.

Хімічні гігрометри - це тип гігрометрів, які застосовуються для вимірювання ВП шляхом реакції з хімічним реагентом. У них не висока точність, але дозволяють здійснювати вимірювання простим та доступним способом.

Гігрометр психрометричного типу (рисунок 1.5в) - це пристрій для вимірювання відносної ВП у приміщенні, використовуючи принцип психрометрії. У такого пристрою типу один з термометрів (сухий) вимірює температуру повітря, а інший (вологий) вимірює температуру повітря, яке проходить крізь вологу тканину навколо нього.

Окрім зазначених, існує також ряд спеціалізованих пристроїв, що можуть використовуватися для вимірювання ВП у різних умовах, наприклад, вимірювати вологість в ґрунті, в середовищах з високим тиском або температурою.

1.3.3 Вимірювання атмосферного тиску

АТ не завжди враховується при визначенні метеоумов приміщення. Це зумовлюється тим, що даний параметр в приміщенні, зазвичай, залишається стабільним і його значення перебуває на рівні, який відповідає його рівню у зовнішньому повітрі, і не впливає на комфорт людей у приміщенні. Однак його врахування є важливим [1-3], оскільки він чинить вплив на багато фізичних і хімічних процесів, що відбуваються у приміщенні. Наприклад, зниження АТ може призвести до появи конденсату на поверхнях, що спричиняє появу плісняви та грибків. Або в приміщенні використовується обладнання, яке здатне спричинити зміни АТ.

Тому визначення АТ, хоча він не є головним параметром для визначення комфортності приміщення, все таки є необхідним для забезпечення КБУ. Рівень АТ вважається одним з мікрокліматичних параметрів приміщення, який може впливати на здоров'я та комфорт людей, що знаходяться в цьому приміщенні.

					ДП.АКІТ. 8091454.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		21

Високий атмосферний тиск може спричиняти головні болі, а низький тиск - втомлюваність та апатію.

Для контролю рівня АТ [17] в приміщенні можна використовувати барометри, які є одними з пристроїв для вимірювання параметрів метеоумов приміщення. Оптичні та електронні барометри можуть використовуватися АСОМ для забезпечення моніторингу та аналізу рівня атмосферного тиску в приміщенні. Для отримання значень АТ в приміщенні можна використовувати різні типи барометрів (рисунок 1.6).

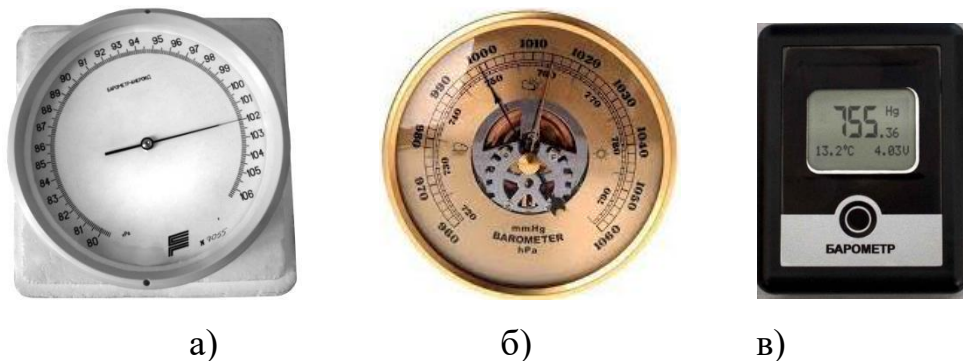


Рисунок 1.6 – Пристрої для вимірювання АТ

Анероїдні барометри (рисунок 1.6а) - це традиційні механічні пристрої, які використовуються для вимірювання АТ, що мають металевий балон, який розташований в вакуумному просторі. Зміни в тиску приводять до змін у формі балону, що потім змінює показання на шкалі.

Кварцові барометри (рисунок 1.6б) - це електронні пристрої, які використовують кварцові кристали для вимірювання АТ. Вони характеризуються точністю та більш є стабільними, ніж анероїдні барометри, та можуть вимірювати тиск з більшою роздільною здатністю.

Цифрові барометри (рисунок 1.6в) - це електронні пристрої, які використовуються для вимірювання АТ. Їх перевагою є можливість зв'язку з іншими електронними пристроями, наприклад комп'ютером, з метою забезпечення зручного способу збору, обробки та збереження даних.

На практиці ряд спеціалізованих пристроїв використовується для контролю параметрів АТ в різних умовах, наприклад барометри, які можуть вимірювати тиск у воді та тиск на висоті.

					ДП.АКІТ. 8091454.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		22

1.3.4 Вимірювання інших параметрів

Окрім термометрів, гігрометрів та барометрів, для опрацювання метеорологічної інформації в приміщенні можуть використовуватися інші пристрої [18]. Наприклад аналізатор якості повітря (рисунок 1.7) дозволяє вимірювати якість (склад) повітря в приміщенні рівень CO₂, VOC. Він також може здійснювати вимірювання й інших метеопоказників, наприклад ТП та ВП.



Рисунок 1.7 – Зовнішній вигляд аналізатора якості повітря

Автоматизована система контролю освітлення може здійснювати контроль рівня освітленості в приміщенні, дозволяє регулювати інтенсивність світла залежно від освітленості зовнішнього середовища та активності в приміщенні.

Пристрій для вимірювання швидкості потоків (рисунок 1.8) повітря може вимірювати та напряму повітряних потоків в приміщенні та називається анемометр.



Рисунок 1.8 – Зовнішній вигляд анемометрів

Розрізняють такі типи пристроїв: обертальні – крильчатийі чашковий, теплові, ультразвукові, оптичні та ін. Дані пристрої забезпечують контроль розподілу повітря по приміщенню та дозволяють покращити його вентиляцію.

Люксометр (рисунок 1.9) - може вимірювати рівень різних видів світла в

										ДП.АКІТ. 8091454.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата							23

приміщенні, включаючи видиме світло, УФ- та ІЧ-випромінювання. З його допомогою забезпечується контроль за рівнем випромінювання.



Рисунок 1.9 – Зовнішній пристрій вимірювання рівня освітлення

За допомогою дозиметра вимірюється рівень радіації в приміщенні. Пристрій може вимірювати рівень гамма-випромінювання, бета-випромінювання та інші види радіації.

Перелічені пристрої можуть дозволять забезпечити отримання повної інформації про мікроклімат в приміщенні.

1.4 Датчики контролю мікроклімату

У системах контролю мікроклімату в приміщенні використовуються різноманітні датчики для вимірювання різних параметрів. Деякі з найбільш поширених датчиків включають [19-20]:

- Датчики температури: вимірюють ТП повітря в приміщенні та бувають електронними, термічними, радіовимірювальними або оптичними.
- Датчики вологості: вимірюють ВП в приміщенні. Зазвичай вони бувають електронними або конденсативними.
- Датчики рівня CO₂: вимірюють рівень у приміщенні вуглекислого газу. Ці датчики використовуються для контролю складу повітря у замкнених приміщеннях і допомагають запобігти виникненню проблем з диханням.
- Датчики освітленості: вимірюють РО в приміщенні та використовуються для автоматичного регулювання освітлення, наприклад в залежності від зовнішнього освітлення або часу доби.

					ДП.АКІТ. 8091454.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		24

- Датчики швидкості повітря: вимірюють ШРП в приміщенні, зазвичай використовуються для контролю рівномірності розподілу повітря в приміщенні.
- Датчики для вимірювання рівня забрудненості повітря приміщення, дозволяють контролювати рівень шкідливих речовин, таких як формальдегід, бензол та інші хімічні сполуки.

На практиці використовуються датчики: провідні та безпроводні [21-22].

Провідні – є не великими бюджетними метеоприладами. Для їх підключення відсутня необхідність у джерелі живлення, наприклад батарейки, акумулятори. Недоліком використання таких датчиків є неможливість їх розміщення на значній відстані від центру збору даних (ЦЗД), що обмежується довжиною кабелю.

Безпроводні датчики можна розміщувати на великій відстані від ЦЗД. Перевагою таких пристроїв є високий рівень точності вимірювань, проте із збільшенням відстані від ЦЗД тим більш нестабільним буде сигнал. До недоліків можна також віднести високу вартість та необхідність у безперебійному джерелі живлення, тобто постійного підзарядження або заміни батарей.

1.5 Призначення систем моніторингу метеоданих

Система моніторингу метеоданих приміщення [20, 23] - це комплексна система, що включає в себе різноманітні пристрої, датчики, програмне забезпечення та обладнання, які забезпечують автоматичний збір та обробку метеорологічних даних в приміщенні. Основна мета такої системи - здійснення контролю та можливість регулювання мікроклімату в приміщенні з метою забезпечення КБУ для проживання, роботи та відпочинку людей [24]. Крім того, такі системи можуть використовуватися для моніторингу умов зберігання різних матеріалів та продуктів харчування, контролю технологічних процесів у промисловості та сільському господарстві, а також для наукових досліджень та спостережень. Для приміщень зазвичай використовують портативні метеостанції, що відрізняються типом та функціональністю [25].

Бездротові метеостанції - забезпечують безпроводний зв'язок між датчиками

						ДП.АКІТ. 8091454.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата			25

та ЦЗД основної станції, що дозволяє здійснювати контроль параметрів мікроклімату в різних місцях приміщення.

Метеостанції з USB-інтерфейсом можуть підключатися до комп'ютера за допомогою USB-кабелю, щоб збирати та аналізувати дані про мікроклімат в реальному часі.

Переносні метеостанції - складаються з набору датчиків, що розміщуються в різних частинах приміщення, та основної станції, яка приймає і аналізує дані.

Мультифункціональні метеостанції дозволяють здійснювати повний контроль над мікрокліматом в приміщенні шляхом вимірювання різні параметри, зокрема ТП, ВП, АТ, ШРП та його напрямом, опади та інші метеопараметри.

За допомогою кімнатного пристрою моніторингу метеоданих в приміщенні користувачі можуть отримувати інформацію про параметри мікроклімату в приміщенні, що дозволяє реалізувати контроль та забезпечення підтримки оптимальних умов для роботи, навчання або життя в приміщенні. На дисплеї пристрою можна переглядати поточні значення параметрів, а також історію зміни цих значень за декілька останніх годин, днів чи навіть тижнів. Крім того, пристрій виконувати функції сповіщення про зміну параметрів мікроклімату за заданими пороговими значеннями, що дозволяє своєчасно реагувати на небезпечні умови або вчасно налаштувати опалювальну систему та систему кондиціонування з метою забезпечення КБУ роботи або проживання в приміщенні.

Системи моніторингу метеорологічних показників у приміщенні володіють наступними технічними характеристиками [23-25]:

- вимірювання параметрів мікроклімату;
- виведення виміряних даних дисплей;
- можливість розширеного (користувацького) налаштування;
- формування та відображення графіку історії показників;
- портативність пристрою;
- економічне енергоспоживання.

Сучасні метеостанції дозволяють здійснювати прогноз стану про навколишнє середовище на основі аналізу даних, які отримані за певний термін, використовуючи спеціальні алгоритми.

					ДП.АКІТ. 8091454.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		26

2. АНАЛІЗ ВИМОГ ДО ПРОЕКТОВАНОЇ СИСТЕМИ

2.1 Огляд існуючих систем моніторингу метеоданих

На сьогоднішній день на ринку присутня значна кількість систем моніторингу метеоданих приміщення різного призначення, що дозволяє ефективно контролювати та регулювати мікроклімат в будь-якому приміщенні. Основною метою АСОМ забезпечення оптимальних мікрокліматичних умов для конкретного технологічного процесу. Наприклад, для одних випадків необхідним є контролювати показники ТП та ВП, щоб уникнути виникнення конденсації та інших проблем, що пов'язані з ВП, для інших можуть бути необхідні мікрокліматичні умови з підвищеною чистотою повітря та низьким рівнем пилу. АСОМ можуть бути різних типів та призначення [19-25], наприклад:

- регулювання мікроклімату в житлових будинках, офісах та інших приміщеннях;
- контроль якості або складу повітря в приміщеннях;
- моніторинг та контроль вологості та температури в складських приміщеннях;
- моніторинг та контроль ТП та ВП в приміщеннях для вирощування рослин та тварин;
- мікроклімату в лабораторіях та інших наукових приміщеннях.

Системи моніторингу метеоданих можуть включати в себе різноманітні датчики, які дозволяють вимірювати різні параметри мікроклімату [3, 12, 18].

Отримані дані можуть оброблятися та відображатися на екрані монітора або метеостанції, що дозволяє оперативно контролювати та регулювати мікроклімат в приміщенні. Багато систем моніторингу метеоданих також мають функції автоматичного керування системами кондиціонування та вентиляції, що дозволяє ще більш ефективно регулювати мікроклімат у приміщенні.

Загальна структурна схема процесу формування мікроклімату зображена на рисунку 2.1

					ДП.АКІТ. 8091454.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		27

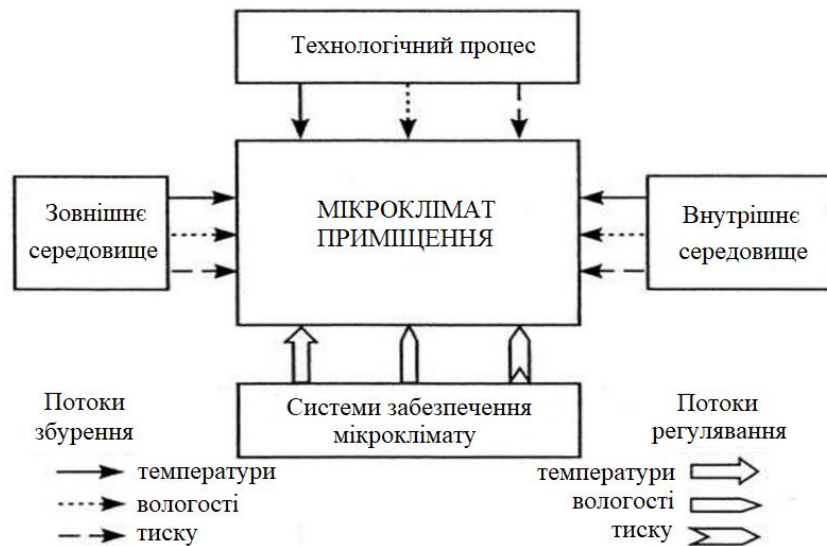


Рисунок 2.1 – Структурна схема формування мікроклімату

Загальна структурна схема формування мікроклімату включає наступні компоненти:

- технологічний процес - це комплекс дій та операцій, які виконуються в приміщенні, і що можуть впливати на його мікроклімат, наприклад, процеси тепловиділення, освітлення, кондиціювання, вентиляції повітря тощо;

- зовнішнє та внутрішнє середовище - це фактори, які безпосередньо впливають на мікроклімат приміщення, що включає погодні умови (температуру повітря, вітр, опади тощо), а внутрішнє середовище - характеристики приміщення (об'єм, площа, висота стелі, наявність меблів, техніки тощо);

- системи забезпечення мікроклімату - є комплексом технічних засобів автоматизації (ТЗА), який використовуються для створення та підтримки необхідного мікроклімату в приміщенні, наприклад системи опалення, СВОП, освітлення та інші;

- потоки збурення та реагування - це процеси, що відбуваються в приміщенні, коли змінюються умови мікроклімату. Збурення можуть виникати через дії людей, техніки, погодних умов, а реагування - через роботу систем забезпечення мікроклімату.

Таким чином, формування мікроклімату в приміщенні є комплексним процесом, який перебуває в залежності від різного числа чинників і включає в себе різноманітні технологічні процеси, системи забезпечення мікроклімату, а

						ДП.АКІТ. 8091454.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата			28

також потоки збурення та реагування. Для забезпечення КБУ для людей, що перебувають в приміщенні, важливим є забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату. Для цього необхідно використовувати відповідні ТЗА та виконавчі механізми (ВМ), які будуть забезпечувати регулювання цих параметрів.

Цифрова метеостанція «Assistant АН-1961 (рисунок 2.2) може використовуватися в житлових та офісних приміщеннях» [26]. Вона проста у використанні й може легко бути налаштована користувачем, наприклад формат відображення часу, температури та ін.



Рисунок 2.2 – Цифрова метеостанція Assistant АН-1961

Пристрій оснащений провідними датчиками, що дозволяють «визначати температуру в діапазоні 0°C-50°C (від -32°F до 122°F)» [26]. Індикатор вологості вимірює показники від 5% до 99%. Можливість вимірювання АТ не передбачена. Додатковими функціями є символічний прогноз погоди, збереження температурних значень та значення вологості, годинник та будильник.

Технічні характеристики моделі АН-1961:

- рідкокристалічний дисплей;
- пам'ять на макс./мін. значення вологості;
- підсвітка дисплею;
- роздільна здатність: 0.1°C;
- джерелом живлення є батарейка 1.5В типу АА.

Метеостанція Atomic W239009 (рисунок 2.3) відноситься до типу електронних [28]. У разі зміни кліматичних умов змінюється електрична властивість електронного датчика, сигнали якого посилюються, оцифровуються та відображаються на дисплеї приладу. Пристрій дозволяє вимірювати ТП в приміщенні та на вулиці в діапазоні -50 до +70°C, одиницями вимірювання: °C

						ДП.АКІТ. 8091454.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата			29

або °F. ВП вимірюється також і на вулиці в діапазоні 20-99%. Передбачена можливість використання безпроводних датчиків з радіусом прийому 30м.



Рисунок 2.3 – Метеостанція Atomic W239009

Дані про кліматичні умови, а також додаткова інформація відображається у вигляді чисел та піктограм на цифровому дисплеї. Символи мають достатній розмір та контраст для комфортного сприйняття. Серед додаткові функції є можливість збереження температурних значень.

Технічні характеристики моделі W239009:

- рідкокристалічний дисплей;
- «похибка вимірювання ТП: $\pm 1^{\circ}\text{C}$ в діапазоні від 0°C до $+40^{\circ}\text{C}$ » [27];
- «похибка вимірювання ВП: $\pm 3\%$ в діапазоні від 30% до 70%, в інших випадках $\pm 5\%$ » [27];
- автоматична реєстрація max і min значень вологості;
- можливість автоматичного обнулення показників кожного дня о 00:00;
- джерелом живлення є батареки типу AA (2шт), 1.5В.

Промислова метеостанція (рисунок 2.4) «Bresser 3-in-1 Profi Wind Gauge Black 927570» [28] дозволяє здійснювати вимірювання таких метеопараметрів як швидкість вітру, ТП та відносна ВП в середині та зовні приміщення за різними шкалами.



Рисунок 2.4 – Портативна метеостанція

					ДП.АКІТ. 8091454.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		30

Додатковими функціями приладу є можливість попередження про обмерзання та відображення точки роси, також можлива індикація прогнозованої зміни погоди. Завдяки вбудованій функції тривожних повідомлень дозволяє повідомляти про вихід контрольованих параметрів за границі допустимих. Необхідні датчики вмонтовані у єдиний блок, а зовнішні датчики – безпроводні, що дозволяє значно спростити процес монтажу.

Технічні характеристики моделі W239009 [28]:

- LED підсвітка дисплею;
- джерело живлення: метеостанції - 3 батареї AA, IEC LR06 1.5V, блоку датчиків - 3 AA батарейки, IEC LR06 1.5V.
- частота передачі сигналу: 868 MHz;
- дальність передачі сигналу до 150 м.;
- діапазон вимірювання внутрішньої ТП: -10°C - +50°C, зовнішньої -40°C до +60°C;
- діапазон вимірювання ВП у приміщенні: 20% до 90%, зовнішньої - 1% до 99%;
- вимірювання ШРП в діапазоні: 0-180 км/год.

2.2 Визначення вимог до проектованої системи

Параметри ТП, ВП та АТ є основними характеристиками мікроклімату, які мають значний вплив на комфорт і здоров'я людей, що перебувають у приміщенні. Ці параметри можуть бути легко виміряні і контрольовані за допомогою датчиків, що дозволяє створити ефективну систему АСОМ та регулювання мікроклімату в приміщенні.

Інші параметри мікроклімату, такі як рівень шуму, РО, ШРП, концентрація CO₂ та інші, також можуть впливати на комфорт і здоров'я людей, але вимірювання та контроль цих параметрів можуть бути складнішими та дорогими, що зробить проектовану АСОМ менш ефективною та доступною.

Проектована система призначена для моніторингу зміни ТП і ВП в приміщенні, також може використовуватися і на вулиці. АСОМ має додаткові

					ДП.АКІТ. 8091454.00.00.000 ПЗ	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

можливості визначення АТ. В конструкції використовуються сучасні ТЗА, що дозволяє забезпечувати повний контроль за мікрокліматом.

Головними вимогами до проектованої системи є наступні:

- відображення інформації про вимірювальні параметри на метеоприладі;
- оперативність збору даних та їх доцільність для використання в реальному часі;
- мінімізація використання ТЗА для збору та опрацювання даних;
- зручність монтажу та експлуатації та мобільність, що дозволяє збирати дані з різних точок приміщення та переносити пристрої для збору інформації між різними приміщеннями;
- висока точність збору та обробки даних, що дозволяє отримувати достовірну та вичерпну інформацію про мікроклімат у приміщенні;
- можливість аналізу даних та отримання рекомендацій щодо оптимізації мікроклімату у приміщенні;
- можливість масштабування системи в залежності від потреб користувачів;
- легка інтеграція з системами для покращення керування та контролю мікроклімату у приміщенні, такими як система управління вентиляції, освітлення, опалення та ін.

Загалом пристрій призначений для зручного слідкування за зміною клімату в своєму житлі або погодними умовами на вулиці. Він забезпечує швидкі та точні показники метеорологічних даних без затримок та є набагато зручнішим у використанні в порівнянні з «класичними» термометрами, барометрами, гігрометрами.

Наявність дисплею дає змогу відображати окрім вимірюваних значень також дату, час та графічну гістограму із показниками температури за останні 42 години. Усі значення обновлюються кожні 50 секунд та виводяться на дисплей. Показники гістограми обновлюються що години.

Також АСОМ оснащена додатковою пам'яттю, яка у випадку збоїв з живленням забезпечить збереження всіх раніше виміряних даних.

Живлення схеми здійснюється за допомогою невеликої батареї.

					ДП.АКІТ. 8091454.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		32

Перевагою системи є робота у сплячому режимі. Споживання становить від 8 до 9мА в моменти активності та від 2 до 3мА в режимі очікування. В активному режимі система знаходиться 5 секунд, а далі переходить в режим очікування на 45 секунд. РК – дисплей завжди залишається увімкненим. Використання сплячого режиму дозволяє приладу споживати менше електроенергії тим самим продовжує його роботу.

Серед можливих галузей використання проєктованої АСОМ є:

- у сільському господарству для швидкого та точного ожержання інформації з метою проведення (або його відкладення) с/г робіт, тощо;
- для побутового використання – оскільки надає інформацію про метеорологічні параметри в приміщенні;
- при проведенні масових заходів (наприклад: авіа шоу, фестиваль та відкритому майданчику) важливою отримувати дані про метеоситуацію або її зміни, оскільки інформація може бути підставою для скасування чи перенесення проведення заходів;
- санаторно-курортні закладах;
- з метою проведення досліджень стану нижнього шару атмосфери на певній ділянці місцевості.

Характеристики АСОМ наведені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Характеристики проєктованої системи

Показники, одиниці вимірювання	Струм споживання, мА	Живлення, В	Габаритні розміри, мм	Маса, кг	Діапазон температур, °С	Діапазон вологості, %	Діапазон тиску, кПа
Значення показників	2...3	9	115x85x20	0,125	-55...+125	10...90	15...115

При модернізації елементів АСОМ буде підвищуватися її точність та швидкість, що дасть змогу виконувати поставлені завдання якісніше та надійніше.

					ДП.АКІТ. 8091454.00.00.000 ПЗ		Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата			33

Також є можливість додавання інших пристроїв, наприклад підключення безпроводного модуля, що дасть змогу не тільки вимірювати показники в одній точці приміщення, а наприклад в серединні і ззовні одночасно).

Коло потенційних споживачів є досить великим. Оскільки аналоги такої системи витісняють з використання стандартні не електричні термометри та барометри. Електричні вимірювальні пристрої набагато практичніші, зручніші, точні та мають високу швидкодію.

Отже проєктована АСОМ має перспективи, оскільки дана галузь є актуальною, а системи даного типу широко знаходять своє призначення.

2.3 Розробка структурної схеми проєктованої системи

Відповідно до завдання та можливостей процесора чи мікроконтролера (МК) та базових компонентів, АСОМ повинена мати:

- акумуляторне джерело живлення (батарея)
- клавіші керування
- датчики метеорологічних показників
- LCD – дисплей для виводу метео – показників та гістограми значень

Керуючий МК (процесор) має забезпечувати взаємодію усіх компонентів АСОМ:

- він забезпечує управління роботою таймера
- керує роботою модуля пам'яті
- забезпечує обмін даними з LCD – дисплеєм

Клавіші керування призначені для керуванням АСОМ, для додаткових налаштувань та роботи з користувацьким меню.

Метеодатчики – показників таких як ТП, АТ та ВП, керуються сигналами МК, який забезпечує отримання показників, обробку, запис до Еергом та вивід на LCD – дисплей.

Живлення усіх вище описаних компонентів виконується за рахунок акумуляторних батарейок 6 x 1,5 В.

					ДП.АКІТ. 8091454.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		34

LCD – дисплей отримуючи вказівки ти дані від МК буде відображати їх. Окрім інформації від датчиків, відобразатиметься годинник та календар, значення яких буде генеруватися годинником реального часу, управління яким здійснює МК.

На рисунку 2.5 наведена схема структури проектованої АСОМ:

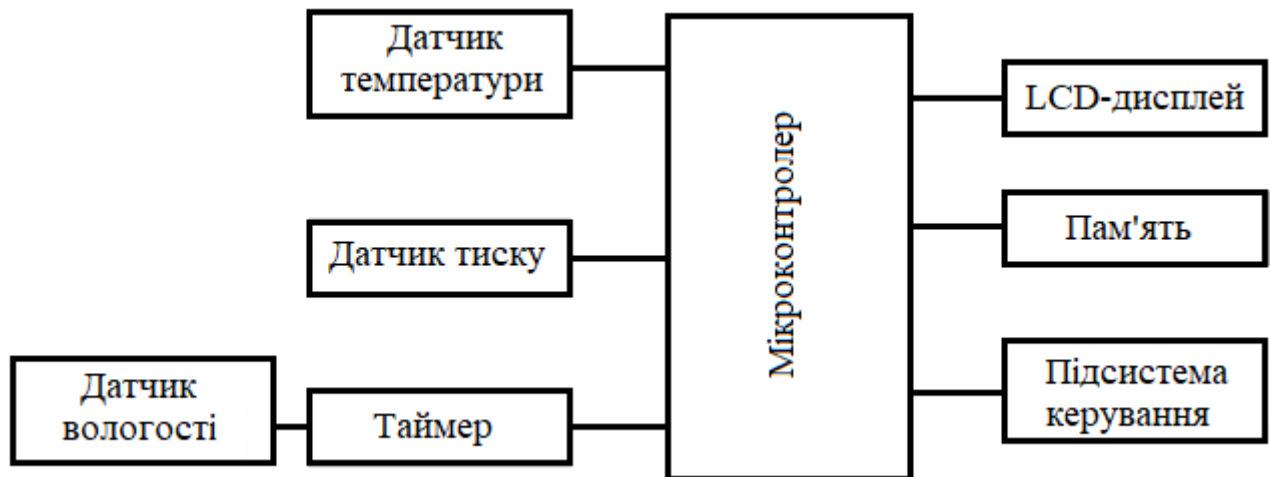


Рисунок 2.5 - Структурна схема проектованої системи

В даній АСОМ використовується мікропроцесор PIC18F452. Він представляє собою одно кристальний 8-ми розрядний Flash КМОН МК фірми Microchip з 10-ти розрядним АЦП та модифікованою Гарвардською архітектурою.

АСОМ містить зовнішню пам'ять типу Eeprom 24LC256 (32К*8) (256К bit), в якій зберігаються метеорологічні показники виміряні спеціальними датчиками. Використання такої пам'яті дозволить застосовувати програми які займають великий об'єм пам'яті.

Система оснащена РК-дисплеєм (PCD8544) з активною площею 84x48 пікселів, на якому відображаються показники датчиків, годинник, календар та гистограма із значеннями температури за останні 42 години.

В АСОМ передбачене користувацьке меню, яке вмикається при натисненні на функціональну кнопку «Enter». Операції пересування по меню та операції зміни значень виконуються за допомогою функціональних кнопок «->» та «+». Оскільки системою використовується режим сну, то при натисканні на будь-яку з функціональних кнопок процесор буде виведено з нього.

У АСОМ використовуються біполярний таймер (NE555N) та годинник реального часу (DS1307) для відстеження поточного часу.

Основними елементами АСОМ є датчики які власне відповідають за зняття показників ТП, АТ та ВП.

2.4 Обґрунтування вибору технічних засобів автоматизації

2.4.1 Датчик температури

Для реалізації АСОМ обрано датчик Microchip Technology TC77 для монтажу на плату, який забезпечить вимірювання ТП (рисунок 2.6) [29]. Такий датчик підходить для більшості потреб вимірювання температури та має хороші характеристики.

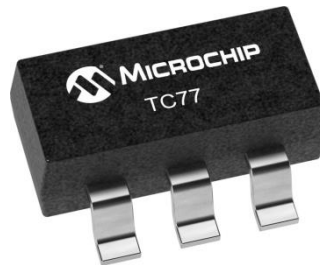


Рисунок 2.6 – Датчик температури

TC77 є серійно доступним цифровим температурним датчиком, особливістю якого є низька вартість і малий формфактор. Температурні дані перетворюються з внутрішнього тепло чутливого елемента і доступними у будь-який час, як 13-розрядне двійкове компліментне цифрове слово.

Зв'язок з TC77 здійснюється через SPI і Microwire сумісний інтерфейс. Він є 12-бітним плюс знак, температура з роздільною здатністю 0,0625°C найменш значущим бітом (LSb). TC77 показує температури з точністю $\pm 1,0^\circ\text{C}$ (макс.) в температурному діапазоні -25°C - $+125^\circ\text{C}$ [29].

Датчик TC77 завдяки не великому розміру, низькій вартості і простоті монтажу є хорошим вибором для реалізації управління температурним режимом в різних автоматизованих системах.

При роботі, TC77 споживає всього 250 мкА у режимі сну - 1 мкА. На рисунку 2.7 наведена блок діаграма TC77 [29].

					ДП.АКІТ. 8091454.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		36

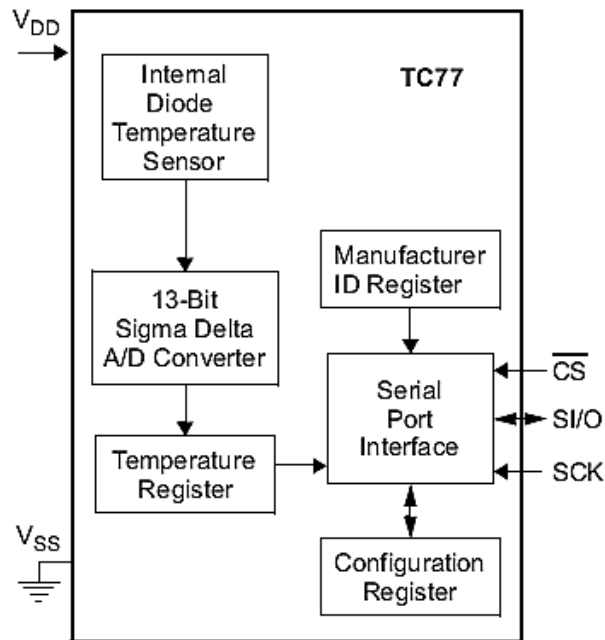


Рисунок 2.7 – Блок діаграма TC77

На рисунку 2.8 наведені графіки зміни струму та напруги живлення живлення при різній температурі [29].

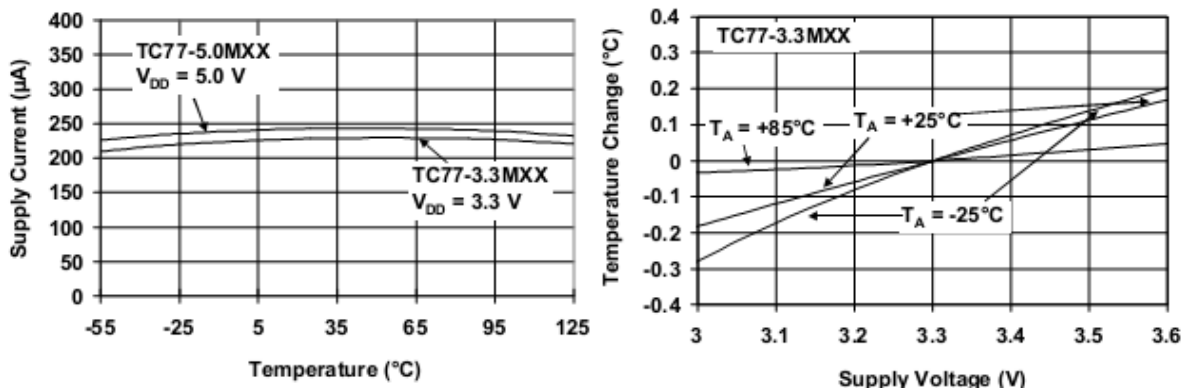


Рисунок 2.8 – Струм та напруга живлення та зміна температури

Типовими областями застосування датчика є тепловий захист для жорстких дисків і інших периферійних пристроїв, пристрої PC Card для ноутбуків, контролерів з термостатом, промислове управління та офісне обладнання й мобільні телефони.

2.4.2 Датчик атмосферного тиску

Для проєктованої АСОМ обрано датчик тиску MPX4115A фірми Motorola (рисунок 2.9) [30]. Для вимірювання використовується кремнієвий

п'єзорезистивний елемент. Опір матеріалу змінюється в наслідок механічної дії тиску. У даному випадку таким матеріалом є кремній. Зміни опору для кремнію набагато більші, ніж наприклад для сталі, що робить цей матеріал дуже корисним для використання в датчику тиску. На рисунку 2.9 також наведено переріз датчика [30].



Рисунок 2.9 - Датчик атмосферного тиску MPX4115A

Нумерація ніжок починається від ніжки з міткою: 1 - вихідна напруга (яка пов'язане з тиском); 2 – земля; 3 - напруга живлення (4.85 ... 5.35В); 4-6 - не використовуються. На рисунку 2.10 показана рекомендована схема підключення.

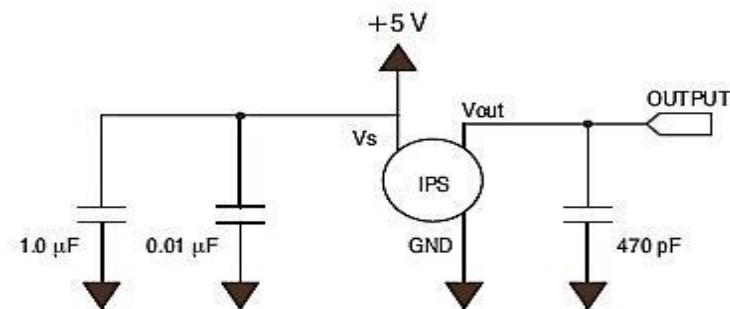


Рисунок 2.10 – Схема включення

В залежності від АТ датчик видає на виході напругу від 0.2 до 4.8В, що відповідає тиску від 15кПа до 115кПа. Для отримання значення АТ використовується функція перетворення, що описує математичний зв'язок між вихідною напругою датчика та еквівалентним тиском. Вихідна напруга обчислюється за формулою

$$V_{out} = V_s(0.0009P - 0.095),$$

де P - це показник АТ, що визначається в - кПа;

V_s - це напруга живлення датчика.

На рисунку 2.11 наведено графік перерахунку вихідної напруги в тиск [30].

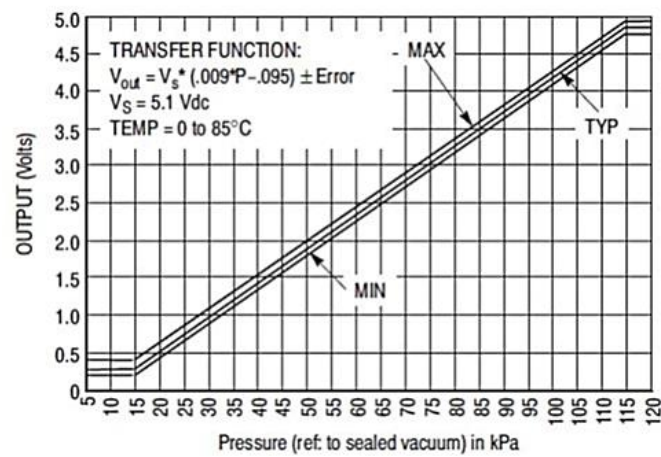


Рисунок 2.11 – Графік перерахунку вихідної напруги в тиск

Для того щоб отримати значення АТ в Па використовується формула для перерахунку вихідної напруги в тиск. Перетворимо її у більш зручний вигляд:

$$P = \frac{(0.095V_s + V_{out})}{0.0009V_s}$$

Щоб отримати результат в мм.рт.ст. виконується відповідне перетворення, оскільки 1 мм.рт.ст рівний 133.322 Па, тому

$$AT_{(\text{мм.рт.ст})} = \frac{P_{(\text{кПа})} \cdot 1000}{133,322}$$

Отриманий результат буде відображатися на екрані. Похибка при вимірюваннях складе 1% - при температурі навколишнього середовища в діапазоні від 0°C до 85°C) і 3% - при температурі -40°C-0°C, 85°-125°C).

2.4.3 Датчик вологості

Для проектованої АСОМ обрано ємнісний датчик вимірювання ВП Philips Н1 (рисунок 2.12), що складається з непровідної фольги, покритої з обох сторін шаром золота [31].



Рисунок 2.12 – Датчик Philips Н1

									Арк.
									39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	ДП.АКІТ. 8091454.00.00.000 ПЗ				

Діелектрична стала фольги змінюється як функція відносної вологості навколишньої атмосфери і відповідно ємність значення датчика є мірою відносної вологості. Фольга затискається між контактами та збирається в пластиковий корпус. На рисунку 2.13 наведений графік залежності ємності датчика від відносної ВП [31].

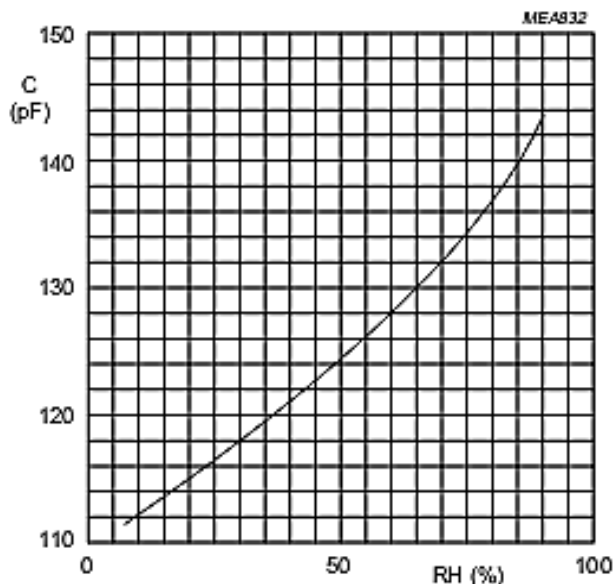


Рисунок 2.13 – Залежність ємності від відносної

Датчик має два з'єднувальні штифти, які підходять для друкованих плат з кроком сітки 2.54мм, передбачено також кріплення за допомогою 3мм болтами. Властивості датчика не залежать від випадкової конденсації води на фользі та не повинен піддаватися випарам ацетону або хрому.

Характеристики датчика Philips H1[31]:

- діапазон вологості (RH): від 10 до 90%;
- ємність при температурі +25 ° C; 43% RH; 100 кГц : 122 ± 15% Пф;
- чутливість від 12 до 75% відносної вологості: 0,4 ± 0,05 пФ /% RH;
- частота: від 1 до 1000 кГц;
- максимальна напруга змінного або постійного струму: 15 В;
- зберігання при вологості (RH): від 0 до 100%;
- діапазон температур навколишнього середовища робоча - 0°C - +85°C, зберігання від -25°C до +85°C.

										ДП.АКІТ. 8091454.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата							40

2.4.4 Мікроконтролер

Для реалізації АСОМ обрано МК PIC18F452 (рисунок 2.14) - це 8-бітний МК з CMPS та Flash-пам'яттю, що працює на швидкості 10 MIPS та має 34 вхідно-вихідних контакти з 40 в корпусі [32].

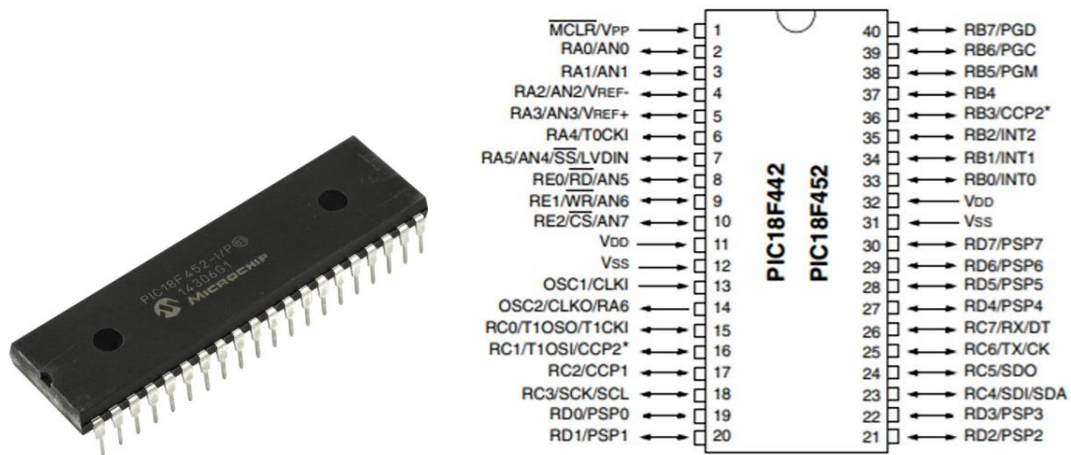


Рисунок 2.14 – Мікроконтролер PIC18F452

Це потужний МК з одним 8-бітним та трьома 16-бітними таймерами, 8-канальним 10-бітним АЦП та периферійними інтерфейсами I2C, SPI, USART. Рівень споживання енергії у даного МК низький, він в режимі очікування витрачає менше ,2мкА, при роботі швидкість рівна 5В та 4МГц - близько 1,6 мА.

Технічні характеристики

- тактова частота до 40мгц;
- «пам'ять програм - 32b, 16384 команд, 1536 байт даних» [32];
- «пам'ять даних Eeprom 256 b» [32];
- інструкцій МК: 75.

Характеристики периферійних модулів:

- висока навантажувальна здатність портів вводу/виводу;
- 3 входи зовнішніх переривань;
- модуль TMR0: «8/16-розрядний таймер/лічильник з програмованим 8-розрядним розподільником» [32];
- модуль TMR1: «16-розрядний таймер/ лічильник» [32];
- модуль TMR2: «8-розрядний таймер/лічильник з 8- розрядним регістром періоду» [32];

- модуль TMR3: «16-розрядний таймер/лічильник» [32];
- вторинний генератор тактового сигналу на основі TMR1/TMR3.

Особливостями даного МК є можливість скидання під час «включення живлення (POR), таймер включення живлення (PWRT) і таймер запуску тактового генератора (OSC), сторожовий таймер (WDT) з власним вбудованим RC-генератором, таймер скидання пристрою (DRT)» [32]. Також передбачена можливість самопрограмування та режим пониженого електроспоживання та режим сну.

Кожна однослівна команда ділиться на коди операції (opcode), що визначається типом інструкції і один або кілька операндів, які визначають дію команди. Система команд згрупована в чотири основні категорії:

- «байт-орієнтовані команди» [32];
- «біт-орієнтовані команди» [32];
- команди, які працюють з константами;
- керуючі команди.

Серед нових МК є мікросхеми з вбудованою підтримкою протоколів USB 2,0, CAN 2.0B, у всіх контролерах є підтримка інтерфейсу I2C, SPI і розширений інтерфейс Usart (Eusart) з можливістю автопідстроювання швидкості, вихід з режиму сну при наявності активності на шині.

Структура МК PIC18F452 зображена на рисунку 2.15 та містить «8-біт ALU і робочий регістр. ALU виконує арифметичні і логічні операції над даними в робочому регістрі і будь-яким регістровим файлом. ALU може виконувати додавання, віднімання, зсуви, і логічні операції» [32]. По замовчуванню арифметичні операції будуть виконуватися в доповнюючому коді.

«У інструкції приймають участь два-операнди, один операнд – робочий регістр (W регістр). Інший операнд є регістровий файл або константа. В інструкції з одним операндом, операнд є або W-регістр або регістровий файл. Залежно від виконаної інструкції, ALU може вплинути на значення бітів у регістрі прапорців (C, DC, Z)» [32].

					ДП.АКІТ. 8091454.00.00.000 ПЗ	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

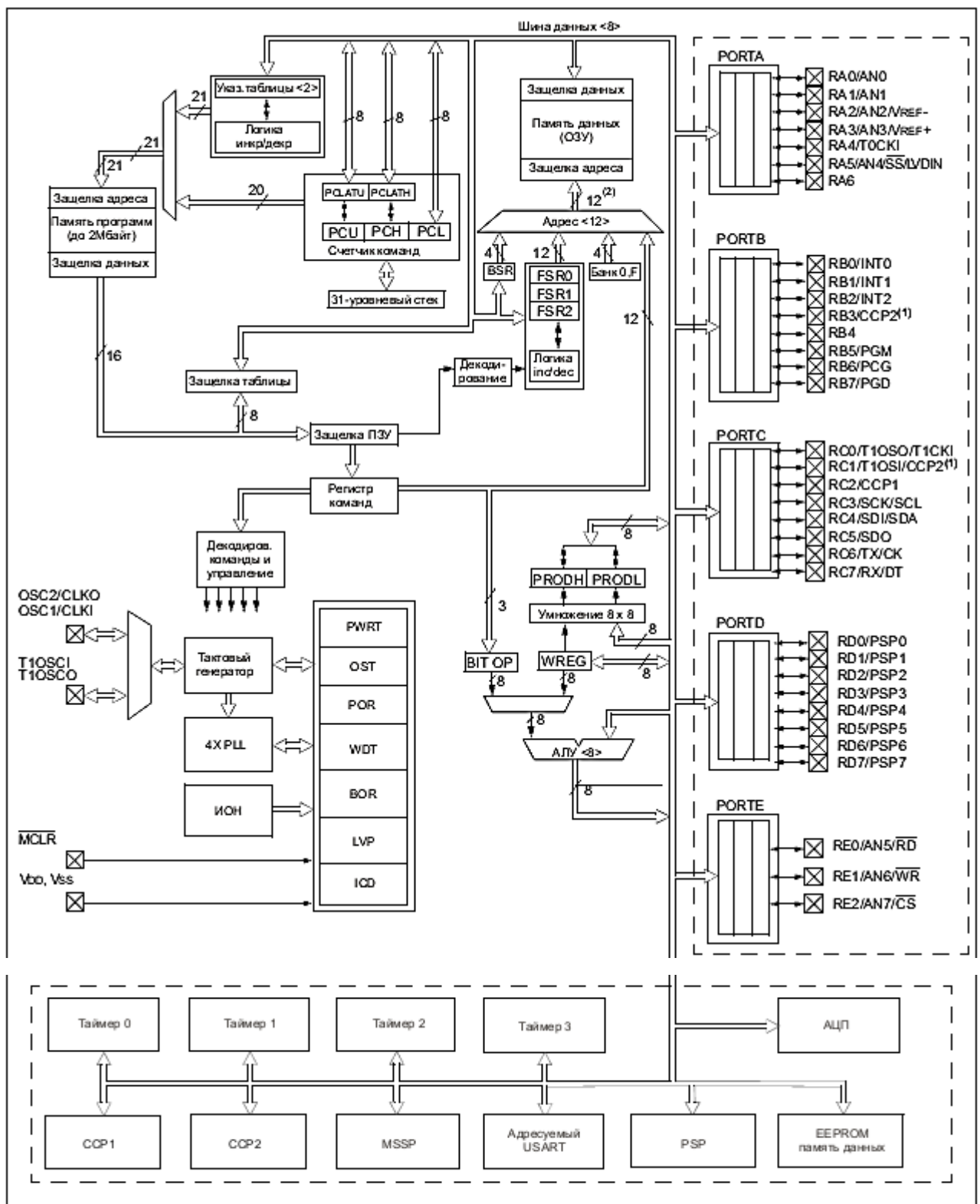


Рисунок 2.15 – Структурна схема PIC18F452

Модуль Timer0 модуль таймер/лічильник має наступні характеристики:

- «8- бітовий таймер/лічильник» [32];
- зручний для читання і запису;
- 8- бітовий програмований попередній лічильник;

- внутрішній або зовнішній вибір clock;
- переривання на переповненні з FFh на 00h;
- вибір зовнішнього clock.

Режим таймера можна вибрати за допомогою очищення біта T0CS (OPTION<5>). У режимі таймера збільшується кожен цикл інструкції (без попереднього лічильника). Користувач може працювати записуючи скоректовану величину на TMR0.

PIC18F452 має 21-розрядний лічильник команд, що може адресувати у просторі пам'яті програм 2Мб. Тільки перші 64К x 14 (000000-1FFFFFFh) існують фізично. Адресація простору, що розташований над фізично існуючим викликає перехід до початку області пам'яті, що існує. В PIC18F452 доступно 32Кбайт пам'яті, що дозволяє записати до 16К окремих команд.

Вектор скидання розміщений в 0000h; вектор переривання - у 0008h. Код програми може знаходитися в сторінці-0 або сторінці-1.

Пам'ять даних реалізована як статичний ОЗП. Кожен регістр має 12-розрядну адресу, що дозволяє адресувати до 4096 байт інформації. Дана пам'ять розподілена на 16 банків, кожен із яких включає по 256 байт. Молодші 4 біти регістру BSR використовують для того, щоб вибрати поточний банк пам'яті (BSR<3:0>). Старші 4 біти регістру BSR нереалізовані.

Пам'ять включає регістри призначення: спеціальні (SFR) та загальні (GPR). Регістри SFR використовують для реалізації керування ядром та периферійними модулями МК, на відміну від GPR-регістрів, які використовують з метою зберігання користувацьких даних. Регістри SFR починаються з останнього байта 15-го банку пам'яті (0xFFFF) і поширюються вниз. Будь-який незадіяний регістр в області SFR може бути використаний у якості регістру загального призначення.

Регістри GPR починаються в першому байті 0-го банку і поширюються вгору по карті. До будь-якого регістру можна звернутися безпосередньо або опосередковано.

					ДП.АКІТ. 8091454.00.00.000 ПЗ	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

3. РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ОПРАЦЮВАННЯ МЕТЕОДНАНИХ

3.1 Розробка функціональної схеми

Функціональна схема АСОМ наведена на рисунку 3.1. Мікрокомп'ютер включає такі блоки: процесор оперативної пам'яті, підсистеми введення / виведення, які можуть обслуговувати один або кілька периферійних пристроїв. В АСОМ використано шини даних, адрес та управління. Дані передаватимуться через 8-розрядну магістраль даних; адреси через 8-розрядну магістраль адрес. За допомогою магістралі управління передаватимуться керуючі сигнали.

Зовнішня пам'ять забезпечуватиме зчитування та запис даних. Вибір режиму запису-читання даних здійснюється за допомогою сигналу 'W/ R'. Сигнал 'Reset' використовуватиметься для того, щоб забезпечити початкове скидання та ініціалізацію процесора. Дані до LCD – дисплею подаються по 8-ми розрядній магістралі.

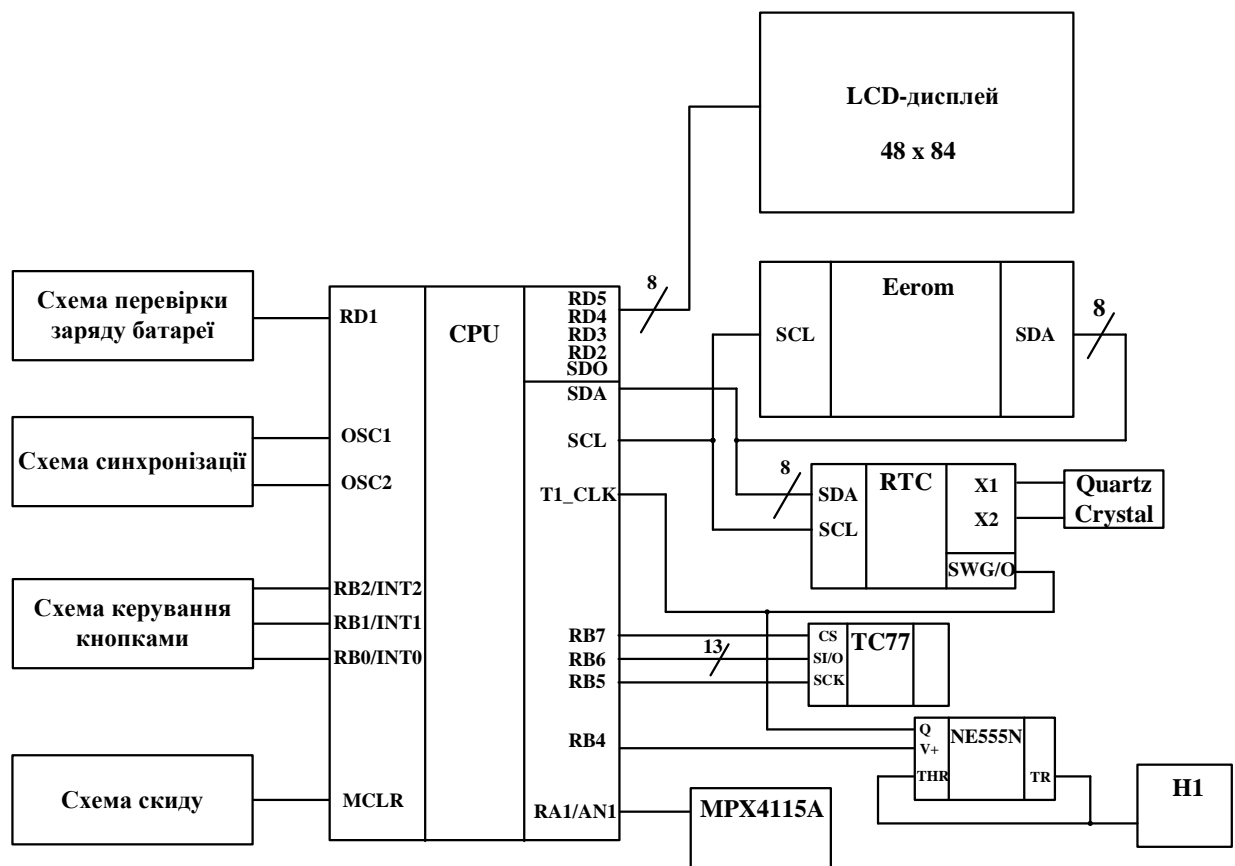


Рисунок 3.1 – Функціональна схема АСОМ

					ДП.АКІТ. 8091454.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		45

Інтерфейс I²C [33] (рисунок 3.2) представляє собою просту двонаправлену 2-провідну шину, зокрема послідовну лінію даних (SDA) та послідовну лінію синхронізації (SCL). Кожен елемент, який з'єднаний з шиною є програмно адресованим своєю унікальною адресою. Передача даних є послідовною 8-розрядною двонаправленою, та може здійснюватись зі швидкістю від 0 до 100Kbit/s в стандартному режимі або до 400Kbit/s в швидкому режимі. Кожен із пристроїв пам'яті має свій код 0Ah, таймери та годинники реального часу – 02h. Будь-який із елементів, що ініціалізує передачу, є мастером, а елемент до якого адресуються є підопічним.

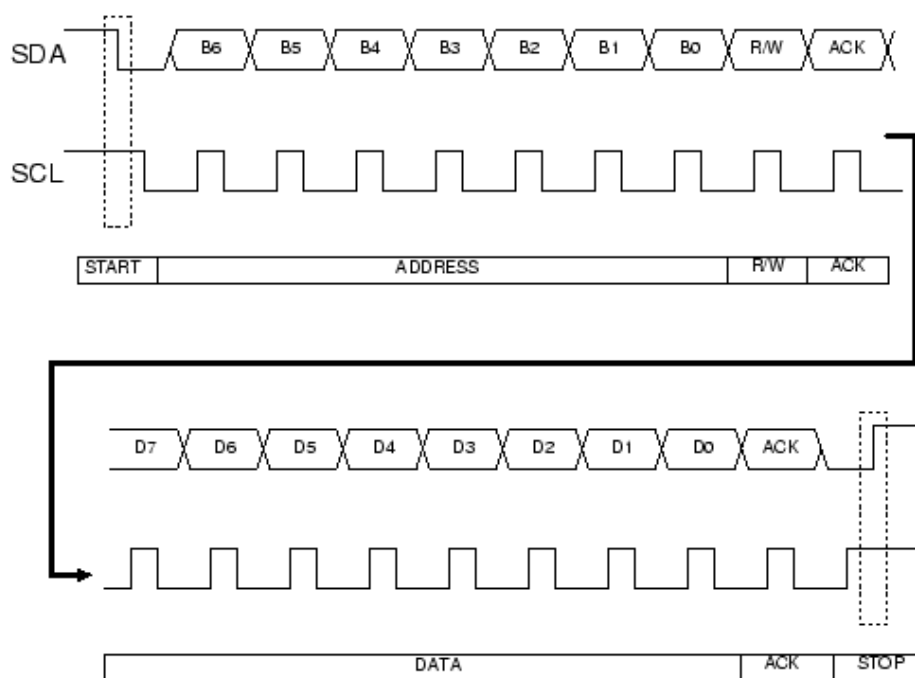


Рисунок 3.2 – Магістраль адрес/даних шини I²C

Передача даних відбувається шляхом 8-розрядних байтів. Кількість байтів, що можуть передаватися за один раз (передачу) не обмежується. Кожен з переданих байтів має супроводжувати біт підтвердження (ACK).

Формат адресації – 7-бітна. Після видачі стану START йде передача адресного байту, при цьому 8-й біт адреси відповідає за напрям передачі даних («0» - запис даних від мастера до підопічного, «1» - читання даних з підопічного до мастера). Передача даних завжди завершується станом STOP, який генерується мастером.

«SPI (Serial Peripheral Interface, SPI bus – послідовний периферійний

						ДП.АКІТ. 8091454.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата			46

інтерфейс, шина SPI) – послідовний синхронний стандарт передачі даних в режимі повного дуплексу, розроблений фірмою Motorola для забезпечення простого сполучення МК та периферії. SPI також називають 4-провідним інтерфейсом» [34]. SPI - це синхронний інтерфейс для передавання даних, який відрізняється від стандартного послідовного порта. В SPI кожна передача синхронізується з тактовим сигналом, що генерується керуючим пристроєм, який зазвичай є МК. Щоб отримати бітову послідовність, периферійний пристрій синхронізується з тактовим сигналом. До одиого послідовного периферійного інтерфейсу керуючого МК можна підключити кілька мікросхем.

В процесі передачі по SPI, керуючим пристроєм вибирається активний ведений пристрій шляхом активації сигналу «вибір кристалу» на відповідній мікросхемі. Цим забезпечується те, що інші підключені пристрої, які не є активними, не беруть участь в передачі даних через SPI.

Інтерфейсом SPI використовується 4 сигнали для передачі даних [34]:

- MOSI або SI, який є вихідним для керуючого пристрою та входним для веденого пристрою. Цей сигнал використовується для передачі даних від керуючого до веденого пристрою.

- MISO або SO, який є входним для керуючого пристрою та вихідним для веденого пристрою. Цей сигнал служить для передавання даних веденим пристроєм до керуючого.

- SCLK або SCK, який є послідовним тактовим сигналом. Цей сигнал використовується для синхронізації передавання даних між керуючим та веденим пристроями.

- CS або SS, який є сигналом вибору мікросхеми. Цей сигнал використовується для вибору потрібного веденого пристрою під час передавання даних.

Інтерфейс RS-232C [35] використовується для з'єднання ПК та зовнішніх пристроїв (принтерів, сканерів, модемів та ін.) та для зв'язку між робочими станціями. Його перевагою є забезпечення передачі даних на значну відстань (до 15 метрів), а також менш складний кабель з мінімальною кількістю дротів порівняно з Centronics. Однак, робота з RS-232C може бути трохи

						ДП.АКІТ. 8091454.00.00.000 ПЗ	Арк.
							47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата			

складнішою.

Інформація при RS-232C передається послідовно, біт за бітом, в побайтовому форматі з додаванням стартового і стопових бітів. Передача може відбуватися в обидві сторони по різних проводах в дуплексному режимі. Швидкість передачі даних становить 14,4 Кбайт/з або 115,2 Кбіт/с, що є максимальною. Для підключення кабелю RS-232C комп'ютер використовується роз'єм DB25P з 25 контактами або DB9P – 9 контактівний.

Наведені сигнали інтерфейсу RS-232C визначають їх призначення [35]:

- FG – екран для захисного заземлення;
- Tx – передача даних з комп'ютера у послідовному коді (за допомогою логіки негативної напруги);
- Rx – отримання даних на комп'ютер у послідовному коді (за допомогою логіки негативної напруги);
- RTS - запит на передачу даних, який активний протягом всього процесу передавання;
- CTS – сигнал для очищення (скидання) передачі, який активний протягом всього процесу передачі та показує готовність приймача;
- DSR – сигнал, який використовується для визначення готовності даних та щоб налаштувати режим модему;
- SG – для сигнального заземлення, нульовий провід;
- DCD – для того, щоб виявити несучу даних та детектувати прийнятий сигнал;
- DTR – для позначення готовності даних, що надсилаються;
- RI – є індикатором виклику, який показує прийом сигналів виклику модемом із телефонної мережі.

На практиці часто використовується 3 чи 4 провідний зв'язок (для двонаправленої передачі даних (рисунок 3.3).

Сигнали SG і Tx використовуються для передачі даних з ПК до зовнішнього пристрою у двопровідному зв'язку, тоді як у випадку з'єднання ПК та модему використовуються всі сигнали інтерфейсу. Формат передачі даних, що містять від 5 до 8 біт, включає стартовий біт, біт парності та один або два стопових біти, з

					ДП.АКІТ. 8091454.00.00.000 ПЗ	Арк.
						48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

якими приймач буде працювати через встановлені часові інтервали після отримання стартового біту.

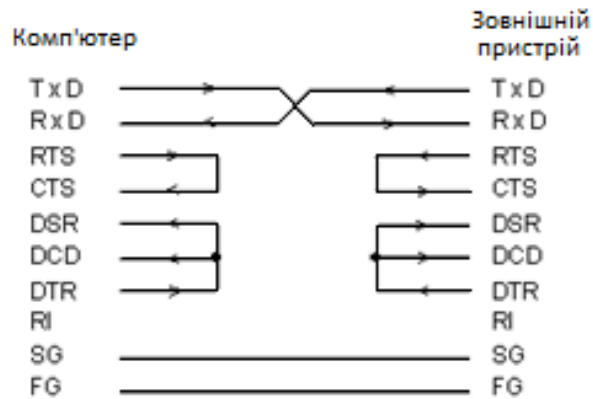


Рисунок 3.3 – Схема 4-провідної лінії зв'язку для RS-232C

Для успішної передачі важливим є подібність тактових частот приймача і передавача, при цьому допустима розбіжність становить не $>10\%$. Швидкість передавання інформації в RS-232C може бути вибрана з одного з наступних значень: «110, 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, або 115200 біт/с» [35].

Передача сигналів інтерфейсу RS-232C відбувається за допомогою спеціально встановлених рівнів, що дозволяють забезпечити високий рівень стійкості до збоїв у зв'язку (рисунок 3.4)

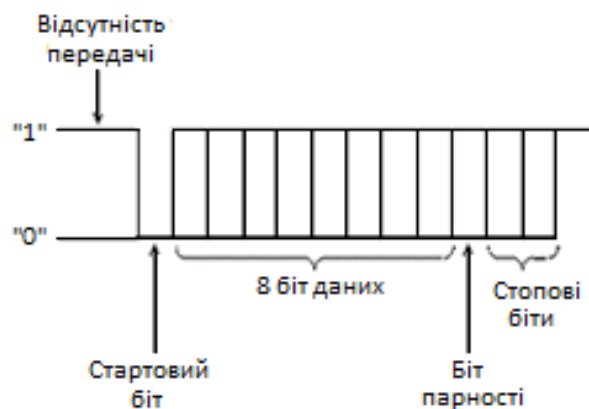


Рисунок 3.4 – Формат даних RS-232C

Дані передаються у зворотньому коді (логічна 1 відповідає низькому рівню, а логічний 2 - високому рівню). RS-232C визначає рівні електричних сигналів, які передаються по лінії зв'язку між передавачем і приймачем (рисунок 3.5).

пристроїв я використовував ще один осцилятор (рисунок 3.6). Для роботи не потрібні зовнішні компоненти. Номінальна частота осцилятора 4 MHz.

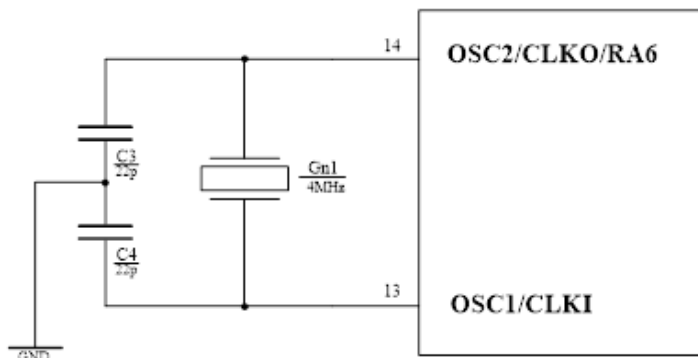


Рисунок 3.6 – Підключення джерела імпульсів до процесора

Вузол PIC18F452 (рисунок 3.7) дозволяє реалізувати наступні типи скидання налаштувань:

- скидання при включенні / перезавантаженні (POR);
- MCLR скидання під час введення певного сигналу, операції;
- MCLR скидання в наслідок введення сигналу в режимі сну;
- WDT звичайне скидання при досягненні таймером встановленого значення (є нормальною дією);
- WDT звичайне скидання при досягненні таймером встановленого значення (в режимі сну).

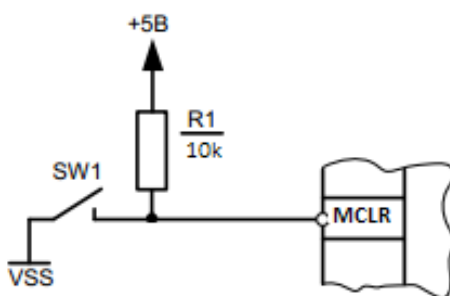


Рисунок 3.7 – Вузол скидання

Деякі з регістрів зберігають свій стан після скидання налаштувань, тому їх статус невідомий після POR, але більшість з них скидаються при MCLR-скиданні. Регістри, які не змінюють свій стан під час WDT wake-up, розглядаються як дії, що не потребують оновлення даних. Для того, щоб встановити тип скиду використовуються біти TO і PD. Даний пристрій оснащений фільтром

					ДП.АКІТ. 8091454.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		51

шуму MCLR, що дозволяє виявляти і нехтувати невеликими імпульсами.

Пам'ять типу «Eeprom (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) є постійно запам'ятовуючим пристроєм, одним з різновидів енергонезалежної пам'яті» [36]. На рисунку 3.8 наведено схему під'єднання зовнішньої пам'яті.

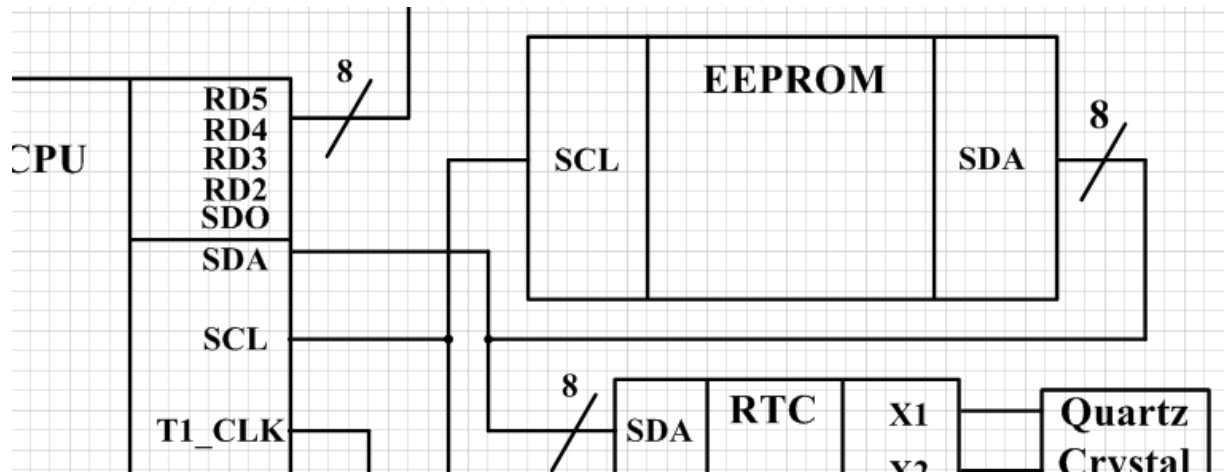


Рисунок 3.8 – Під'єднання зовнішньої пам'яті

«Пам'ять даного типу якій можна програмуєвати та очищувати. Її можна заповнювати даними багаторазово. Використовується в твердотільних накопичувачах. Одним з різновидів Eeprom є флеш-пам'ять. Для реалізації АСОМ використовується Eeprom 24LC256 (32К*8) (256К bit)»[36].

Годинник реального часу (ГРЧ) (рисунку 3.9) є комп'ютерним годинником, зазвичай реалізований як інтегральна схема, що дозволяє відстежувати час на певним момент часу.

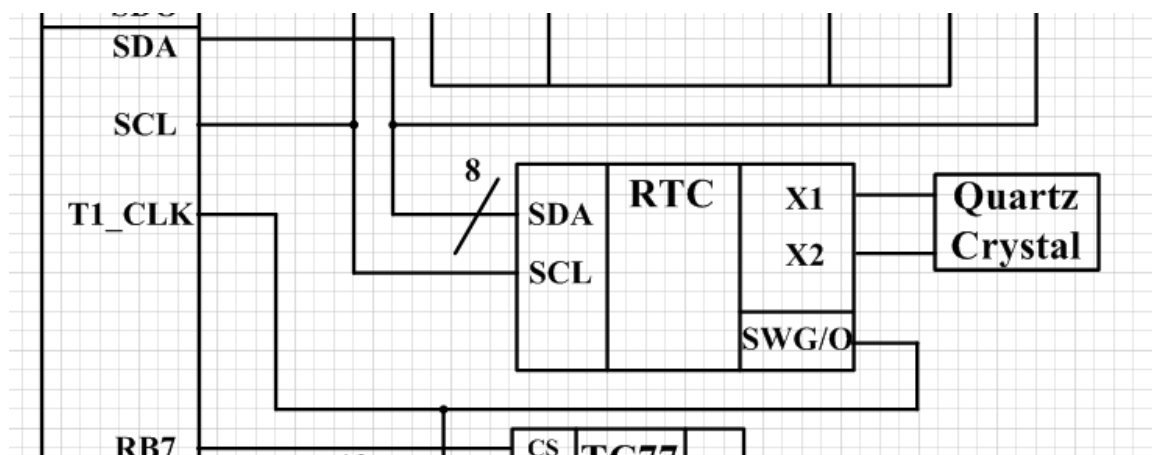


Рисунок 3.9 – Підключення ГРЧ до мікроконтролера PIC18F452

Термін ГРЧ, як правило, використовується для пристроїв таких як ПК, сервери та вбудовані системи, але насправді годинники такого типу присутні майже у всіх електронних пристроях, для яких необхідним є відстеження точного часу.

Даний термін використовується для того, щоб не плутати пристрої з тактовими сигналами, які є лише сигналами, що здійснюють керування цифровою електронікою, а не здійснюють розрахунок часу у стандартних одиницях. Важливо розрізняти ГРЧ та системи реального часу.

Перевагами ГРЧ є низьке споживання енергії, що є важливим у випадку роботи з альтернативними джерелами живлення). Також він допомагає звільнити основну систему для термінових завдань та є більш точним, ніж інші методи.

Для реалізації АСОМ використано біполярний таймер NE555N, схема якого наведена на рисунку 3.10. Мікросхема містить 2 діоди, транзистори - біля 20, резистори - 15. Напруга живлення складає 4,5-18V. Струм: вихідний - 200 мА, споживання -/+ 3мА.

Таймер має постійну точність, що не перевищує 1% від розрахункового значення і не перебуває в залежності від змін напруги.

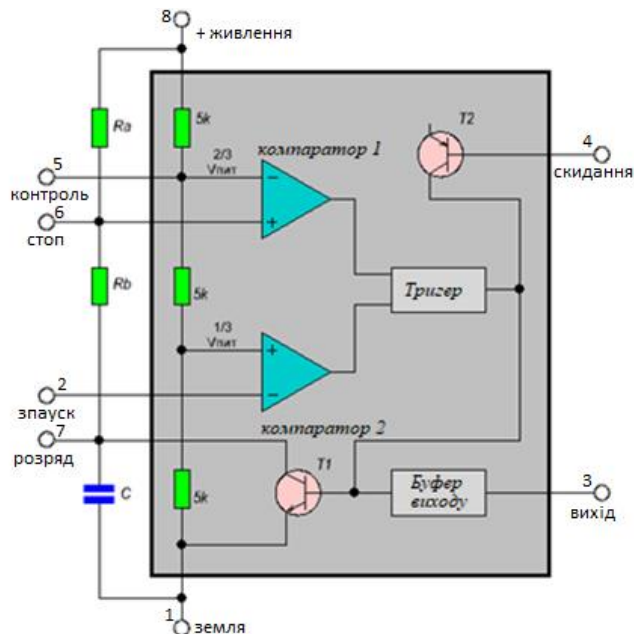


Рисунок 3.107 – Таймер NE555N

На рисунку 3.11 наведена схема підключення таймера як генератора прямокутних імпульсів.

					ДП.АКІТ. 8091454.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		53

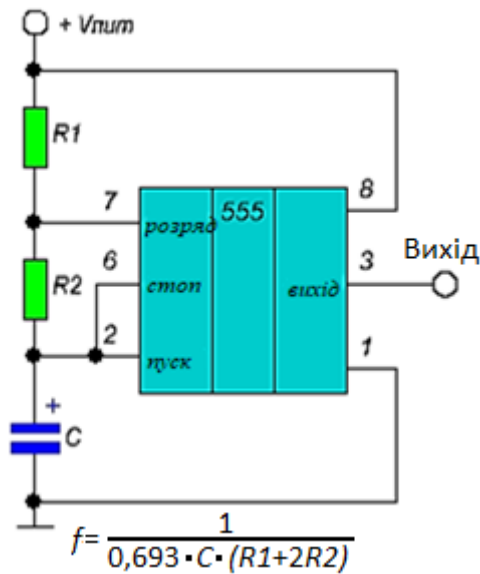


Рисунок 3.11 – Схема підключення таймера

За допомогою RC ланцюжка таймер генерує послідовність прямокутних імпульсів. Початково конденсатор C розряджений, що призводить до низького рівня на входах обох компараторів. Після перемикання тригера компаратором №2, на виході таймера встановиться високий рівень. Транзистор $T1$ закриється, а конденсатор C заряджається за допомогою ланцюга резистора $R1$ та $R2$.

При досягненні напруги на конденсаторі $2/3$ від напруги живлення, то компаратор № 1 перемкне тригер, та на виході таймера встановиться низький рівень. Транзистор $T1$ відкриється, і конденсатор C почне розряджатися через резистор $R2$. Після досягнення напругою на конденсаторі $1/3$ від напруги живлення, то компаратор № 2 перемикає тригер, тоді на виході таймеру знову з'явиться високий рівень. Транзистор $T1$ закривається, тому процес заряджання конденсатора C починається знову.

Частота імпульсів буде залежати від величини C , $R1$ та $R2$, й може розраховуватися за формулою, де опір $R1$ та $R2$ представлені в Ом, ємність конденсатора C - у F (фарад).

3.3 Розробка алгоритму роботи системи

При розробці алгоритму (рисунок 3.12) роботи АСОМ для забезпечення точної і надійної обробки метеоданих, що отримуються в РРЧ, використано

					ДП.АКІТ. 8091454.00.00.000 ПЗ	Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

наступні елементи:

1. Блок увімкнення МК, який забезпечує старт роботи системи.
2. Блок роботи датчиків та обробки даних з них, що дозволяє зчитувати показання метеодатчиків та перетворювати їх у цифровий формат для подальшої обробки.
3. Блок переходу пристрою в режим очікування, який забезпечує зниження споживання енергії у разі відсутності активності системи.

Блок увімкнення МК - передбачає налаштування відповідних бітів портів на введення/виведення та інших конфігурацій. Також він перевіряє чи всі компоненти підключені до схеми.

Управління послідовністю сигналів здійснюється шляхом циклічного змінювання стану виводу RA0 між нульовим та одиничним станами, в результаті чого отримується послідовність імпульсів такої тривалості, яка є необхідною.

Затримка триває 100 тактів - це циклічний процес з інкрементом спеціальної змінної. Отже, коли сигнал «скидання» надходить, контролер розпочинає виконувати програму, яка містить послідовність дій, таких як ініціалізація контролера, обробка вхідних даних і формування керуючих сигналів.

Блок, який відповідає за роботу з датчиками та обробку отриманих метеоданих, розпочинає роботу з ініціалізації датчиків та інших елементів схеми. При цьому із пам'яті завантажуються налаштування, що задані за замовчуванням.

Після ініціалізації датчиків та інших елементів схеми, встановлюються необхідні прапорці керування. Після цього, якщо датчики передають дані, вони опрацьовуються та зберігаються у зовнішній пам'яті.

Блок переходу пристрою в режим очікування забезпечує моніторинг переривань за допомогою таймера. Він визначає час, коли пристрій потрібно перевести в режим очікування, а також час, коли його потрібно знову ввести в робочий стан та запустити цикл ініціалізації даних з початку.

Фрагмент реалізованої на C++ програми прошивки мікроконтролера наведений в додатку А.

					ДП.АКІТ. 8091454.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		55

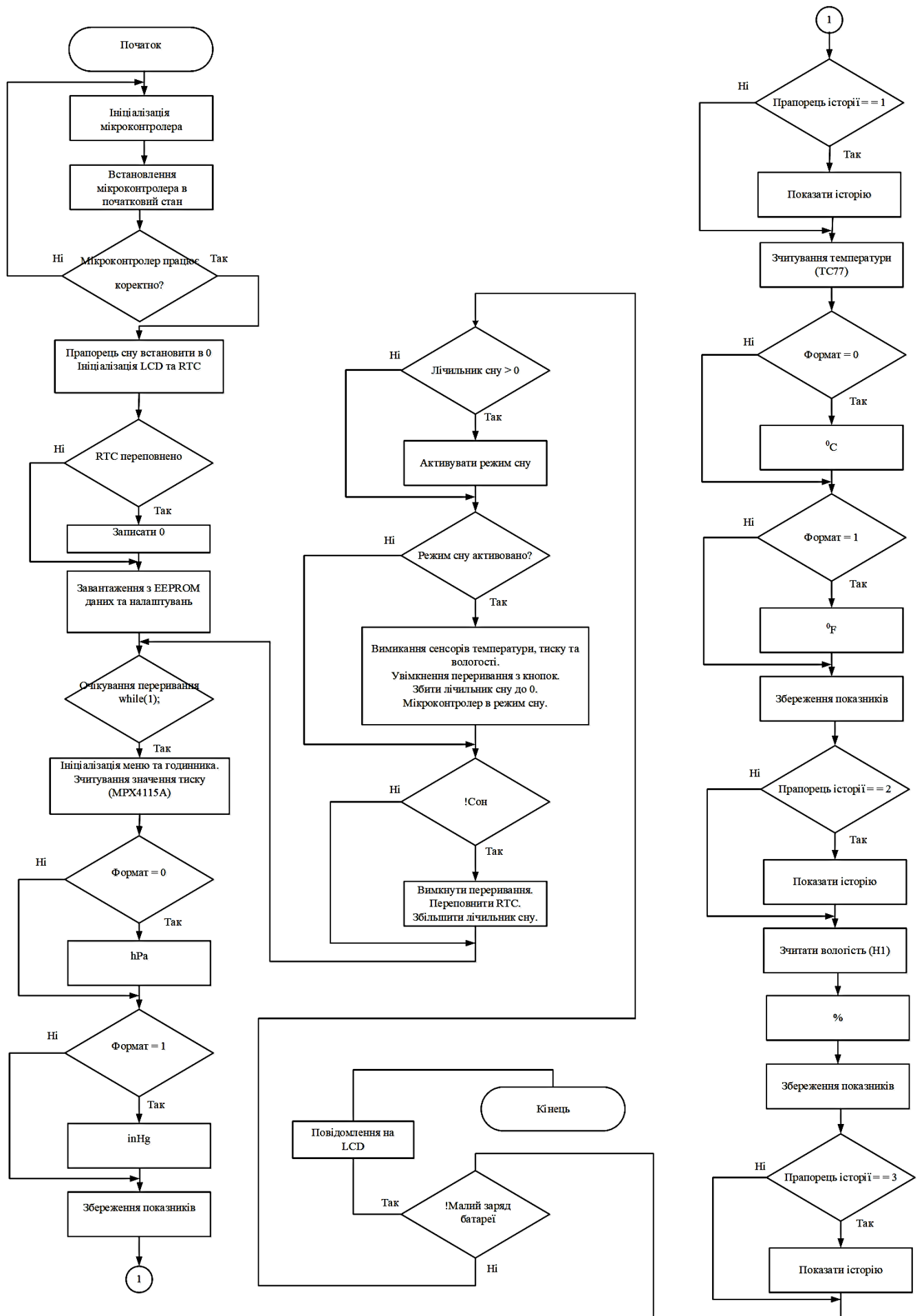


Рисунок 3.12 –Блок схема алгоритму роботи системи

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Мікрокліматичні умови робочої зони та наслідки їх порушення

«Забезпечення нормативних санітарних, гігієнічних умов праці досягається за рахунок систематичного контролю стану виробничого середовища, загазованості, запиленості повітря робочої зони, рівнів шуму, вібрації, іонізованого та неіонізованого випромінювання, освітлення, температурного режиму тощо, паспортизації вентиляційних установок, їх своєчасного ремонту і чистки та проведення атестації робочих місць на відповідність нормативно-правовим актам з охорони праці» [37].

«Мікроклімат робочих приміщень - це метеорологічні умови внутрішнього середовища приміщень, які визначаються діючими на організм людини поєднаннями температури, вологості повітря, швидкості руху повітря і теплового випромінювання. Метеорологічні фактори, сильно впливають на життєдіяльність, самопочуття і здоров'я людини. Несприятливе поєднання факторів призводить до порушення, в першу чергу, терморегуляції організму» [38].

Важливим фактором оптимальних умов повітряного середовища є збереження здоров'я та працездатності людей. Погіршення умов та непостійність параметрів можуть призвести до різноманітних проблем у працівників, таких як перегрівання чи переохолодження організму, гіпоксія, загальна втома та зниження продуктивності. Характерним для виробничих умов є комбінований ефект метеопказників, що можуть здійснювати вплив на функціональність організму, зокрема, на процес підтримання стабільної температури.

Під час комплексної гігієнічної оцінки метеоумов робочих зон необхідно враховувати ряд характеристик. До фізичних відносяться ТП, відносна ВП, ШРП і напрямок, АТ, іонізація повітря та ін. До хімічних - якість повітря, що складає 78% азоту, 21% кисню та домішок приблизно 1% [39]. Як біологічні характеристики розглядається присутність у повітрі мікроорганізми, що викликають інфекційні або вірусні захворювання.

Найбільший вплив на почуття й продуктивність мають ТП, відносна ВП та

					ДП.АКІТ. 8091454.00.00.000 ПЗ	Арк.
						57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

рівень іонізації повітря.

До заходів нормалізації параметрів мікроклімату відносяться наступні [37-40]. Вентиляція – що є регульованим обміном повітря в приміщенні, що може бути природним, механічним або змішаним. При механічній вентиляції використовуються такі принципи дії: витяжний, припливний і припливно-витяжний. Також розрізняють загальну вентиляцію, що використовується для всього приміщення робочої зони, та місцеву, яка є зосередженою на певне робоче місце. Залежно від часу розрізняють основну та аварійну вентиляцію. При механічній вентиляції використовуються вентилятори, забір повітря і певних місць та перенаправлення до іншого. За допомогою припливної вентиляції забезпечується тільки подача чистого повітря. За допомогою витяжної – повітря видаляється з зони робіт. У приміщеннях, де важливим є систематичний обмін повітрям, як правило використовується їх поєднання - припливно-витяжна система вентиляції.

Кондиціонування є комплексом засобів, що слугує для створення, циркуляції та перерозподілу повітряних мас та використовується з метою автоматизованого регулювання параметрів клімату. За допомогою кондиціонування досягається підтримання необхідних ТП, ВП, ШРП та іонного складу повітря у закритих приміщеннях.

Опаленням є штучним обігрівом приміщень у холодні пори року для того, щоб відшкодування тепловтрати та підтримувати ТП на визначеному рівні, який повинен відповідати «умовам теплового комфорту, а також вимогам відповідних санітарних норм.

Система опалення покликана забезпечити компенсацію втрат тепла шляхом будівельних огорожень та нагрівання холодного повітря, що проникає у приміщення.

4.2 Оздоровлення повітря робочої зони

4.2.1 Шляхи забруднення повітряного середовища робочих приміщень

До шкідливих речовин забруднення повітря у робочому приміщенні

					ДП.АКІТ. 8091454.00.00.000 ПЗ	Арк.
						58
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

вудносяться пил, гази, пари речовин та продукти обміну речовин людей.

«Шкідливими є речовини, які при контакті з організмом людини можуть викликати виробничі травми, профзахворювання або відхилення у стані здоров'я, які виявляються сучасними методами, як у процесі роботи, так і у віддалені строки життя теперішнього і наступного поколінь. Шкідливі речовини можуть проникати в організм людини через органи дихання, шлунково-кишковий тракт (ШКТ), а так само через шкірні покриви і слизові оболонки» [38].

Шкідливі речовини можуть бути отруйними (токсичними) та не отруйними. Отруйні можуть негативно впливати на функціонування організму людини та призвести до різного роду патологічних проявів.

Найбільш широкими наслідками щодо впливу таких речовин на людину є отруєння, що бувають гострі, що розвиваються доволя швидко при високих концентраціях токсинів, та хронічні, що виникають протягом тривалого накопичення токсинів в організмі або в результаті функціональних змін,яке викликане їх дією. Проте навіть не отруйні речовини в наслідок тривалого впливу чи високій концентраціїтоксинів можуть викликати різні захворювання шкіри, легень та ін.

4.2.2 Заходи щодо оздоровлення повітря робочої зони

До загальних заходів та засобів, які забезпечують попередження забруднення повітряного виробничого середовища та захист працівників відносяться [40]:

– вилучення шкідливих речовин під час технологічних процесів, заміна менш шкідливих речовин на місце шкідливих тощо. Наприклад, метиловий спирт може бути замінений іншими спиртами, а для знежирювання використовуються миючі розчини на основі води замість органічних розчинників.;

– вдосконалення технологічних процесів та устаткування включає застосування замкнутих технологічних циклів, неперервних технологічних процесів, використання мокрих способів переробки матеріалів та інші заходи для зменшення викидів шкідливих речовин в атмосферу.

– застосування автоматизованих систем керування технологічними

					ДП.АКІТ. 8091454.00.00.000 ПЗ	Арк.
						59
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

процесами та устаткуванням, які дозволяють працювати на відстані від токсичних речовин і уникнути прямого контакту працюючих з ними.

– уживання заходів по герметизації виробничого устаткування, зниження тиску при роботі технологічного обладнання та наявність місцевої вентиляції для зменшення шкідливих виділень.

– забезпечення належної роботи систем опалення, загальнообмінної вентиляції, кондиціювання повітря та очищення викидів в атмосферу;

– заходів та засобів попередження забрудненості повітряного середовища на виробництві та захисту працюючих входять регулярні медичні огляди працівників, які перебувають в шкідливих умовах, профілактичне харчування та дотримання правил особистої гігієни.

– здійснення постійного контролю за складом повітря в робочій зоні, вмісту в ньому токсичних та небезпечних речовин;

– використання захисних засобів, які забезпечують індивідуальний захист працюючих.

Керівник структурного підрозділу є відповідальним за виконання цієї роботи, а також залучені до організації роботи «служба охорони праці, санітарно-промислова лабораторія» [39], та служби, які забезпечують належну організацію та своєчасне проведення ремонту та тестування.

Засоби захисту дихальних шляхів забезпечують ефективний захист людини від негативного впливу різних забруднень, таких як пил, газ, пара, аерозолі та нестача кисню, що бувають присутними в повітрі робочої зони. При цьому важливо дотримуватись гігієнічних норм, встановлюючи гранично допустимі концентрації (ГДК) або гранично допустимі рівні (ГДР) шкідливих факторів [38]. Ефективна загальнообмінна та місцева вентиляція, а також водяне зрошування запиленого повітряного середовища можуть також допомогти у забезпеченні безпеки.

Серед спеціальних засобів захист виділяють протигаз та респіратор. Вони є фільтруючими чи ізолюючими засобами, які використовують під час аварійних випадків, для захисту від токсичних речовин.

					ДП.АКІТ. 8091454.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		60

4.2.3 Розрахунок вентиляції приміщення

Одним із важливих заходів із оздоровлення повітря робочих зон є системи вентиляції та опалення. Для розрахунку механічної вентиляції приміщення використовуються різні принципи [37-40]. В роботі розглянуто приклад розрахунків за кількістю робітників в приміщенні.

Для прикладу приміщення, де відсутні джерела виділення шкідливих речовин та одночасно працюють 8 працівників. Розміри приміщення: А=8м, В=6м, Н=2,5м, обладнання займає 10% об'єму приміщення. Необхідно визначити мінімально-необхідну кількість повітря для вентиляції.

Для приміщень, в яких відсутні виділення шкідливостей, для розрахунку вентиляції необхідно використовувати кількість працівників. Необхідна кількість повітря L (м³/год), яка забезпечує відповідність параметрів повітря в зоні роботи значенням норми, визначається за формулою:

$$L = \dot{L} \cdot N,$$

де \dot{L} - нормативна кількість повітря на одного робітника, в залежності від питомого об'єму приміщення, м³/(год-люд);

N - кількість робітників.

Питомий об'єм приміщення V_n , (м³/люд), визначається за формулою

$$V_n = \frac{V}{N},$$

де V - об'єм приміщення, м³.

Величина нормативної кількості повітря \dot{V} визначається за таблицею 4.1[40].

Таблиця 4.1 – Вентиляція приміщень для роботи з ПК

Об'єм приміщення на 1 робітника	Об'єм вентиляційного повітря
< 20 м ³ /люд	не < 30 м ³ /люд
20-40 м ³ /люд	не < 20 м ³ /люд
< 40 м ³ /люд при наявності вікон та відсутності виділення шкідливих речовин	допускається тільки природна вентиляція

Визначаємо вільний об'єм приміщення

$$V = A \cdot B \cdot H \cdot 0.85,$$

$$V = 8 \cdot 6 \cdot 2.5 \cdot 0.85 = 102 \text{ м}^3.$$

Питомий вільний об'єм складає

$$\dot{V} = \frac{V}{N},$$

$$\dot{V} = \frac{102}{8}, = 12.75 \text{ м}^3/\text{люд.}$$

Кількість повітря, що відповідає вимогам на одну людину відповідно до таблиці 4.1 при $\dot{V} < 20 \text{ м}^3/\text{люд}$ становить не менше $30 \text{ м}^3/(\text{год. люд})$.

Мінімальна необхідна кількість повітря для вентиляції:

$$L = 30 \cdot 8 = 240 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Визначена в результаті проведених розрахунків система вентиляції дозволить забезпечити виконання вимог, що встановлені нормативами з якості повітря робочих зон.

					ДП.АКІТ. 8091454.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		62

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі розроблена автоматизована система опрацювання метеоданих, що здійснює збір, аналіз та зберігання даних з метою ефективного управління мікрокліматом приміщень різного призначення.

В роботі проведені дослідження параметрів мікроклімату, що дозволили встановити оптимальні значення температури і вологості повітря, атмосферного тиску, рівня освітленості та ін. для різних категорій приміщень. Проведені дослідження приладів збору метеоданих та датчиків контролю мікроклімату, що дозволили визначити їх характеристики та ефективність застосування. Проведено дослідження сфери застосування та функціональних можливостей систем моніторингу метеоданих, що дозволяють визначити їх актуальність для підтримання КБУ у приміщенні та для підвищення ефективності роботи систем кондиціонування та вентиляції.

Проведений аналіз існуючих систем моніторингу метеоданих, дозволив визначити їх структуру та основні функції. В результаті проведеного аналізу визначені вимоги до проектованої системи, зокрема: точність вимірювань, енергоспоживання, можливості налаштування, дистанційного доступу, зберігання даних та їх візуалізації.

Розроблена структурна схема проектованої системи, яка включає в себе прилади збору метеоданих, датчики контролю мікроклімату, систему зберігання і обробки даних та інтерфейс для користувачів. Обґрунтовано вибір технічних засобів автоматизації, з урахуванням можливості їх інтеграції з іншими системами та ефективності роботи.

В результаті проведеного аналізу запропонована автоматизована система опрацювання метеоданих, яка відповідає всім потрібним вимогам та є ефективним інструментом для моніторингу мікроклімату. Розроблені функціональна та принципова схеми, що забезпечують розуміння роботи системи та її компонентів. Розроблений алгоритм роботи системи, що включає в себе збір даних з датчиків, їх обробку та збереження у відповідному форматі. Розроблено програмне забезпечення, що дозволяє мікроконтролеру взаємодіяти з апаратною частиною

					ДП.АКІТ. 8091454.00.00.000 ПЗ	Арк.
						63
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

сиситеми.

Проведені дослідження заходів нормалізації параметрів мікроклімату та наслідків їх порушення. В результаті запропоновано заходи для створення здорових та безпечних умов робочої зони. Проведені розрахунки механічної вентиляції виробничого приміщення, що дозволяє забезпечити потрібну кількість свіжого повітря та видалити шкідливі викиди. Виконання вимог з охорони праці є важливим елементом в управлінні виробництвом, яке допомагає зменшити ризик виникнення нещасних випадків на робочому місці та поліпшити якість продукції.

					ДП.АКІТ. 8091454.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		64

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кириленко І. Мікроклімат приміщень. Київський національний університет будівництва і архітектури, 2012р. – 180 с.
2. Матвієнко О. Мікроклімат приміщень та його вплив на здоров'я людини. Медицина і освіта, 2015 р. – 150 с.
3. Дерєга М., Резнікова О. Мікроклімат приміщень: показники, оптимальні параметри та засоби контролю. Видавництво «Нова Книга», 2018р. – 200с.
4. Бондаренко І., Ковальова Л. Клімат приміщень та здоров'я людини. Видавництво «Основа», 2016 р. – 220 с.
5. Чернявська І., Кравченко О. Основи мікроклімату приміщень. Навчальний посібник. Видавництво «Кондор», 2019 р. – 240 с.
6. Бабич О.І., Шевченко Н.М. Кліматичні умови у складських приміщеннях: монографія. Видавництво "Універсум-Вінниця", 2018 р. – 152 с.
7. Ільїна Н.М. Кліматичний комфорт та вентиляція приміщень: навчальний посібник. Видавничий центр "Київський університет", 2017 р. – 184 с.
8. Мельник Г.В. Кліматичні умови приміщень: підручник для студентів вищих навчальних закладів. Видавничий центр "Академія", 2016 р. – 208 с.
9. Хромова Л. Мікроклімат приміщень та його вплив на життя людини. Видавництво «Альтернатива», 2014 р. – 180 с.
10. Голованова І., Стадниченко О. Мікроклімат приміщень та вплив на здоров'я людини. Монографія. Видавництво «Світ», 2020 р. - 300 с.
11. Кривонос О.М., Мельничук В.І. Клімат приміщень: навчальний посібник. – К.: Центр учбової літератури, 2007. – 256 с.
12. Шелестова І.В., Медведєва Л.В., Вершиніна Л.І. та ін. Мікроклімат приміщень. Навчальний посібник. Київ: Видавничий дім «Слово», 2008. – 176 с.
13. Жерновий О.М., Яковлев В.М. Мікроклімат житлових будівель. Київ: Будівельник, 2006. - 296 с.
14. Гончаренко В. В. Основи проектування систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря: підручник / В. В. Гончаренко.– К.: КНУБА, 2011.– 272с.
15. Коваль О.І. Прилади вимірювання температури: підручник для студентів

					ДП.АКІТ. 8091454.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		65

вищих навчальних закладів. Київ: Техніка, 2015. – 320 с.

16. Горленко О.В. Прилади для вимірювання вологості повітря: підручник. Київ: ВПЦ "Київський університет", 2015. – 240 с.

17. Мельник О.І. Вимірювання атмосферного тиску: підручник. Харків: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2014. – 264 с.

18. Матюшенко В. Мікроклімат приміщень: організація та засоби контролю. Навчальний посібник. Видавництво «Літера», 2013 р. – 160 с.

19. Кучерявий Ю.І. Датчики контролю мікроклімату: навчальний посібник / Ю.І. Кучерявий, В.С. Дунаєв, Ю.М. Муштар. – Київ : Ліра-К, 2008. – 248 с.

20. Parra-Sánchez J., Aparicio J.A., & Arcega F. (2018). Monitoring and control of environmental variables in building automation systems: A review. Energy and Buildings, 158, 2018. –637-651.

21. Jia W., Wang J., Wu J., Zhang Y., Cai W. Design and implementation of a wireless sensor network for indoor environment monitoring and control. Sensors, 16(4), 2016. – 492.

22. Colli M. Air quality monitoring by means of low-cost sensors: an experimental study / M. Colli, R. Pratesi, A. Ghirardelli. – Basel : MDPI, 2019. – 15p.

23. Андрущак Г., Макарчук О. та ін. Моніторинг кліматичних параметрів та якість повітря в приміщеннях. Київ: Техніка, 2019. – 240 с.

24. Кіян Т.В., Кіян А.М., Кіян Л.А. Автоматизована система контролю мікроклімату в приміщенні. Хмельницький: Хмельницький національний університет, 2018. – 72 с.

25. Мороз Л. Системи контролю мікроклімату приміщень. Київ, 2019 р. – 150с.

26. Цифрова метеостанція Assistant AH-1961. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://titan.ua/ru/assistant-ah-1961/>

27. Метеостанція Atomic W239009. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://kapitan.ua/product/meteostancija-atomic-w239009-black/>

28. Промислова метеостанція Bresser 3-in-1 Profi Wind Gauge Black 927570. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ttt.ua/ua/shop/product/meteostantsiia-bresser-3-in-1-profi-wind-gauge-927570-black>

					ДП.АКІТ. 8091454.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		66

29. Датчик температури Microchip Technology TC77. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.microchip.com/en-us/product/TC77>
30. Датчик атмосферного тиску MPX4115A. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://learn.andoyaspace.no/ebook/the-cansat-book/v3/sensors-for-the-primary-mission/pressure-sensor-mpx4115a/>
31. Датчик вологості повітря Philips Hum1. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://eclats-antivols.fr/en/hygrometer/19519-humidity-sensor-philips-hum1-3663275057468.html>
32. Мікроконтролер PIC18F452. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.microchip.com/en-us/product/PIC18F452>
33. NXP Semiconductors. (2006). I2C Bus Specification and User Manual. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.nxp.com/docs/en/user-guide/UM10204.pdf>
34. Nick Gammon. Serial Peripheral Interface (SPI). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://gammon.com.au/spi>.
35. Lou Frenzel, RS-232 Communications, Electronic Design. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.electronicdesign.com/technologies/analog/article/21771039/rs232-communications>.
36. EEPROM Memory: A Comprehensive Guide," by Chris Henry, Learn Microcontrollers, 2018. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.learnmicrocontrollers.com/eeprom-memory-a-comprehensive-guide/>
37. Желібо Є. П., Заверуха Н. М., Зацарний В. В. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник / за ред. Є.П. Желібо. 6-е вид-К.: «Каравела», 2018. – 344 с
38. Запорожець О.І. Безпека життєдіяльності: підручник/ О.І. Запорожець, Б.Д. Халмурадов, В.І. Применко – Київ: Центр учбової літератури, 2017. – 448с.
39. Бедрій Я.І. Безпека життєдіяльності: навчальний посібник. – Київ: Кондор, 2015. – 286с.
40. Основи охорони праці: підручник / Запорожець О.І. та ін. – Київ: Центр учбової літератури, 2017. – 264 с.

						ДП.АКІТ. 8091454.00.00.000 ПЗ	Арк.
							67
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата			